

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GNSS AĞLARINDAN ÜRETİLEN SANAL REFERANS İSTASYONU (VRS)  
VERİLERİNİN KALİTE KONTROLÜ VE DOĞRULUK ARAŞTIRMASI**

**M. OĞUZ SELBESOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
GEOMATİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
DOÇ. DR. İBRAHİM KOÇ**

**İSTANBUL, 2011**

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GNSS AĞLARINDAN ÜRETİLEN SANAL REFERANS İSTASYONU (VRS)  
VERİLERİNİN KALİTE KONTROLÜ VE DOĞRULUK ARAŞTIRMASI**

M. Oğuz SELBESOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 18.07.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Doç. Dr. İbrahim KOÇ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Eş Danışman**

Doç. Dr. Metin SOYCAN  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Doç. Dr. İbrahim KOÇ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Metin SOYCAN  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Yrd. Doç. Dr. R. Gürsel HOŞBAŞ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Yunus KALKAN  
İstanbul Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. M. Zeki COŞKUN  
İstanbul Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

## ÖNSÖZ

---

Hayatımda her zaman önemli bir yere sahip olan araştırma ve öğrenme isteği, severek icra ettiğim mesleğim Harita Mühendisliği'nin çok geniş bir bilim yelpazesine sahip olması sebebiyle her geçen gün artmaktadır. Araştırma azmiyle çıktığım bu yolda, çalışmamı gerçekleştirmemde benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç.Dr. İbrahim KOÇ ve Doç.Dr. Metin SOYCAN 'a, bana emeği geçen bütün hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Sevgili annem, babam ve kardeşime, her zaman yanımda oldukları için ayrıca teşekkür ediyorum.

Mayıs, 2011

M. Oğuz SELBESOĞLU

## İÇİNDEKİLER

|                                                            | Sayfa |
|------------------------------------------------------------|-------|
| SİMGE LİSTESİ.....                                         | vii   |
| KISALTMA LİSTESİ .....                                     | viii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                         | ix    |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                      | xi    |
| ÖZET .....                                                 | xii   |
| ABSTRACT .....                                             | xiii  |
| BÖLÜM 1                                                    | 1     |
| GİRİŞ .....                                                | 1     |
| 1.1    Literatür Özeti .....                               | 1     |
| 1.2    Tezin Amacı .....                                   | 2     |
| 1.3    Hipotez .....                                       | 2     |
| BÖLÜM 2                                                    | 3     |
| GNSS TEKİNİĞİ VE GNSS AĞLARI .....                         | 3     |
| 2.1    GNSS Ağları .....                                   | 3     |
| 2.2    Global ve Bölgesel Ağlar .....                      | 4     |
| 2.3    Ulusal Ağlar .....                                  | 6     |
| 2.4    Sürekli Gözlem Yapan Sabit GNSS Ağları (CORS) ..... | 6     |
| 2.4.1    Pasif GNSS ağları .....                           | 8     |
| 2.4.2    Aktif GNSS ağları .....                           | 9     |
| 2.4.3    Sabit GNSS ağlarının avantajları.....             | 10    |
| 2.5    TUSAGA Aktif Ağı (CORS-TR).....                     | 10    |
| 2.6    İSKİ-UKBS Ağı.....                                  | 12    |
| 2.7    Japonya Geonet Ağı.....                             | 13    |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BÖLÜM 3                                                                                           | 16 |
| GNSS AĞLARINDA GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK KONUMLAMA.....                                            | 16 |
| 3.1    Klasik RTK Tekniği.....                                                                    | 17 |
| 3.2    Ağ RTK Tekniği.....                                                                        | 18 |
| 3.3    RTK Tekniğinde Veri Aktarma Protokolleri .....                                             | 19 |
| 3.3.1    Uluslararası Standart Protokoller .....                                                  | 20 |
| 3.3.2    İnternet Protokolleri .....                                                              | 21 |
| 3.3.2.1    NTRIP Protokolü.....                                                                   | 22 |
| 3.3.2.2    RT-IGS Protokolü.....                                                                  | 22 |
| 3.4    Ağ RTK Tekniğinde Hesap ve Aktarma Yöntemleri .....                                        | 23 |
| 3.4.1    Alan Düzeltme Parametreleri Yöntemi FKP Yöntemi.....                                     | 23 |
| 3.4.2    Ana Yardımcı Referans İstasyonları (MAC) Yöntemi .....                                   | 24 |
| 3.4.3    Sanal Referans İstasyonu (VRS) Yöntemi .....                                             | 27 |
| 3.4.3.1    VRS' de modellenmesi gereken hata kaynakları .....                                     | 29 |
| BÖLÜM 4                                                                                           | 31 |
| VRS SANAL GÖZLEM ÜRETİM ALGORİTMASI.....                                                          | 31 |
| 4.1    Hata Analizi .....                                                                         | 32 |
| 4.2    Çoklu Referans İstasyonları Arasındaki İkili Farklar Düzeltmeleri Üretim Algoritması ..... | 33 |
| 4.3    Sanal Referans İstasyonu Gözlemleri Üretim Algoritması.....                                | 34 |
| 4.4    Enterpolasyon Algoritmaları .....                                                          | 36 |
| 4.4.1    Lineer Kombinasyon Modeli.....                                                           | 36 |
| 4.4.2    Lineer Enterpolasyon Metodu .....                                                        | 37 |
| 4.4.3    Polinomal Yüzey Modeli .....                                                             | 38 |
| 4.5    Gezici Alıcının Konumlandırılması .....                                                    | 40 |
| BÖLÜM 5                                                                                           | 41 |
| SANAL REFERANS İSTASYONU (VRS) VERİLERİNİN ANALİZİ.....                                           | 41 |
| 5.1    Geonet Ağı Uygulaması .....                                                                | 41 |
| 5.2    İSKİ-UKBS Ağı Uygulaması.....                                                              | 45 |
| 5.2.1    Çalışma Bölgesi .....                                                                    | 46 |
| 5.2.2    Uygulanan Değerlendirme Stratejisi .....                                                 | 46 |
| 5.3    TUSAGA-AKTİF Ağı Uygulaması.....                                                           | 53 |
| 5.3.1    Çalışma Bölgesi .....                                                                    | 53 |
| 5.3.2    Uygulamada Kullanılan Ekipman ve Donanımlar .....                                        | 54 |
| 5.3.3    Uygulanan Değerlendirme Stratejisi .....                                                 | 54 |
| 5.3.4    Analizler .....                                                                          | 56 |
| BÖLÜM 6                                                                                           | 80 |
| SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                           | 80 |
| KAYNAKLAR.....                                                                                    | 83 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANALİZLER.....                                                                                  | 85 |
| A-1 İSKİ UKBS Ağı Noktalarının İstatiksel Değerleri .....                                       | 85 |
| A-2 İSTA Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 88 |
| A-3 KCEK Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 89 |
| A-4 PALA Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 90 |
| A-5 SILE Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 91 |
| A-6 SLVR Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ).....  | 92 |
| A-7 TERK Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 93 |
| A-8 TUBİ Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ) ..... | 94 |
| A-9 TUZL Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ ).....  | 95 |
| A-10 YALI Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )..... | 96 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                   | 97 |

## SİMGE LİSTESİ

---

|                         |                                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| $A$                     | Katsayılar matrisi                                        |
| $A^T$                   | Katsayılar matrisinin transpozesi                         |
| $\lambda$               | Dalga boyu                                                |
| $\rho$                  | Uydu ile alıcı arasındaki geometrik uzunluk               |
| $\vec{\alpha}$          | Katsayılar vektörü                                        |
| $\Delta \nabla N$       | İkili farklar taşıyıcı dalga tamsayı bilinmeyeni          |
| $\Delta \nabla \varphi$ | İkili farklar faz ölçüsü                                  |
| $\Delta \nabla T$       | İkili farklar troposfer gecikmesi                         |
| $\Delta \nabla \rho$    | İkili farklar uydu ile alıcı arasındaki geometrik uzunluk |
| $\Delta \nabla I$       | İkili farklar iyonosferik gecikme                         |
| $\Delta N$              | Tekli farklar taşıyıcı dalga tamsayı bilinmeyeni          |
| $\Delta \varphi$        | Tekli farklar faz ölçüsü                                  |
| $\Delta T$              | Tekli farklar troposfer gecikmesi                         |
| $\Delta I$              | Tekli farklar iyonosferik gecikme                         |
| $\Delta \rho$           | Tekli farklar uydu ile alıcı arasındaki geometrik uzunluk |
| $V^I$                   | İyonosferik düzeltme                                      |
| $V^T$                   | Troposferik düzeltme                                      |
| $\bar{X}_r$             | Alıcı koordinat vektörü                                   |
| $\bar{X}^s$             | Uydu koordinat vektörü                                    |
| $\bar{X}_v$             | Sanal referans istasyonu koordinat vektörü                |
| $\Delta X$              | X koordinatları farkı                                     |
| $\Delta Y$              | Y koordinatları farkı                                     |

## KISALTMA LİSTESİ

---

|         |                                                   |
|---------|---------------------------------------------------|
| CMR     | Compact Measurement Record                        |
| CORS    | Continuous Operating Reference Stations           |
| DGPS    | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| ED50    | European Datum 1950                               |
| EDGE    | Enhanced Data Rates for GSM Evolution             |
| FKP     | Flächen Korrektur Parameter                       |
| GLONASS | Global Navigation Satellite System                |
| GNSS    | Global Navigation Satellite System                |
| GPRS    | General Packet Radio Service                      |
| GPS     | Global Navigation System                          |
| HGK     | Harita Genel Komutanlığı                          |
| IERS    | International Earth Rotation Service              |
| IGS     | International GPS Service for Geodynamics         |
| ITRF    | International Terrestrial Reference Frame         |
| İKÜ     | İstanbul Kültür Üniversitesi                      |
| İSKİ    | İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi               |
| KKTC    | Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti                     |
| MAC     | Master Auxiliary Corrections                      |
| NAVSTAR | Navigation Satellite Timing and Ranging           |
| NTRIP   | Networked Transport of RTCM via Internet Protocol |
| RTCM    | The Radio Technical Commission for Marine         |
| RTK     | Real Time Kinematic                               |
| SAPOS   | Satellite Positioning                             |
| TCP     | Transmission Control Protocol                     |
| TKGM    | Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü                     |
| TUSAGA  | Gerçek Zamanlı Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı      |
| TUTGA   | Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı                      |
| TUBİTAK | Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu   |
| UDP     | User Datagram Protocol                            |
| UHF     | Ultra High Frequency                              |
| UMTS    | Universal Mobile Telecommunications System        |
| VRS     | Virtual Reference Station                         |
| YTÜ     | Yıldız Teknik Üniversitesi                        |



## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                             | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2. 1 GNSS ağları hiyerarşik yapı şeması. ....                         | 4     |
| Şekil 2. 2 IGS referans istasyonu. ....                                     | 5     |
| Şekil 2. 3 TUSAGA-Aktif Ağı İstasyonları. ....                              | 11    |
| Şekil 2. 4 İSKİ-UKBS Ağı istasyonlarının dağılımı ....                      | 12    |
| Şekil 2. 5 GEONET Ağı Nokta Dağılımı. ....                                  | 14    |
| Şekil 2. 6 GEONET Ağı İstasyonları. ....                                    | 14    |
| Şekil 3. 1 Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hata. ....                | 17    |
| Şekil 3. 2 Ağ RTK yönteminde düzeltmelerin enterpolasyonu.....              | 19    |
| Şekil 3. 3 FKP tekniği. ....                                                | 24    |
| Şekil 3. 4 Ana-Yardımcı Referans İstasyonları Yöntemi (MAC) ağ şeması. .... | 26    |
| Şekil 3. 5 VRS Tekniği İşlem Şeması. ....                                   | 28    |
| Şekil 4. 1 VRS yöntemi. ....                                                | 34    |
| Şekil 5. 1 GEONET Ağı uygulamasında oluşturulan üçgenler ....               | 42    |
| Şekil 5. 2 TTC (Trimble Total Control) programı VRS modülü ....             | 43    |
| Şekil 5. 3 İSKİ-UKBS ağı ve İSTA, TUBİ noktaları ....                       | 46    |
| Şekil 5. 4 YALI noktasının kümülatif tablosu ....                           | 51    |
| Şekil 5. 5 İSTA noktasının kümülatif tablosu ....                           | 52    |
| Şekil 5. 6 TUSAGA-Aktif Ağı Uygulaması Çalışma Bölgesi ....                 | 53    |
| Şekil 5. 7 H008 noktasına ait 2.gün için değişim grafiği ....               | 57    |
| Şekil 5. 8 H008 noktasında gözlenen uydu sayıları (arazi) ....              | 57    |
| Şekil 5. 9 H008 noktasında gözlenen uydu sayıları (sanal) ....              | 57    |
| Şekil 5. 10 H008 noktasında izlenen uydular (arazi).....                    | 57    |
| Şekil 5. 11 H008 noktasında izlenen uydular (sanal) ....                    | 58    |
| Şekil 5. 12 H008 noktasında sinyal kalitesi (arazi).....                    | 58    |
| Şekil 5. 13 H008 noktasında sinyal kalitesi (sanal) ....                    | 58    |
| Şekil 5. 14 H008 noktasında uydu görünürlüğü (arazi) ....                   | 59    |
| Şekil 5. 15 H008 noktasında uydu görünürlüğü (sanal) ....                   | 59    |
| Şekil 5. 16 H122 noktasına ait 2.gün için değişim grafiği ....              | 60    |
| Şekil 5. 17 H122 noktasında gözlenen uydu sayıları (arazi) ....             | 60    |
| Şekil 5. 18 H122 noktasında gözlenen uydu sayıları (sanal) ....             | 60    |
| Şekil 5. 19 H122 noktasında izlenen uydular (arazi).....                    | 61    |
| Şekil 5. 20 H122 noktasında izlenen uydular (sanal) ....                    | 61    |
| Şekil 5. 21 H122 noktasında sinyal kalitesi (arazi).....                    | 61    |
| Şekil 5. 22 H122 noktasında sinyal kalitesi (sanal) ....                    | 61    |

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 5. 23 H122 noktasında uydu görünürlüğü (arazi) .....                                                  | 62 |
| Şekil 5. 24 H122 noktasında uydu görünürlüğü (sanal) .....                                                  | 62 |
| Şekil 5. 25 UZEL noktasına ait 1.gün verileri için değişim grafikleri ve histogramları ....                 | 63 |
| Şekil 5. 26 UZEL noktasına ait 2.gün verileri için değişim grafikleri ve histogramları ....                 | 64 |
| Şekil 5. 27 UZEL noktasında izlenen uydular (sanal) .....                                                   | 67 |
| Şekil 5. 28 UZEL noktasında izlenen uydular (arazi) .....                                                   | 67 |
| Şekil 5. 29 UZEL noktasında sinyal kalitesi (arazi) .....                                                   | 68 |
| Şekil 5. 30 UZEL noktasında sinyal kalitesi (sanal) .....                                                   | 68 |
| Şekil 5. 31 UZEL noktasında uydu görünürlüğü (arazi) .....                                                  | 69 |
| Şekil 5. 32 UZEL noktasında uydu görünürlüğü (sanal) .....                                                  | 69 |
| Şekil 5. 33 İSTA noktasına ait 1.gün verileri için değişim grafikleri .....                                 | 71 |
| Şekil 5. 34 İSTA noktasına ait 2.gün verileri için değişim grafikleri .....                                 | 72 |
| Şekil 5. 35 45 dakikalık periyotlar için istatistiksel değerler ve baz bileşenleri değişim grafikleri ..... | 75 |
| Şekil 5. 36 İGNA noktalarına ait 1. gün için değişim grafikleri .....                                       | 78 |
| Şekil 5. 37 İGNA noktalarına ait 2. gün için değişim grafikleri .....                                       | 79 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                                     | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2. 1 Çeşitli ülkelerdeki CORS ağıları.....                                                  | 8     |
| Çizelge 2. 2 İSKİ-UKBS istasyonları.....                                                            | 13    |
| Çizelge 3. 1 RTCM 3.0 formatının içeriği.....                                                       | 21    |
| Çizelge 5. 1 1. üçgenin baz mesafeleri.....                                                         | 44    |
| Çizelge 5. 2 1. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu.....               | 44    |
| Çizelge 5. 3 2. üçgenin baz mesafeleri.....                                                         | 44    |
| Çizelge 5. 4 2. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu.....               | 44    |
| Çizelge 5. 5 3. üçgenin baz mesafeleri.....                                                         | 45    |
| Çizelge 5. 6 3. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu.....               | 45    |
| Çizelge 5. 7 İSKİ UKBS Ağı noktalarının istatistik tabloları (m).....                               | 48    |
| Çizelge 5. 8 Dengelenmiş Nokta Koordinatları.....                                                   | 55    |
| Çizelge 5. 9 H008 noktasına ait 2.gün için istatistiksel değerler.....                              | 56    |
| Çizelge 5. 10 H122 noktasına ait 2.gün için istatistiksel değerler.....                             | 60    |
| Çizelge 5. 11 UZEL noktasının 2 günlük istatistiksel değerleri (GPS uydularıyla çözüm).....         | 65    |
| Çizelge 5. 12 UZEL noktasının 2 günlük istatistiksel değerleri (GPS+GLONASS uydularıyla çözüm)..... | 65    |
| Çizelge 5. 13 UZEL noktasının 2 günlük kümülatif ve istatistiksel değerleri.....                    | 66    |
| Çizelge 5. 14 İSTA noktasına ait 1. ve 2.gün verileri için istatistiksel değerler.....              | 71    |
| Çizelge 5. 15 İGNA noktalarına ait 1. gün için istatistiksel değerler.....                          | 76    |
| Çizelge 5. 16 İGNA noktalarına ait 2. gün için istatistiksel değerler.....                          | 77    |

---

**GNSS AĞLARINDAN ÜRETİLEN SANAL REFERANS İSTASYONU (VRS)  
VERİLERİNİN KALİTE KONTROLÜ VE DOĞRULUK ARAŞTIRMASI**

M. Oğuz SELBESOĞLU

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim KOÇ  
Eş Danışman: Doç. Dr. Metin SOYCAN

Günümüzde yaygın şekilde kullanım alanı bulan GNSS teknolojisi ile cm mertebesinde anlık konumlamaya olanak sağlayan tekniğin ilki, 1990'lı yılların başından bu yana kullanılan klasik RTK tekniğidir. Bu tekniğin jeodezik amaçlı yapılan çalışmalarda dezavantajı, referans istasyonu ile gezici alıcı arasındaki mesafe arttığında, atmosferik etkilere, yörünge parametre hatalarına ve diğer hata kaynaklarına bağlı olarak anlık konumlama hatasının büyümesidir. Geçtiğimiz birkaç yıl içerisinde ortaya çıkan Ağ-RTK yapısında anlık konumlama tekniği ile atmosferik etkilerin ve yörünge parametre hatalarının modellenmesi sayesinde mesafeye bağımlılığın büyük oranda ortadan kalktığı söylenebilir. Tez çalışmasının konusu olarak, Ağ-RTK tekniğinin düzeltme hesaplama yöntemlerinden sanal referans istasyonu (VRS) yönteminin doğruluğu ve kalite kontrolünün yapılmasına yönelik uygulamalar ve analizler yapılmıştır. Bu uygulamalar kapsamında, ülkemizde var olan, TUSAGA-Aktif ağı, İSKİ UKBS ağı, İGNA ağı ve Japonya Geonet ağı kullanılmıştır. İlk uygulama olarak TUSAGA-Aktif ağı noktaları kullanılarak İSKİ-UKBS ağının noktaları üzerine gerçek zamanlı sanal gözlemler üretilmiş ve bu noktaların eş zamanlı statik ölçüleri kullanılarak sıfır baz vektörü çözümü yapılmıştır. İkinci uygulamada TUSAGA-Aktif ağı noktaları kullanılarak İGNA ağına ait 6 noktada sanal gözlemler oluşturulmuş ve eş zamanlı olarak bu noktalarda statik ölçüler yapılmıştır. Bu noktalarda da sıfır baz çözümü yapılarak değerlendirmeler yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Geonet ağına ise, sanal referans istasyonu yönteminin üçgen kenarlarının uzunluğuna göre doğruluğu test edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sanal referans istasyonu, VRS, CORS, Ağ-RTK

**INVESTIGATION OF THE QUALITY CONTROL AND ACCURACY OF THE VRS  
DATA OBTAINED FROM GNSS NETWORK**

M. Oğuz SELBESOĞLU

Department of Geomatics

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim KOÇ

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Metin SOYCAN

Nowadays, the first widely used real time positioning technique of the GNSS technology with cm-level accuracy is the RTK technique, which has been applied since the beginning of the 1990s. The disadvantage of this technique in geodetic applications is the increase of the resulting positioning error due to atmospheric effects, orbit parameter errors and other error sources while the reference station and rover is over longer distance. It can be said that the distance based errors are highly abated by means of modeling the atmospheric effects and orbit parameter errors with Network RTK of real time positioning technique which has arisen in recent years.

In this thesis, the investigation of the quality control and accuracy of the VRS data obtained from GNSS Network are done by the help of the case studies. In the concept of this study, the TUSAGA Active Network, İSKİ UKBS Network and İGNA Network from Turkey and also Japanese Geonet Network are implemented. In the first study, the real time virtual observations on İSKİ-UKBS Network stations based on TUSAGA Active Network are produced, and by the use of the synchronous static observations, the zero baseline vectors are solved. In the second study, the virtual observations on 6 points included in İGNA Network based on TUSAGA Active Network are achieved and synchronous static observations are done.

The analyses for these points are obtained by the zero baseline vector solutions. In the last study for the Geonet Network, the accuracy limits based on the triangle edge distances of the virtual reference station method are tested.

**Key words:** VRS, CORS, NRTK

#### 1.1 Literatür Özeti

GNSS tekniği ile anlık konumlama yöntemi, birçok alanda kullanım alanı bulan bir teknik haline gelmiştir. Bu tekniklerden Ağ RTK tekniğinin geliştirilmesinden sonra birçok araştırmacı bu konunun üzerine eğilmiş, birçok alanda testler ve analizler yapılmıştır. Ağ RTK tekniği, düzeltmelerin klasik RTK tekniğinde olduğu gibi bir referans istasyonundan gönderilmesi yerine; birden fazla nokta ile bu düzeltmelerin hesaplanması ve gezici alıcıya iletilmesi tekniğidir denebilir. Bu tezin içeriğinde faydalanılan çalışmalar, Hakli, P. [1] tarafından, Finlandiya’da, GPSnet ağında uygulanan, sanal referans istasyonu (VRS) verilerinin zaman serisi analizlerinin sıfır baz vektörü yöntemi ile incelenmesi ile Wei, vd. [2] tarafından ortaya konulan, sanal referans istasyonu yönteminin matematiksel algoritmasıdır. Hakli, P. [1] tarafından yapılan çalışmada, GNSS ağlarından üretilen sanal gözlemler ile arazide toplanan verilerin karşılaştırılması, bu iki verinin sıfır baz vektörü tekniği ile yapılmıştır. Sıfır baz vektörü tekniğinde, aynı nokta için azarizde toplanan veri ile bu nokta için üretilen sanal gözlemlerin epok-epok baz çözümü yapılır ve beklenen sonuç sıfırdır. Bu çözümden elde edilen baz mesafeleri N (NORTH), E (EAST) ve U (UP) bileşenleri için ayrı ayrı olmak üzere değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler 24 saatlik verilerle 10 periyot şeklinde farklı günlerde tekrarlanmıştır. Bunun yanında, 1 saatlik verilerle 6 ve 7 periyotluk sıfır baz vektörü çözümleri ile Sanal Referans İstasyonu Tekniği’nin kinematik uygulamalardaki doğruluğu incelenmiştir. Sanal Referans İstasyonu (VRS) Tekniği’nde düzeltmeleri üretmek için kullanılan eşitlik ve algoritmalarda ise, [2] makalesinden faydalanılmıştır.

## **1.2 Tezin Amacı**

Jeodezik amaçlı veya navigasyon amaçlı kullanımda Ağ-RTK yöntemi daha hassas sonuçlar vermektedir. Ekonomik anlamda da düşünüldüğünde, klasik RTK yönteminde bir sabit alıcı ve bir gezen alıcıya ihtiyaç varken, Ağ RTK yönteminde yalnızca gezici alıcı ile ağı oluşturan noktalardan alınan düzeltme bilgileriyle anlık konumlama yapılabilmektedir. Bu tez çalışmasında Ağ-RTK yönteminde düzeltmelerin hesaplanmasında kullanılan tekniklerden sanal referans istasyonu (Virtual Reference Station) tekniğinin doğruluğunun araştırılması amaçlanmıştır. VRS yönteminin doğruluğunu araştırma düşüncesi, bu tekniğin pratikte diğer yöntemlerden daha fazla kullanılması ve daha önce yapılan çalışmalarda da anlık konumlama doğruluğu açısından daha iyi sonuçlar verdiğinin görülmesinden doğmuştur.

## **1.3 Hipotez**

Sanal Referans İstasyonu (VRS) tekniği ile GNSS ağ noktaları gözlemlerinden üretilen düzeltmeler ve bu noktalarda elde edilen gözlemlerin, sanal referans istasyonunun bulunduğu konuma enterpolasyonu yapılmaktadır. Bu sanal gözlemlerin doğruluğunun test edilmesi amacı ile yapılan çalışmada, daha önceden belirlenen, koordinatları hassas olarak bilinen noktalara GNSS alıcısı kurularak arazide veri toplanırken, aynı zamanda bu noktalara sanal gözlemler üretilmiştir. Bu iki gözlem aynı nokta için olduğuna göre; toplanan veriler ile üretilen verilerin epok-epok baz çözümü yapıldığında, elde edilen baz bileşenlerinin sıfır olması beklenir. Çeşitli hata kaynaklarından doğan etkiler sebebiyle, baz bileşenlerinin sıfırdan sapmaları zaman serisi analizi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar ortaya konmuştur.

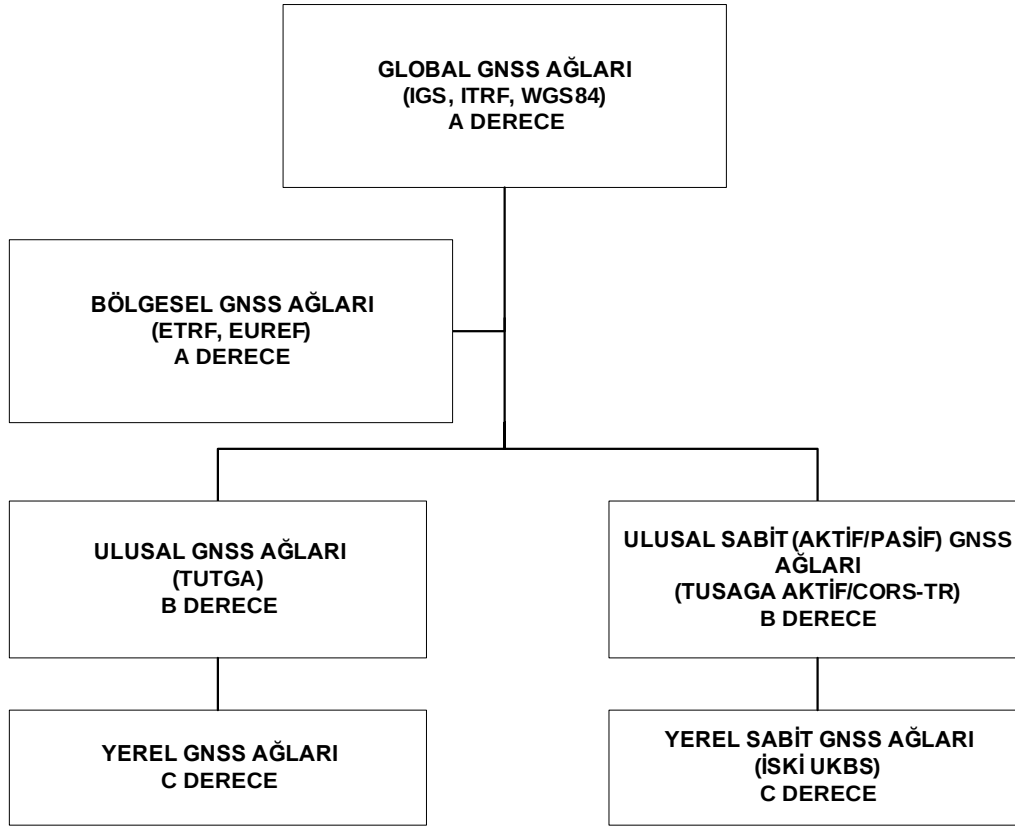


### GNSS TEKNIĞİ VE GNSS AĞLARI

#### 2.1 GNSS Ağları

Modern ölçme tekniklerinin içerisinde uydulara dayalı konum belirleme sistemi olan GNSS tekniği günümüzde navigasyon, mühendislik amaçlı uygulamalarda, jeofizik ve jeodezik amaçlı uygulamalarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknikle yapılan uygulamalarda global anlamda koordinatları hassas olarak bilinen noktalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ağlar günümüzde mevcut olup, hiyerarşik bir yapıya sahiptirler. Bu ağ pramidinin en üstünde, global ağlar dediğimiz, A derece olarak adlandırılan ağlar bulunmaktadır. Bu ağlara örnek olarak IGS, ITRF, WGS84 ağları verilebilir. Bir alt seviye olarak nitelendirebileceğimiz B derece ağlar ise ulusal sabit GNSS ağlarıdır. Bu ağlardan sonra hiyerarşik konumda C derece ağlar gelmekte olup, bu ağlar yerel GNSS ağları olarak adlandırılırlar. Bütün ağlar bir üst ağa dayandırılarak yapılandırılmakta ve hesaplanmaktadır. GNSS ağı yapıları, çalışma prensipleri açısından düşünüldüğünde, noktalarının üzerinde GNSS alıcısı olan, sürekli veri toplayan, sabit ağlar olarak adlandırılan ağlardan ve gerektiğinde üzerine GNSS alıcısı kurularak veri toplanan GNSS ağlardan bahsedilebilir. Sürekli veri toplayan ağlar, günümüzde GNSS tekniği ile gerçek zamanlı konumlama yapılabilen klasik RTK yönteminden sonra uygulanmaya başlayan Ağ RTK (Network RTK) yöntemi uygulamalarının referans noktaları olarak kullanılmakta, sürekli olarak uydulardan olan gözlemleri kaydetmekte ve anlık olarak yayın yapmaktadırlar [3].

Bu ağlara aktif ağlar denilmektedir. Bu gelişmeler ışığında sabit ağ kavramı ikiye ayrılarak aktif ağlar ve pasif ağlar kavramları ortaya çıkmıştır. Ağların yukarıda bahsettiğimiz yapılara ayrılarak hiyerarşik yapısı Şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2. 1 GNSS ağları hiyerarşik yapı şeması, [3].

## 2.2 Global ve Bölgesel Ağlar

Uydu teknikleriyle küresel konum belirleme sistemlerinden yararlanılarak, Dünyanın her yerinde, sürekli olarak, uzay sisteminde, doğru ve güvenilir konum bilgilerinin ekonomik olarak elde edilmesi ve bu bilgilerin diğer konumlama sistemleri bilgileriyle birleştirilebilmesi için, global ağların ve bu ağlara bağlı olarak bölgesel ağların oluşturulması gereği ortaya çıkmıştır. Bunun yanında GNSS ile konumlama tekniğinin belirli bir standartta uygulanması, verilerin toplanması ve arşivlenmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar, jeodezik ve jeofizik amaçlı uygulamaları standartlaştırmak, hassas uydu yörüngeleri ve saat bilgilerinin hesabının optimum şekilde yapılabilmesi amacıyla, bütün Dünyayı kapsayan IGS GNSS ağı kurulmuştur.

Dünyadaki bilimsel araştırmalar, disiplinlerarası uygulamalar ve eğitim alanında kullanılmak amacıyla GNSS için yüksek nitelikte verileri belirli bir standartta temin eden bu kuruluş, şu an itibariyle GPS ve GLONASS sistemlerini kapsamaktadır. IGS ağı, tüm yeryüzüne dağılmış ve sayıları 300’ den fazla olan jeodezik standartlara sahip sürekli izleme istasyonuna sahiptir. Global GNSS ağlarından faydalanılarak doğruluğu yüksek konum verileri elde edebilmek için, hassas koordinat sistemlerinin ve referans ağlarının oluşturulması gereksinimi sonucunda, global düzeyde referans ağları ve koordinat sistemleri oluşturulmuştur. Bu amaç için kurulan en etkin kuruluşlardan biri IERS’ dir. ITRF sisteminin tanımlanması ve devamlılığından bu kuruluş sorumludur. IGS kuruluşu da ITRF sisteminin tanımlanmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda IGS, uluslararası anlamda en yüksek doğruluğa sahip sivil GNSS kuruluşudur [4]. Ulusal ve bölgesel GNSS ağlarının ortak ve tek anlamlı bir sistemde tanımlanmasının önemi büyük olduğundan, çalışma bölgesinde IGS istasyonlarının olması, jeodezik nitelikte uygulamalara büyük katkı sağlayacaktır. şekil 2.2’ de bir IGS referans istasyonu fotoğrafı görölmektedir. Global ağlara dayalı olarak yapılandırılan bölgesel ağlar ise, navigasyon uygulamalarının kolaylaştırılması, global jeodezik ve jeodinamik araştırmalar ve uydu tekniklerinden etkin yararlanmaya yönelik, ITRF sisteminin oluşturulmasının ardından, bu ağa dayalı olacak şekilde tasarlanmıştır. Bölgesel ağlara örnek olarak Avrupa Referans Ağı (EUREF) verilebilir.



şekil 2. 2 IGS referans istasyonu, [4].

### **2.3 Ulusal Ağlar**

Ülke GNSS ağlarının tasarımında, yerleşimin yoğun olduğu bölgeler ve ülke yerkabuğunun tektonik hareketlerinin belirleneceği bölgeler dikkate alınarak GNSS istasyonlarının yerleri belirlenir. Bu sayede dinamik bir ağ olarak süreklilik sağlanmış olmaktadır. Ülkemizde de 1997 yılında ülke temel GNSS ağı oluşturma çalışmaları başlamış ve günümüzde aktif olarak kullanıma sunulmuştur. 1999 yılı, 17 Ağustos tarihli depremden sonra güncelleştirilen TUTGA, TUTGA-99A olarak isimlendirilmiştir. Son yıllarda gelişmiş ülkelerde yoğun şekilde kullanılan ve aktif GNSS Ağı olan TUSAGA-Aktif ağı kurulmuş ve kullanıma sunulmuştur [5].

TUSAGA-Aktif ve TUSAGA-Pasif olarak iki ayrı teknikte hizmet veren bu ağ yapısının, daha önceden var olan TUTGA niteliğindeki statik ağ yapısına sahip ağlardan farklı olarak, sürekli gözlem yapan istasyonlardan oluşması ve verilerinin arşivlenerek daha sonra internet ortamında yayınlanması birçok uygulamada kullanıcılara avantajlar sunmaktadır.

Ülkemizin deprem kuşağında bulunması, tektonik hareketlerin sürekli izlenmesi bu ağ yapısında güvenilir ve yüksek doğrulukla belirlenebilmektedir. Ayrıca maliyet ve zaman kazanımı anlamında da büyük faydalar sağlamaktadırlar. Örnek vermek gerekirse, TUTGA ağının depremden sonra güncellenmesi amacı ile 500'den fazla noktanın üzerine GNSS alıcısı kurularak eşzamanlı ölçü yapılması oldukça zahmetli ve maliyeti yüksek bulunmuş, çeşitli zamanlarda yapılan ölçülerin arşivlenmesi ve daha sonra bütün olarak değerlendirilmesi sonucu güncelleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu dezavantajlarının yanında statik ağ yapısı ile Ağ RTK yapısında gerçek zamanlı konumlama yapmak olanaklı değildir. Fakat TUSAGA-Aktif ağı gibi sürekli gözlem yapan ağlarda, Ağ RTK sistemine dayalı, gerçek zamanlı kinematik GNSS uygulamaları yüksek doğrulukla yapılabilmektedir.

### **2.4 Sürekli Gözlem Yapan Sabit GNSS Ağları (CORS)**

Günümüzde GNSS ağı olarak oluşturulan sistemler, genellikle sürekli gözlem yapan ağ sistemleri olarak yapılandırılmaktadır. Bunun yanında GNSS tekniği ile konumlama tekniklerinden, statik, hızlı statik ve kinematik uygulamalar olarak tümünde, jeodezik

anlamda ya da mühendislik amaçlı çalışmalarda, yüksek konum doğruluğunun elde edilebilmesi için rölatif (bağıl) konumlama tekniğinin kullanılması gerekmektedir. Bu da en az iki alıcı ile eş zamanlı veri toplama ile mümkün olmaktadır [6]. Tezin konusu olarak kinematik uygulamaların gerçek zamanlı GNSS tekniği ile konumlama konusu ele alınırsa, günümüze kadar uygulanan klasik RTK tekniğinin, bir referans (baz) istasyonu, gezici alıcı veya alıcılardan oluşması gerekmektedir. Ağ RTK yapısında gerçek zamanlı konumlamada ise sadece bir alıcı ile hassas şekilde konumlama yapılabilmesi, maliyet açısından önemli bir gelişme olarak sayılabilir.

Ağ RTK sisteminde, klasik RTK sisteminin en büyük dezavantajı olan mesafeye bağlı olarak doğruluğu etkileyen atmosferik etkilerin etkin bir şekilde modellenmesi, buna bağlı olarak daha doğru sonuçlar üretmesi önemli bir gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bilgiler ışığında düşünülürse, sürekli gözlem yapan GNSS ağlarının, mühendislik, jeodezik ve jeofizik amaçlı uygulamalara sunduğu katkı büyüktür.

Sürekli gözlem yapan GNSS ağlarının Ağ RTK yapısında gerçek zamanlı kinematik uygulamalara katkı sunabilmesi için, sahip olduğu referans istasyonlarının bileşenlerinde, anlık olarak verilerin gönderilmesi ve alınabilmesini sağlayan iletişim araçları olması gerekmektedir. Bahsedilen bu referans istasyonlarına sahip sürekli gözlem yapan GNSS ağları, sürekli gözlem yapan aktif GNSS ağları olarak adlandırılmaktadır [7].

Çizelge 2. 1 Çeşitli ülkelerdeki CORS ağıları, [8].

| Ülke       | GNSS/CORS    | İstasyon |
|------------|--------------|----------|
| ABD        | NGS-CORS     | 1450     |
| Almanya    | SAPOS        | 260      |
| Almanya    | ASCOS        | 180      |
| Avusturya  | APOS         | 30       |
| Belçika    | FLEPOS       | 40       |
| Belçika    | WALCORS      | 23       |
| Finlandiya | GPSNet.fi    | 76       |
| Hollanda   | 06-GPS       | 23       |
| İngiltere  | Ordnance     | 61       |
| İsveç      | SWEPOS       | 50       |
| İsviçre    | SWIPOS       | 29       |
| Japonya    | GEONET       | 1200     |
| Norveç     | SATREF/CPOS  | 60       |
| Türkiye    | TUSAGA-AKTİF | 147      |
| Yunanistan | HEPOS        | 98       |

#### 2.4.1 Pasif GNSS ağıları

Sabit GNSS ağılarının yapısı kapsamında, bölgeyi kapsayan ve amaç doğrultusunda homojen veya bazı bölgelerde daha yoğun olmak üzere uygun dağılım ve baz uzunluklarında, 365 gün, 24 saat veri toplayan referans istasyonları vardır. Noktaların dağılımının hangi parametrelere bağlı olduğu, ağı kurulacağı bölgenin yapısına, kullanım amacına bağlıdır [8]. Örneğin Japonya geonet ağında 1200' den fazla sürekli gözlem yapan GNSS istasyonu, ülkenin deprem kuşağında bulunması nedeniyle 15-20 km baz uzunluğu arasında tasarlanmış ve tesis edilmiştir. Sabit GNSS ağı yapısının, statik yapıda olan ağı yapılarına üstünlükleri birçok alanda kendini göstermektedir. Sabit GNSS ağılarının, jeofizik uygulamalara katkısı düşünüldüğünde, bölgenin anlık olarak tektonik hareketlerinin incelenebilmesi, depremlerin önceden kestirilebilmesi için analizlerin tek anlamlı bir sistemden ve sürekli toplanması sayılabilir. Sabit GNSS ağılarının kullanılmasının, ülkenin tek anlamlı bir referans ve koordinat sisteminde

tanımlanmasına, üst derece ağlarla ilişkisinin hassas bir şekilde kurulmasına, global ölçekte ise, Dünya koordinat sisteminin değişimlerinin izlenmesine katkısı büyük olmaktadır. Sabit GNSS istasyonlarında toplanan veriler ve ürünler, yakın gerçek zamanlı veya gözlem sonrasını izleyen zaman dilimlerinde sivil kullanıcılara sunulur. Bu bağlamda düşünüldüğünde, sivil kullanıcılar bu ürünleri internet ortamından, RINEX veri formatında, istenilen zamanda elde edebilmektedirler. Bu veriler sayesinde ölçü sonrası değerlendirme (post-process) yapılabilmektedir.

Global anlamda Uluslararası GNSS servisi tarafından kurulan ve işletilen IGS ağı, bu yapıda ön plana çıkan bir ağıdır. 7 Ağustos 2011 tarihi itibarıyla ağıdaki 436 istasyonun, 382'si faal durumda hizmet vermektedir. Bu ağın istasyonlarından İSTA, TUBİ, ANKR, TRAB, DYR2 noktaları ülkemizde bulunmaktadır. Aynı zamanda GNSS standartları ve kullanımı açısından 1994 yılından bu yana kullanıcılara yüksek doğruluklu çeşitli ürünler sunan IGS ağı, global düzeyde, referans sisteminin oluşturulmasına ve birçok çalışmaya katkıda bulunmaktadır. Bölgesel olarak kurulmuş ve işletilen bir diğer ağ da, Avrupa sabit GNSS istasyonları (EUREF/EPN) ağıdır. Ülkemizde bu yapıda bir ağın hayata geçirilmesi Harita Genel Komutanlığı (HGK), Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ve İstanbul Kültür Üniversitesi' nin katılımlarıyla olmuştur.

Ülkemizin tümünü kapsayan bu sabit GNSS istasyonunun adı Türkiye Ulusal Sabit GNSS (TUSAGA-Aktif/Pasif) Ağı' dır [7].

Bölgesel olarak ise, İstanbul ve yakın çevresini kapsayan Uydulardan Konum Belirleme Sistemi (İSKİ-UKBS) ağı, İSKİ kurumu tarafından hayata geçirilmiştir. Bunların yanında, deprem ve yer kabuğu hareketlerinin incelenmesi çalışmaları için TUBİTAK-MAM tarafından Marmara Bölgesi'nde kurulan MAGNET isimli bir ağ bulunmaktadır [8].

#### **2.4.2 Aktif GNSS ağları**

Geleneksel ya da klasik RTK uygulaması olarak anılan gerçek zamanlı kinematik konumlama tekniğinin en büyük dezavantajı mesafeye bağımlı olarak modellenemeyen hata kaynaklarının etkileridir. Ağ RTK yapısında gerçek zamanlı konumlama tekniğinde ise, bahsedilen hataların çeşitli düzeltme hesaplama algoritmalarıyla elde edilmesi sonucu daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Ağ RTK yapısında gerçek

zamanlı konumlama tekniğinin uygulanabilmesi, aktif yapıda olan sabit GNSS ağlarıyla mümkün olmaktadır. Bu ağ yapısında, referans istasyonlarının üzerinde bir iletişim kaynağı bulunmakta, toplanan veriler ve hesaplanan düzeltmeler anlık olarak kullanıcılara, ağ hesap merkezine gönderilmekte ve alınmaktadır [7].

#### **2.4.3 Sabit GNSS ağlarının avantajları**

Sabit GNSS ağları, aktif ya da pasif yapıda olsun, jeodezik, mühendislik, jeofizik amaçlı uygulamalara birçok katkı sunmaktadır. Bu katkıların sonucunda sabit GNSS istasyonları, ağ yapısında modelleme yapıldığı için klasik RTK tekniğine göre daha yüksek doğruluk sağlamakta, klasik RTK yöntemine göre daha geniş kapsama alanında hizmet verebilmektedir. Bunun yanında, yapılan ölçüler sonucu hesaplanan koordinatlar, tek bir datumda ve koordinat sisteminde olduğu için global ve ulusal standartlarda olmakta ve mutlak doğruluk sağlanmaktadır. Yapılan ölçülerin sürekliliği sayesinde, en uygun uydu geometrisi seçilir, kaba hatalar ve uyumsuz ölçüler atıldığı için güvenilirliği ve doğruluğu yüksektir. Ulusal anlamda ve her bölgeyi kapsayan bir sistem olduğu için bölgesel anlamda ağ sistemlerinin kurulması gereksinimini önlemekte ve böylece maliyet anlamında da katkı sağlamaktadır.

#### **2.5 TUSAGA Aktif Ağı (CORS-TR)**

Günümüzde sürekli gözlem yapan sabit GNSS ağlarının kurulması, jeodezik ve mühendislik çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu gereksinimler sonucunda ülkemizde de sürekli gözlem yapan TUSAGA-Aktif (CORS-TR) ağının kurulmasına karar verilmiştir. Bu ağın kurulumu, Harita Genel Komutanlığı, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nün denetiminde, İstanbul Kültür Üniversitesi'nin yürütücülüğünde, TÜBİTAK kurumunun desteğiyle gerçekleştirilmiş olup, bir kamu-arge projesidir. Ağ prensibinde çalışan sabit GNSS istasyonlarının kurulması ve datum dönüşüm parametrelerinin belirlenmesine ilişkin araştırma ve uygulama projesi olan TUSAGA-Aktif, Mayıs 2009 itibarıyla tamamlanarak sistem faaliyete geçirilmiştir. Projenin ana hedefleri: Tüm Türkiye'de 147 sabit GNSS istasyonu kurularak Ağ RTK düzeltme verilerinin sağlanması, bu verilerle gerçek zamanlı ve santimetre mertebesinde hassas konumlama yapılması, farklı koordinat sistemleri arasındaki

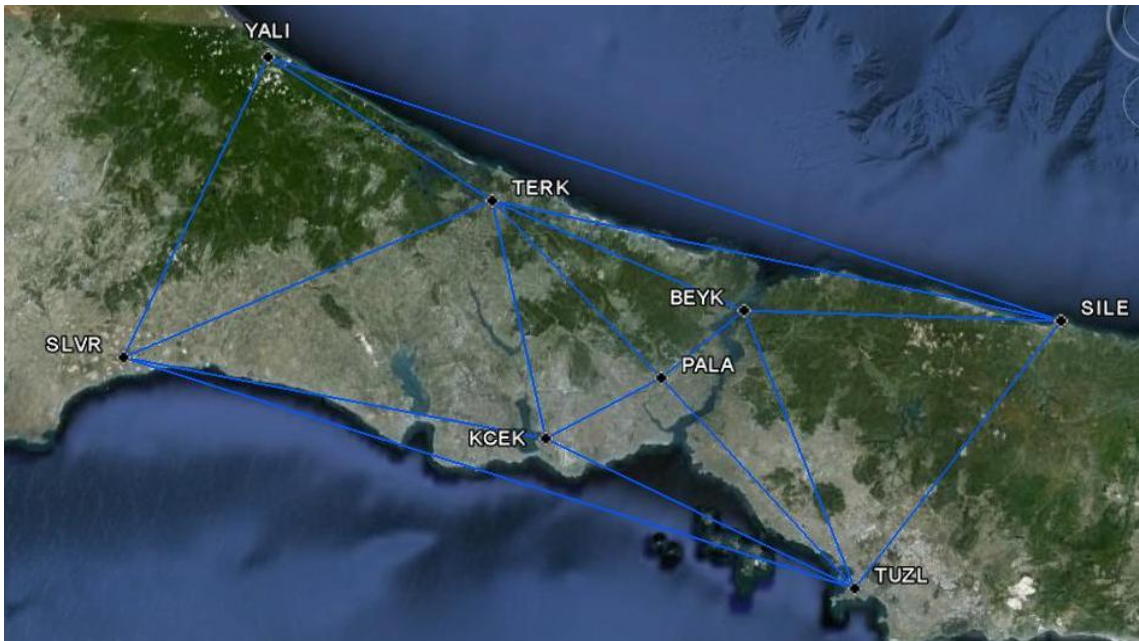




TUTGA ağı ile entegre edilen bu ağın noktaları, ITRF koordinat sisteminde, 2005 epoğunda ve 1996 datumunda hesaplanmıştır [9].

## 2.6 İSKİ-UKBS Ağı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olan İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) tarafından 2008 yılında hayata geçirilmiştir. Bu ağın yapısı da TUSAGA-Aktif ağıyla aynı olup, bölgesel kullanım için tasarlanmış bir CORS ağıdır. Ağın kapsama alanı içerisinde İstanbul il sınırları ve yakın çevresi bulunmaktadır. İSKİ-UKBS ağında 8 adet sabit istasyon mevcuttur [10].



Şekil 2. 4 İSKİ-UKBS Ağı istasyonlarının dağılımı

İSKİ-UKBS sisteminde bulunan sabit istasyonların koordinatları, global bir ağ olan IGS ağına dayalı olarak hesaplanmıştır.

Bu ağın koordinat sistemi ITRF olup, koordinatlar ITRF2005 datumunda ve ITRF2005 epoğunda hesaplanmıştır. Bu ağın kontrol merkezi İSKİ Bilgi İşlem Daire Başkanlığında bulunan 2 adet sunucudan oluşmaktadır. Kontrol merkezine kurulan Geo++ yazılımı ile hesaplanan düzeltmeler NTRIP formatında yayınlamakta olup, düzeltmelerin hesaplanmasında FKP, VRS, MAC yöntemleri kullanılmaktadır. İstasyonlara kurulan

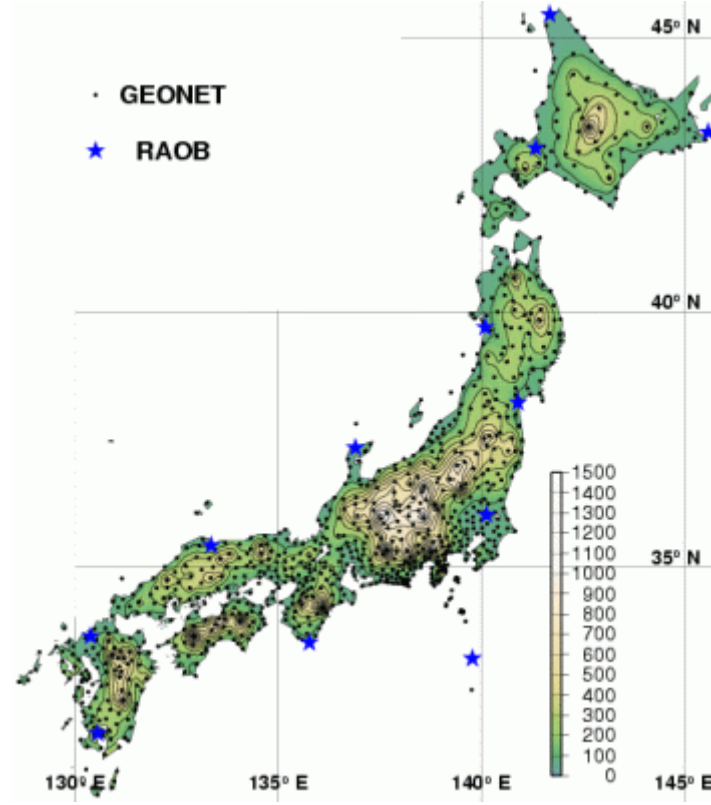
GNSS alıcıları, sinyal yansımalarını önleyici choke ring adıyla anılan antenlerle donatılmıştır. GNSS alıcısı olarak ise TOPCON NET-G3 modeli kullanılmıştır [10].

Çizelge 2. 2 İSKİ-UKBS istasyonları, [10].

| Nokta No | Nokta Adı | Tesis Adı                                                      |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------|
| UKBS_01  | YALI      | Istranca Düzedere Barajı (Yalıköy) Şeflik Binası               |
| UKBS_02  | SLVR      | Yeraltı Suları ve Göletler Şube Müdürlüğü, Çanta Hizmet Binası |
| UKBS_03  | BEYK      | Anadolu Kavağı Terfi Merkezi                                   |
| UKBS_04  | TUZL      | Tuzla İleri Biyoloji Arıtma Tesisi                             |
| UKBS_05  | SILE      | Şile Şube Müdürlüğü                                            |
| UKBS_06  | TERK      | Terkos Havza Koruma Şefliği                                    |
| UKBS_07  | KCEK      | Küçük Çekmece Şube Müdürlüğü                                   |
| UKBS_08  | PALA      | İSKİ Kağıthane Genel Müdürlük                                  |

## 2.7 Japonya Geonet Ağı

Sabit GPS istasyonların çalışması Japonya’da ulusal haritacılık kuruluşu olan GSI tarafından 110 istasyonun kurulması ile 1993 yılında başlatılmıştır [11]. 1994 yılında 100 istasyon daha kurulmuş, her iki sistem daha sonra birleştirilmiş ve bunlara 400 istasyon daha eklenmiştir. Bu ağa GEONET adı verilmiştir. GEONET ağı ortalama 25 km sıklıklı yaklaşık 1230 referans istasyonundan oluşmaktadır. İstasyonların tamamı 5 metre uzunluğunda paslanmaz çelik yapı şeklinde tesis edilmiş olup, kullanılan alıcı modeli çift frekanslı jeodezik alıcılar, anten modeli ise radome takılı “choke ring ” antenleridir. Alıcı, güç kaynağı vb tüm çevre birimleri bu tesisin alt tarafında bulunan kilit bölme içerisine yerleştirilmiştir. Bu istasyonlarda 1 Hz sıklıklı 24 saat gerçek zamanlı veri transferi yapılmaktadır. Bu ağa gerçek zamanlı veri transferi kabiliyeti 2003 yılında kazandırılmıştır [11].



Şekil 2. 5 GEONET Ağı Nokta Dağılımı, [11].

GSI GEONET Ağı, başlangıçta yerkabuğu hareketlerinin incelenmesi amacıyla kurulmuş, ancak GRAPES (GNSS Research and Application for Polar Environment) projesi ile birlikte deprem anındaki yer değiştirmelerin de belirlenebileceği görülmüştür. GEONET ile volkanik patlamalarında da izlenebileceği sonucuna varılmıştır. Bunlara ilave olarak günümüzde GEONET; jeodezik ölçmeler, kadastro ve mühendislik ölçmeleri, meteorolojik çalışmalar amaçlı olarak yoğun şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 2. 6 GEONET Ağı İstasyonları, [11].

GEONET ağı referans istasyonları verileri GSI merkezinde bulunan hesap ve kontrol merkezine gönderilmektedir. Referans istasyonlarının veri aktarımı IP-VPN veri iletişimi sayesinde yapılmaktadır. Bu istasyonlarda 1Hz (1 saniye) sıklıkla toplanan veriler hesap ve kontrol merkezine aktarılmaktadır. Bu veriler aynı zamanda (RTK) olarak kinematik amaçlı kullanıcılara da ücret karşılığında yayınlanmaktadır. Ticari amaçlı veri yayını sorumluluğunu JAS (Japan Association of Surveyors) üstlenmiştir. Ancak bu yayınlar kullanıcılara JAS (Japon Haritacılar Birliği) ile kontrat imzalamış dört ticari servis sağlayıcı firma tarafından sağlanmaktadır.

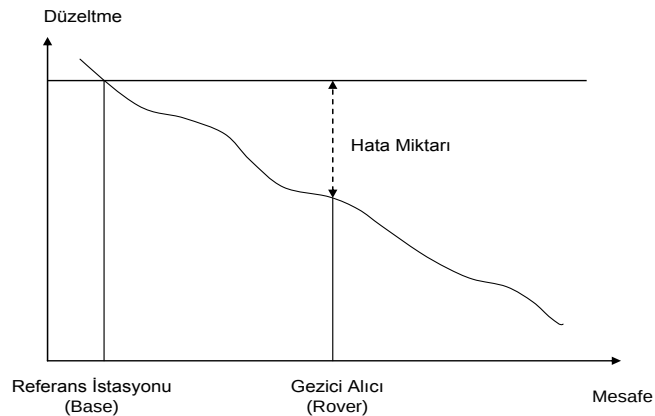
Diğer taraftan, GSI merkezinde toplanan 1 Hz sıklıklı veriler 30 saniye sıklıklı ve 3 saatlik RINEX dosyalar haline getirilerek kurumun web sayfasından kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Bu veriler daha sonraki kullanımlar için arşivlenirken, 1 Hz sıklıklı veriler ise deprem, volkanik hareketler, olağan dışı meteorolojik olaylar haricinde en fazla birkaç hafta arşivlenmekte ve daha sonra silinmektedir.

### GNSS AĞLARINDA GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK KONUMLAMA

Uydularla konumlama sistemlerinin (GPS) kullanılmaya başlanması 1980'li yılların başına dayanmaktadır. İlk uyduların yörüngeye oturtulmasının ardından anlık olarak konum belirlemenin yaklaşık 300 metre doğrulukla uygulanması önemli bir gelişme olarak söylenebilir. Bu yıllardan günümüze kadar olan gelişmeler içinde, üç boyutlu anlık konum belirlemenin geliştirilmesinde uyduların yayınladığı sinyal yapılarının geliştirilmesi, ABD savunma dairesi tarafından geliştirilen GPS (Global Positioning System) sistemine ilave olarak Avrupa birliğinin (AB) geliştirdiği GALİLEO uydu sistemi ve Rusların geliştirdiği GLONASS uydu sistemi söylenebilir. Son yıllara kadar literatüre geçmiş ve en yoğun kullanılan GPS sisteminin ismi, GLONASS uydu sisteminin geliştirilip, kullanıma başlanmasıyla birlikte GNSS (Global Navigation Satellite Systems) olarak değişmiştir. Bu sistemlerin geliştirilmesinin ardından, üç boyutlu anlık konumlama daha güvenilir, doğruluğu yüksek ve çözüm hızı daha başarılı olarak uygulanmaya başlanmıştır. Uydularla anlık konumlama sistemi uzun yıllardır birçok alanda kullanılmasına karşın, bu sistemlerin doğruluğu ve kalite kontrolü söz konusu olduğunda, dünyanın her yerinde uygulanabilirliği, doğruluğu ve güvenilirliğini etkileyen hata kaynakları mevcuttur. Bu hata kaynaklarının başında atmosferik etkiler olup, uydulardan yayınlanan sinyallere yüksek oranda etki etmektedirler. Bunun yanında uydu sinyallerine kodlanmış anlık yörünge parametrelerini içeren efemeris bilgisi (Broadcast Ephemeris) hatalarla yüklüdür. Bir diğer önemli hata kaynağı da alıcı saat hatasıdır [6].

### 3.1 Klasik RTK Tekniği

GNSS tekniğinde gerçek zamanlı kinematik uygulamaların geliştirilmesi ve uygulamaya başlanması 1994 yılının başına dayanmaktadır [14]. RTK tekniği ile konum belirlemede, gezici alıcı (Rover), uydulardan yayınlanan sinyalleri kullanarak faz gözlemleriyle kendi konumunu yaklaşık olarak belirlemektedir. Bunun dışında referans istasyonu (base) olarak adlandırılan, koordinatları hassas olarak bilinen bir noktanın üzerinde kurulu olan diğer bir GNSS alıcısı ise, konumunu gezici alıcı ile aynı prensiple bulmakta ve bilinen koordinatlarıyla olan farklarını hesaplamaktadır. Daha sonra bu düzeltmeler, çeşitli iletişim araçlarıyla gezici alıcıya gönderilmektedir. Klasik RTK tekniğinde, konum doğruluğu, gezici alıcı ile referans istasyonunun arasındaki mesafeye bağımlıdır. Mesafenin artmasıyla orantılı olarak büyüyen bu hatanın en önde gelen sebepleri olarak, atmosferik etkiler (iyonosfer, troposfer) ile yörünge parametreleri hatası sayılabilir. Bu hatalar göz önüne alınarak, uygulamada istenilen doğruluğu yakalayabilmek için, gezici alıcının referans istasyonuna olan uzaklığı 10-15 km' yi geçmemelidir [13],[14]. Bunun yanında, klasik RTK tekniğinde, tek baza dayalı çözüm yapıldığı için konumlandırma doğruluğunun kontrolü de sağlanamamaktadır. Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hatanın grafiksel gösterimi şekil 3.1' de görölmektedir. Klasik RTK tekniğinde, referans istasyonunda hesaplanan düzeltmeler gezici alıcının mesafesine bağımlı olarak değişmemekte ve sabit kalmaktadır. Bu sebeple, referans istasyonunda hesaplanan düzeltmeler, gezici alıcı uzaklaşıkça ölçüm yapılan konumdaki düzeltmeleri tam anlamıyla karşılamamakta ve hata mesafeye bağımlı olarak artmaktadır.



şekil 3. 1 Klasik RTK tekniğinde mesafeye bağımlı hata, [7].

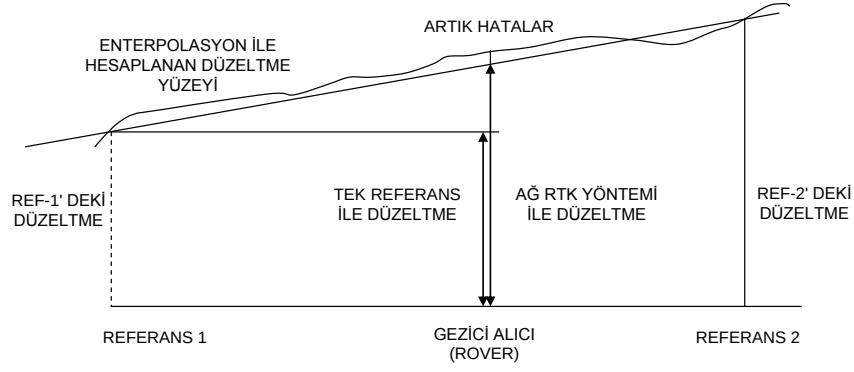
### 3.2 Ağ RTK Tekniği

Klasik RTK tekniğinde doğruluğu etkileyen en önemli faktörler olarak sayılan atmosferik etkiler, yörünge hatası mesafeye bağımlı olarak etkisini arttırmaktadır. Gerçek zamanlı kinematik uygulamalarda konumlanmanın doğruluğunu, uygulama hızını ve mesafeye bağımlılığı azaltacak yeni bir sistem olarak tasarlanmış Ağ RTK tekniği ortaya konulmuştur. Bu teknikte düzeltmeler, tek referans istasyonundan değil, çoklu referans istasyonları sisteminden üretilmektedir. Yüksek doğruluk ve hassasiyet beklenen Jeodezik uygulamalarda, mühendislik amaçlı uygulamalarda Ağ RTK tekniğinin önemli avantajları bulunmaktadır. Klasik RTK tekniğinde tek referans istasyonuna dayalı hesaplanan düzeltmelerin kontrolü, tek bir baz söz konusu olduğu için sağlanamamakta, bu da ölçünün güvenilirliğini kısıtlamaktadır.

Güvenilir ve doğruluğu yüksek uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle referans alınan noktaların ağ sistemine dayalı ölçülmüş, hesaplanmış ve dengelemesinin yapılmış olması gerekmektedir. Ağ RTK sisteminde hesaplanan düzeltmeler, jeodezik ağ yapısına sahip, sürekli gözlem yapan sabit GNSS ağlarına dayalı olarak hesaplanmaktadır.

Böylece gezici alıcının olduğu bölgeyi kapsayan ağ noktalarından yararlanılarak, atmosferik etkilerin neden olduğu hatalar ve yörünge hatası gibi hata kaynakları modellenerek elimine edilmekte ve 100 km baz mesafesine varan uzunluklarda cm mertebesinde konum doğruluğuna ulaşmak mümkün olmaktadır [15]. Şekil 3.2' de, Ağ RTK tekniğine temsilen verilen grafikte görüldüğu gibi 2 referans istasyonunda hesaplanan düzeltmelerin, alıcının bulunduğu konuma göre enterpolasyonu yapıldığında, sonucun klasik RTK tekniğine göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmektedir. Ağ RTK tekniğinde referans istasyonlarına ait gözlemler kullanılarak ağ düzeltmeleri hesap merkezinde hesaplanmakta ve kullanıcılara (gezici alıcılara) çeşitli iletişim teknikleriyle gönderilmektedir.





Şekil 3. 2 Ağ RTK yönteminde düzeltmelerin enterpolasyonu, [7].

### 3.3 RTK Tekniğinde Veri Aktarma Protokolleri

Ağ RTK yöntemine göre gerçek zamanlı kinematik konumlamada hesap merkezinde hesaplanan düzeltmelerin gezici alıcıya anlık olarak gönderilmesi gerekmektedir. RTK bilgilerinin aktarılmasında kullanılacak olan veri iletişim sistemlerinin belirlenmesinde uzaklık, kapsama alanı, bant genişliği ve maliyet etken olmaktadır.

Klasik RTK tekniğinde gezen alıcılar ile referans istasyonunun arasındaki haberleşme radyo modem aracılığıyla sağlanır. Bir radyo modemin haberleşme mesafesi ise modemin gücüyle ve çevresindeki engellerle sınırlanmaktadır.

Modemin yayın yaptığı kapsama alanı dışına çıkıldığı ölçme çalışmalarında birden fazla referans istasyonu kurulmak zorunda kalınmaktadır. Ağ RTK yönteminde 100 km' ye varan mesafelerden söz ettiğimize göre ya da hesap merkezinden gezici alıcıya düzeltmelerin gönderildiği düşünülürse yüzlerce km mesafede radyo modem aracılığıyla iletim sağlamak olanaksız hale gelecektir. Bu durumda kullanılması öngörülen tekniklerden GSM/GPRS, uydu haberleşme sistemleri, uygulanabilir sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ağ RTK tekniğinde yaygınca kullanılan yöntemlerden biri internet vasıtasıyla, internet protokolünün (IP) kullanılmasıdır. Buna örnek olarak NTRIP protokolü verilebilir. Bu protokole, eş zamanlı olarak GNSS alıcısı (gezici alıcı) ile bilgisayarın arasındaki bağlantıda GSM, GPRS, EDGE , 3G, CDMA ya da uydu haberleşme tekniklerinden birisi kullanılarak IP ağı üzerinden erişim sağlanmaktadır. Gerçek zamanlı kinematik uygulamalarda aktarılabilecek olan verinin yoğunluğu veri formatına ve gözlenen uydu

sayısına bağılı olarak değişmektedir. Örneğin, RTCM 2.3 formatı çift frekanslı bir alıcıdan 12 uyduya ait kod ve faz ölçü düzeltmelerinin yayınlanması için 4800 bps'ye ihtiyaç vardır. Oysa aynı içerikli ve yoğunluktaki veri kümesi RTCM 3.1 formatı kullanılarak 1800 bps'de aktarılmaktadır [7].

### **3.3.1 Uluslararası Standart Protokoller**

Bu protokoller tüm kullanıcılara açık olup bütün GNSS alıcısı modelleri tarafından kullanılabilmektedirler. Bu protokollerin en temel özelliği yalnızca tek taraflı iletişim ile kullanılmasıdır.

1. NMEA 0183 : Yalnızca navigasyon amaçlı uygulamalar için kullanılmaktadır. bu format tüm GNSS alıcıları için standart olup ASCII formatındadır.
2. CMR/CMR+ : Topcon, Trimble, Leica, Novatel ve Ashtech alıcıları tarafından kullanılmakta olup, bu format ile gerçek zamanlı kinematik uygulamalarda RTCM 2.0' a alternatif olarak daha etkin bir bant kullanımı sağlar.
3. BINEX (BINary Exchange) : GNSS ve SBAS tabanlı kullanımlar için oluşturulmuş, binary formatta olan bir protokoldür.
4. RTCM SC104 : Gerçek zamanlı uygulamalarda veri aktarımında kullanılan uluslararası bir standarttır. RTCM tarafından bugüne kadar 7 değişik standart yayınlanmıştır. Bu standartlar; DGPS için RTCM 2.0 (kod düzeltmesi DGPS), RTCM 2.1 (kod, faz düzeltmesi), DGNSS servisi için RTCM 2.2, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1 (GPS, GLONASS Ağ RTK) ve NTRIP versiyon 1.0'dır.

Çizelge 3. 1 RTCM 3.0 formatının içeriği

| Mesaj No | Açıklama                                             |
|----------|------------------------------------------------------|
| 1001     | Tek Frekanslı (L1) GPS RTK ölçüleri                  |
| 1002     | İyileştirilmiş L1 GPS RTK ölçüleri                   |
| 1003     | L1 ve L2 GPS RTK ölçüleri                            |
| 1004     | İyileştirilmiş L1 ve L2 GPS RTK ölçüleri             |
| 1005     | RTK referans istasyonu anteni ARP                    |
| 1006     | RTK referans istasyonu anteni ARP + anten yüksekliği |
| 1007     | Anten tanımlayıcı                                    |
| 1008     | Anten tanımlayıcı + seri numarası                    |
| 1009     | Tek Frekanslı (L1) GLONASS RTK ölçüleri              |
| 1010     | İyileştirilmiş L1 GLONASS RTK ölçüleri               |
| 1011     | L1 ve L2 GLONASS RTK ölçüleri                        |
| 1012     | İyileştirilmiş L1 ve L2 GLONASS RTK ölçüleri         |
| 1019     | GPS Uydu yörünge bilgileri                           |
| 1020     | GLONASS Uydu yörünge bilgileri                       |

### 3.3.2 İnternet Protokolleri

Günümüzde aktif yapıda GNSS ağları birçok ülke tarafında kurulmuş ya da kurulmaktadır. Bu ağların kullanılması ile çok sayıda kullanıcı bu sistemlerden anlık olarak veri alması gerekecek olduğundan, iletişim sistemlerinin buna göre düzenlenmesi uygulanabilirlik açısından önemli bir konudur. Gerçek zamanlı kinematik uygulamalarda veri iletişimi radyo modemler (VHF/UHF band) tarafından yapılmakta iken günümüzde yüksek hızlı internet, uydular ve fiber optik hatlar kullanılmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte yeni protokoller ortaya çıkmıştır. Bunlar; NTRIP ve RT-IGS protokolleridir [16].

### **3.3.2.1 NTRIP Protokolü**

Düzeltilme verilerinin ya da ağı ilişkin çeşitli verilerin internet üzerinden yayınlanması amacıyla geliştirilmiş uluslararası bir protokoldür. GNSS tekniğine ilişkin bir veri formatı değildir. Yalnızca verilerin internet üzerinden yayınlanma şablonunu çizen bir protokoldür. NTRIP, 2004 yılında bir RTCM standardı olarak kabul edilmiştir [7]. NTRIP protokolü ile servis sağlayıcılar ile kullanıcılar birbirinden ayırt edilebilir ve kullanıcıların kimlik doğrulaması yapılabilmektedir. NTRIP protokolü http tabanlı çalışmakta, veri aktarımında TCP sistemini kullanmaktadır. Bu protokol özellikle aktif GNSS ağlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. GSM, GPRS, EDGE ve UMTS gibi IP ağlarını desteklemektedir. Bu protokolün kullanımıyla birlikte veri aktarımındaki eksiklikler ortadan kalkmış, toplu kullanımları desteklemesi yönünden etkin kullanım alanı sağlamıştır. Örneğin, aynı anda binlerce kullanıcıya yüzlerce sunucudan veri gönderilebilmektedir. TCP/IP kullandığı içinde herhangi bir hareketli IP ağına veri gönderebilmekte, bu da kinematik uygulamalar için önemli bir avantaj sağlamaktadır [16].

### **3.3.2.2 RT-IGS Protokolü**

IGS tarafından geliştirilmiştir. Yayınlanan bilgiler;

- İstasyon bilgileri (saatte iki kez)
- Gözlemler (her saniye)
- Efemeris (hesaplandığında)
- Atmosferik parametreler (5 dk.)

Diğer GNSS tekniklerinin iletişiminde kullanılanın aksine tek anlamlıdır. RT-IGS verilerinin yayınlanmasında UDP (User Datagram Protocol) kullanılmaktadır. UDP'nin özelliği olarak düzensiz bir mesaj formatı olup, gönderilen mesajın kalitesi ve doğruluğundan kullanıcı sorumludur. UDP kullanılmasının sebebi ise, internet tabanlı anlık uygulamalarda daha hızlı ve uygun olmasıdır [7].

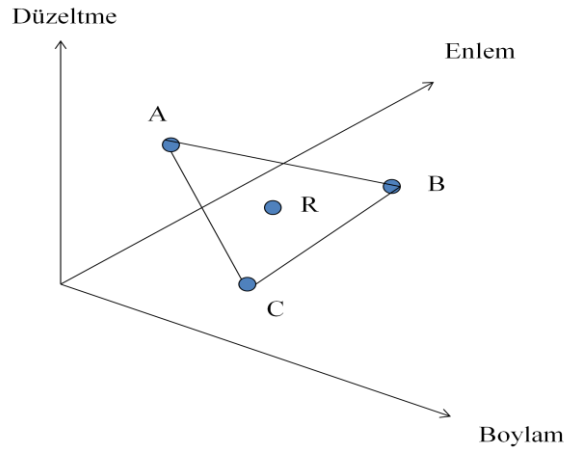
### **3.4 Ağ RTK Tekniğinde Hesap ve Aktarma Yöntemleri**

GPS ile konum belirlemede hata kaynakları, uydu saat hataları, uydu yörüngesi parametrelerinin tanımlanmasından kaynaklanan hatalar, iyonosfer gecikmesi kaynaklı hatalar, troposfer gecikmesi kaynaklı hatalar, yansıma kaynaklı hatalar ve anten faz merkezi hataları olarak sıralanmaktadır. Buradaki yaklaşımın temelinde, tüm bölgeyi ağ yapısı ile kapsayan, koordinatları hassas olarak hesaplanmış sabit GNSS istasyonları ile hata kaynaklarının etkilerini daha etkin bir şekilde modellemek, bu hataları elimine etmek ve böylece gezici alıcıların koordinatlarını duyarlı bir şekilde belirlemek yatmaktadır. Ağ-RTK tekniğinde, tüm hata kaynakları ağ genelinde ele alınmakta ve modellendirilmektedir. Bu yaklaşımda, troposfer, iyonosfer ve yörüngeye ait hataların fonksiyonel ve stokastik ayrımını gerçekleştirilebilmekte ve böylece sabit GNSS ağ yapısı sayesinde bu hatalar giderilebilmektedir. Ağ yaklaşımı RTK/DGPS uygulamaları için yaygın olarak kullanılan başlıca teknikler alt bölümlerde verilmiştir.

#### **3.4.1 Alan Düzeltme Parametreleri Yöntemi FKP Yöntemi**

Almanya'da SAPOS topluluğu tarafından geliştirilen bir düzeltme hesap algoritması olan FKP (Flächen Korrektur Parameter) yöntemi, CORS ağlarında, Ağ RTK tekniği ile gerçek zamanlı kinematik konumlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bu teknikte referans alıcılarından üretilen düzeltme parametrelerinin gezici alıcıya gönderimi yatmaktadır. Bu hesaplamada, gezici alıcı çevresindeki referans istasyonlarının verilerine dayanarak en uygun düzeltme yüzeyi hesaplanır. Gezici alıcının konumu enterpolasyon ile hesaplanmakta, bu işlem için gerekli parametreler gradyen parametreleri şeklinde yayınlanmaktadır. RTCM 2.3 veri formatında düzeltme bilgileri gönderilir. Bunun yanında ilave mesaj-59 gönderilmekte, bu mesajın içeriği ise, her bir referans istasyonunun çevresindeki lineer geometrik ve iyonosferik düzeltme parametrelerinden oluşmaktadır. Bu lineer düzeltmeler doğu-batı ve kuzey-güney doğrultularındaki değişimleri göstermektedir. Bu algoritmanın temelini oluşturan lineer parametre kestirimi yöntemi basit bir yöntem olduğu için FKP parametreleri tek bir referans istasyonunu çevreleyen sınırlı bir alan için düzeltme parametreleri üretmektedir. FKP tekniğinde, gezici alıcı ile referans istasyonları arasında iki yönlü iletişim kurulması zorunluluğu yoktur. İki yönlü iletişim kurulması durumunda, gezici

alıcının düzeltme bilgilerini alacağı en uygun referans istasyonunun belirlenebilmesi için istasyonların NMEA formatında koordinatları gerekmektedir. Fakat günümüzde, Dünya’ daki ağların % 99’ unda çift yönlü iletişim tercih edilmektedir. FKP tekniği basitleştirilmiş olarak Şekil 3.3’de tanımlanmış olup, A, B ve C noktaları referans istasyonlarını, R ise gezen alıcıyı ifade etmektedir. Bu yöntemde belirli bir alan için geçerli olan FKP düzlemleri belirlenmekte, bu düzlem bilgisi ile tek istasyona ait düzeltme parametreleri gezici alıcı tarafından alınmaktadır [7].



Şekil 3. 3 FKP tekniği, [7].

#### 3.4.2 Ana Yardımcı Referans İstasyonları (MAC) Yöntemi

MAC yönteminin temel prensibi; GNSS ağına ve gözlemlere ilişkin azami hata bilgisinin paket halinde gezen alıcılara gönderilmesidir. Böylece ağına ilişkin ne kadar çok bilgi gelirse gezen alıcının kendi konumunu doğru olarak belirleme olasılığı o kadar artacaktır. MAC yönteminde, bir merkez referans istasyonu (master) ve onun “RTCM V3. 1 mesaj 1004” formatında tüm ham ölçü verileri ile diğer (auxiliary, yardımcı) referans istasyonlarının azaltılmış verileri birlikte kullanılmaktadır. MAC prensibinde referans istasyonları ile uydular arasındaki faz uzaklıkları ortak bir belirsizlik seviyesine getirilmektedir. Burada, tüm referans istasyonlarında kaydedilen faz gözlemleri arasında ikili faz farkları oluşturularak, tamsayı bilinmeyenleri çözümü minimum seviyeye düşürülerek geriye kalan iyonosfer, troposfer ve uydu yörünge hataları yüksek doğruluklarla modellendirilmektedir [7].

Ağ yapısında modellendirmede ortaya çıkan büyük hacimli verileri aktarmaktan kaçınmak için;

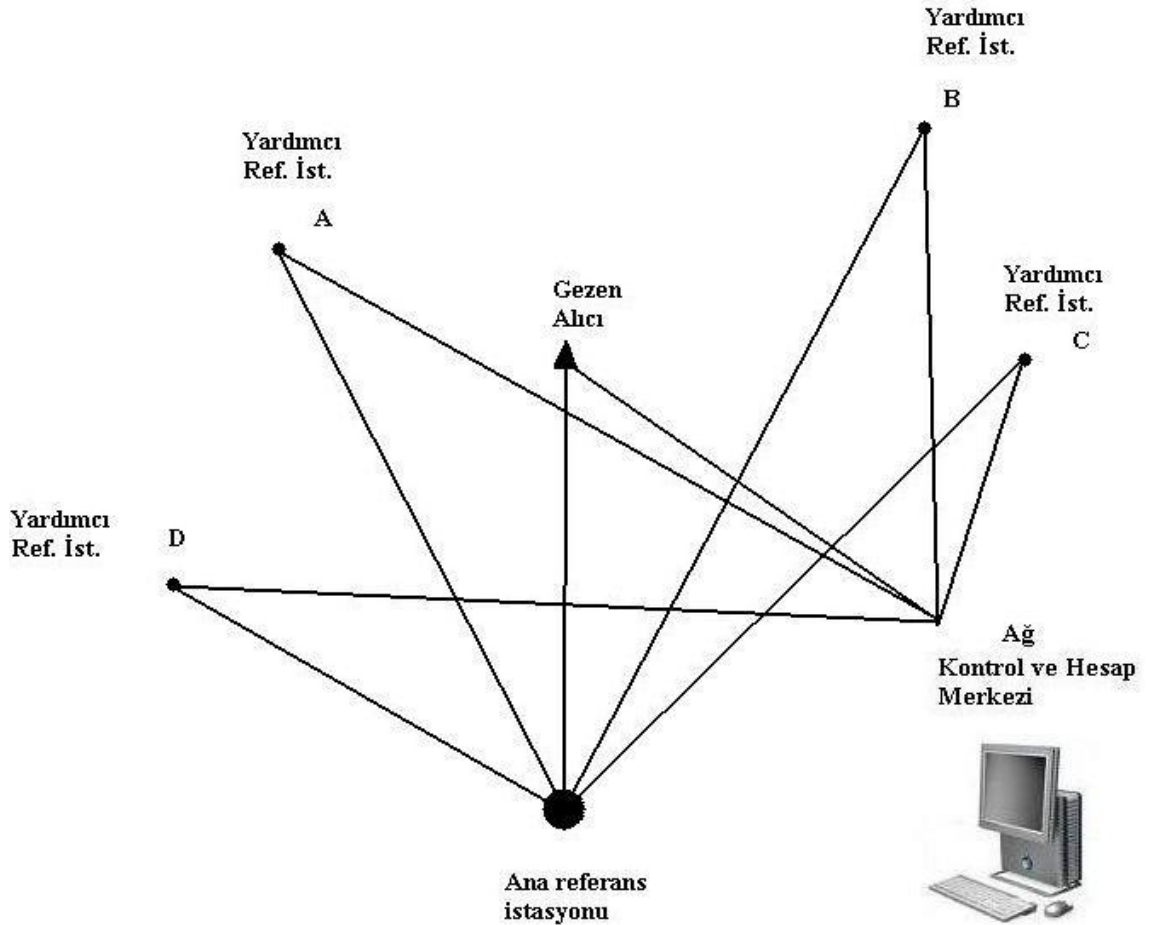
1. Ana istasyona ait tüm düzeltme ve koordinat bilgileri yayınlanmaktadır.
2. Ağın diğer referans istasyonları için yalnızca düzeltme ve koordinat farkları yayınlanmaktadır.
3. Ana istasyon ile ağın diğer referans istasyonları arasında hesaplanan bu farklar küçük boyutlu olup, mesaj içerisinde fazla yer tutmamaktadır.
4. Yayınlanan bu düzeltme farkları, gezen alıcılar tarafından bulunulan nokta için enterpole yapılmasına ya da ağdaki tüm referans istasyonlarına ait mutlak düzeltmelerin tekrar oluşturulmasına yaramaktadır. Böylece, gezen alıcının konum hesabı için hiçbir veri kaybı olmaksızın yalnızca tek yönlü veri aktarma hattı kullanılarak en uygun çözüm elde edilmektedir.
5. Ayrıca, verilerin yayınlanması için gerekli bant genişliği de, düzeltmeleri yayılan ve yayılmayan şeklinde ikiye ayrılarak en aza indirilmektedir. Burada yayılan ile, hızlı değişim gösteren iyonosfer, yayılmayan ile ise, zaman içerisinde yavaş değişim gösteren troposfer ve yörünge ifade edilmektedir.
6. Yayılan iyonosferik düzeltme zamanla hızlı değişim gösterdiği ve frekans bağımlı olduğu için , tüm frekanslardaki (L1, L2, L5) düzeltmeler tam olarak ve sık aralıklarla yayınlanırlar. Türkiye'nin de aralarında bulunduğu orta enlemlerde diferansiyel iyonosferik değişim saniyede birkaç mm.' dir.
7. Oysa troposfer ve uydu yörünge düzeltmeleri zaman içinde yavaş değişim gösterdiğinden daha seyrek aralıklarla yayınlanırlar. Bu nedenle iyonosferik düzeltmelerin 2-10 sn. sıklıkla, troposferik düzeltmelerin ise 10-30 sn. de bir yayınlanması yeterlidir.

Sonuç olarak atmosferik düzeltmelerin 2 sn ile 10 sn arasında bir güncelleme hızı ile yayınlanması gezen alıcı konumunun hesaplanmasında önemli bir doğruluk kaybına neden olmayacaktır. MAC tekniğinde ana istasyonun gezen alıcılara en yakın istasyon olması gerekmemektedir. Önemli olan aynı uydulara gözlem yapılmış olmasıdır. Çünkü ana istasyon düzeltmelerin hesaplanmasında özel bir görevi olmayıp, esas olarak

düzeltilmelerin yayınlanmasında rolü vardır. Eğer herhangi bir nedenle ana istasyondan veri alınamazsa yardımcı referans istasyonlarından birisi bu görevi üstlenirler. MAC yönteminde tüm hata kaynaklarına ilişkin düzeltilmeler gezen alıcılara aktarılmaktadır. Bunun sonucunda ise;

- Sistem bütünlüğü sağlanmakta,
- Uydulara kilitlenme ve ölçüye başlama süresi azalmakta,
- Uydulara kilitlenme ve ölçüye başlama süresi azalmakta,
- Faz belirsizliği çözümleri daha doğru ve hızlı olmakta,

Böylece konum belirleme doğruluğu artmaktadır. Şekil 3.14' de MAC tekniğinin çalışma prensibine ilişkin ağ şeması verilmiştir.



Şekil 3. 4 Ana-Yardımcı Referans İstasyonları Yöntemi (MAC) ağ şeması, [7].



### 3.4.3 Sanal Referans İstasyonu (VRS) Yöntemi

Sanal referans istasyonu tekniğine dayalı düzeltme hesaplamada temel kural; gezici alıcı için geçerli olan düzeltme katsayılarının, gezici alıcının çevresindeki birden fazla referans istasyonundan faydalanılarak hesaplanmasıdır. Böylece anlık konumlamada hataya sebep olan atmosferik etkiler yüksek doğrulukla belirlenmektedir. Ayrıca, çevredeki referans istasyonlardan biri devre dışı kalırsa, gezici alıcıya en yakın referans istasyonu devreye girerek düzeltmeler hesaplanmaktadır. Bu da sistemin sürekliliği açısından önemli bir özelliktir.

Merkezi işlem yapan bilgisayar mekansal hataları modellemek için referans istasyonlarını kullanır ve uygun düzeltmeler getirir. Kullanıcı açısından bakıldığında hareketli alıcı merkez ile iletişim kurar. Burada kendi yaklaşık konumunu gönderir ve düzeltmeleri talep eder. İşlem yapan merkezi bilgisayar gezici alıcının yaklaşık konum koordinatlarında referans alıcı varmış gibi düzeltmeler üretir ve gezici alıcı sanal referans istasyonuna göre konumlandırılır [17].

VRS'nin kullanıldığı RTK uygulamalarında konum doğruluğu referans istasyonlarından uzaklaşılması durumunda bile santimetre seviyesinde olmaktadır [17].

VRS sisteminde işlem adımları:

1. CORS istasyonlarından veriler hesap ve kontrol merkezine 1 saniye ya da farklı aralıklarla aktarılır.
2. Gezici alıcı kendi yaklaşık konumunu kontrol ve hesap merkezine gönderir.
3. Hesap ve kontrol merkezinde gezici alıcının yaklaşık koordinatlarını kullanarak VRS verisi hesaplanır.
4. VRS verisi RTCM formatında gezici alıcıya gönderilir.
5. Gezen alıcıda standart RTK çözümü yapılarak konum belirlenir.

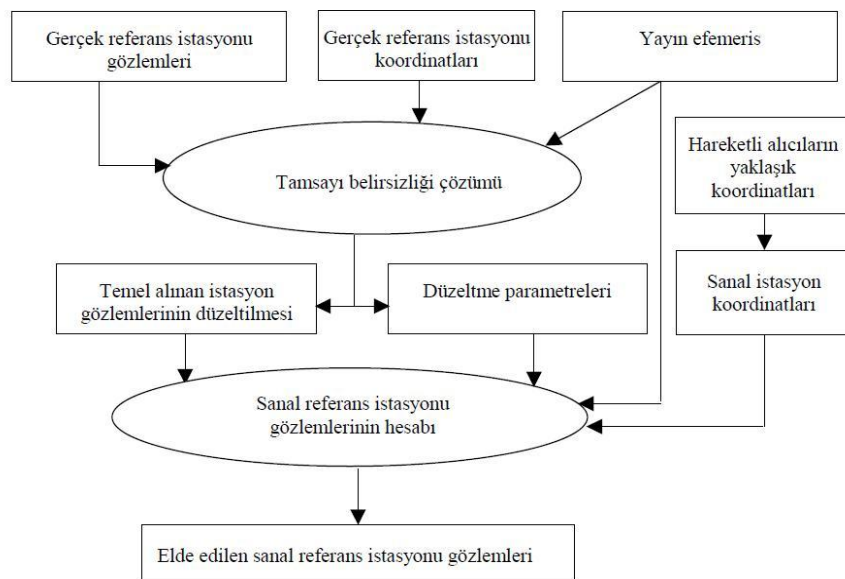
Eğer hesaplamaların talep üzerine tek bir kullanıcı için yapılması istenmiyorsa ve belirlenen bir grid alan için geçerli düzeltme modelleri isteniyorsa bu durumda Sanal Referans Hücre (VRC: Virtual Reference Cell) yöntemi kullanılmaktadır. Özellikle kinematik uygulamalarda, sanal referans istasyonundan uzaklaşıldıkça mesafeye

bağımlı hatalar artmakta, bu da sanal referans istasyonu çözümüne etkilemektedir. VRC yönteminde ise bulunulan bölge için olan düzeltmeler hesaplandığı ve yayınlandığı için kinematik uygulamalarda bu sistemin kullanılması daha uygundur. Bu yöntemde VRS kullanılmamakta, gezen alıcı hangi grid aralığında hareket ederse o bölgeye ait düzeltmeler yayınlanmaktadır.

Burada, grid alandan çok sayıda veri kümesi aktarılır ve gezen alıcı en yakın VRS verilerini seçerek kullanır. Bu yöntemde VRS yönteminde olduğu gibi kullanıcı sayısı sınırlaması yoktur. Gezen alıcı ile hesap ve kontrol merkezi arasında karşılıklı iletişim hattına gereksinim bulunmamaktadır. Bunun yanında hesaplanan düzeltmeler DGPS tekniğine göre hesaplandığı için elde edilecek konum doğruluğu VRS yöntemine göre daha düşük olacaktır. Sonuç olarak VRC yönteminin daha çok WADGPS ağlarında kullanımı uygundur.

Klasik (Standart) gerçek zamanlı kinematik GNSS yöntemine göre yukarıda sayılan üstünlüklerinin yanında VRS sisteminin de bazı olumsuz tarafları da bulunmaktadır. Bunlar kısaca aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Referans istasyon ile gezici alıcı arasında iki taraflı veri iletişim hattının kurulma zorluğu,
- Sunucu kapasitesine bağlı olarak eş zamanlı kullanıcı sayısının sınırlı olması.



Şekil 3. 5 VRS Tekniği İşlem Şeması, [18].

#### 3.4.3.1 VRS' de modellenmesi gereken hata kaynakları

- **Troposferik Etki**

Özellikle yükseklik farklarının çok olduğu dağlık bölgelerde troposfer önemli bir hata kaynağıdır. Düzeltmelerin oldukça önem kazandığı VRS gibi sistemlerde troposferik etkinin de doğru bir biçimde ele alınması gerekmektedir. İyonosferde kullanılan enterpolasyon yöntemine benzer bir biçimde, ağ çözümünden elde edilen troposfer parametreleri kullanılarak sanal referans istasyonundaki troposfer gecikmesi modellenir. Diğer bir deyişle troposferik etkiler enterpole edilir.

- **Yörünge Hatasını Etkisi**

VRS RTK ölçmelerinde IGS predikte edilmiş ya da yayın (broadcast) efemerisi, uygulama açısından istenilen sonuçların elde edilmesini sağlar. Bunun yerine IGS hassas yörüngelerinin kullanılması çözümün kalitesini 1.5-2 kat arttırmaktadır. Uzun bazlarda kısa zaman aralıklarındaki çözümlerde yörüngelerin hassas bir biçimde elde edilmesi gereklidir [19].

- **İyonosferik Etki**

GPS ölçme işlemleri açısından iyonosfer tabakası önemli hatalara neden olur. İki nokta arasındaki mesafenin artmasıyla birlikte iyonosferik etki tamsayı belirsizliği çözümünü güçleştirmektedir. Sanal referans istasyonu kavramı içinde de iyonosferik etki oldukça önemlidir. Bu etkinin doğru bir biçimde belirlenmesi gerekmektedir. İyonosfer tabakasından dolayı meydana gelen hatalar iyonosferdeki elektron yoğunluğu değişimleri nedeniyle düzenli ya da düzensiz bir biçimde oluşurlar. Özellikle ülkemizin de içinde bulunduğu orta enlem bölgelerinde belirleyici etkenler;

- Düşey elektron yoğunluğu
- Orta ölçekli sinyal yolu iyonosfer düzensizliği (MSTID)
- Küçük ölçekli sinyal yolu iyonosfer düzensizliği (Scintillation) biçimindedir.

Güneş aktivitesinin artmasıyla birlikte küçük ve orta ölçekli iyonosferik TEC daha yoğun olmaktadır. Orta enlemlerde küçük ölçekli iyonosfer sinyal yolu iyonosfer düzensizliği bazen etkili olmaktadır. Fakat orta ölçekli sinyal yolu iyonosfer düzensizliği çok sık

olmaktadır. Bu nedenle 50 km'ye kadar olan istasyonlar arasında MSTID'nin doğru bir biçimde modellenmesi gerekmektedir [15].

Görüldüğü üzere, VRS kavramı iyonosferik etkilere oldukça duyarlıdır. GPS çözüm algoritmasına bağlı olarak elde edilen ikili farklar iyonosfer düzeltmesinin farkı alınmamış iyonosfer düzeltmesine dönüştürülmesi gerekmektedir. VRS' de elde edilecek sanal referans istasyonu için iyonosferin interpolasyonu yapılmalıdır. Bunun nedeni, zaman içindeki MSTID değişimleri nedeniyle, iyonosferin sanal referans istasyonu üzerinde değişik yapıda olmasıdır [20].

- **Tamsayı Belirsizliği Çözümü**

VRS kavramı içinde koordinatları hassas bir biçimde bilinen istasyonlarda tamsayı belirsizliği çözümü ilk aşamadır. Tamsayı belirsizliği çözümü görüş alanına giren yeni uydular içinde çözümlidir. Faz sıçraması meydana geldiğinde tamsayı belirsizliklerinin yeniden çözülmesi gerekmektedir [21]. Tamsayı belirsizliği çözümü herhangi bir gözlem için gerçekleştirilemezse bu gözlem işlem dışı bırakılır. Ağda bulunan referans istasyonların koordinatları hassas bir biçimde bilindiğinden tamsayı belirsizliği çözümünü gerçekleştirmek oldukça kolay olmaktadır [15]. Tamsayı belirsizliği çözümü elde edildikten sonra hata modelleri oluşturulmaktadır.

### VRS SANAL GÖZLEM ÜRETİM ALGORİTMASI

GNSS tekniğinde sanal referans istasyonu ile konumlama, çoklu referans istasyonlarına dayalı bir RTK ağı teknolojisidir [15]. Bu tekniğin uygulanabilmesi için jeodezik koordinatları çok hassas olarak bilinen en az 3 referans istasyonu gereklidir [7]. Bu referans istasyonları, GNSS tekniğinde, klasik RTK ve Ağ-RTK (NRTK) yöntemleri ile anlık konumlamanın doğruluğunu etkileyen atmosferik etkilerin sebep olduğu sinyal gecikmesi hatası ve uydu yörünge parametrelerine ilişkin hataları belirleyebilmek için sürekli GNSS uydu sinyallerini izlemektedir. Söz konusu hatalar, referans istasyonları yardımıyla hesaplanır ve bu düzeltmeler enterpole edilerek, sanal referans istasyonu gözlemlerine getirilir. Böylece sanal referans istasyonu civarındaki gezici alıcılar bu bilgilerin avantajını kullanarak daha yüksek doğrulukla konumlama sağlarlar. Bu yaklaşımda, gezicinin anlık yaklaşık konumunu veri işlem merkezine göndermesi gerekir. Böylece yaklaşık koordinatlara bağlı olarak sanal gözlemler ve düzeltmeler üretilmektedir.

VRS' nin üretim algoritması yaklaşık koordinatlara dayalıdır. Genellikle gezicinin yaklaşık koordinatları  $\pm 1$  m ile  $\pm 10$  m arasında değişen bir doğrulukla pseudorange gözlemlerine dayalı olarak tek nokta konumlaması ile hesaplanmaktadır [2]. Bu durumda üretilen sanal referans istasyonu ile gezici alıcı arasında, çok kısa bir baz vektörü oluşmaktadır. Bu kısa baz vektörü sanal referans istasyonu ile gezici arasındaki düzeltmelerin yüksek derecede tutarlılıkla belirlenmesini sağlamak ve bu şekilde geleneksel ikili fark konumlama tekniği daha uygun sonuçlar üretmektedir.

Geleneksel bağıl (rölatif) konumlama teorisine göre: uzun baz vektörleri için hesaplanan düzeltmeler, uzunluğa bağımlı hataların etkisini göstermesiyle daha az benzerlik ve tutarlılık göstermektedir. Bunun sonucu olarak RTK uygulamalarında çözüm süresi uzamaktadır. VRS tekniği bu problemi ortadan kaldırmakta ve RTK ile konulamada referans istasyonuna olan mesafeyi 10-15 km civarından 50-100 km civarına çıkarmaktadır [2]. VRS tekniğinin bu yönüyle, RTK ile rölatif konulamada doğruluk, orta ve uzun mesafelerde önemli derecede artmıştır. RTK servisinin kapsama alanı içerisinde tek referanslı alıcı ile cm düzeyinde doğruluk elde etmek mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra, çoklu referans istasyonları platformları deformasyon izleme vb. çalışmalara olanak sağlayabilmektedir. Ölçme, meteoroloji, trafik izleme, turizm, tarım, çevre koruma ve daha birçok alanla ilgili kurum ve kuruluşlar sistemden maksimum düzeyde faydalanabilmektedirler.

#### **4.1 Hata Analizi**

GNSS teorisine göre, konumlama hataları iki kısma ayrılabilir;

1. GNSS uydularına ilişkin uydu saat hataları
2. Sinyalin yayıldığı ortama ilişkin hatalar : iyonosfer, troposfer ve multipath.

Troposferik gecikme hatası GNSS sinyalini dağıtıcı değil düşey yönde etkileyen bir hata kaynağı olup, geleneksel GNSS ölçmelerinde ampirik model düzeltmeleriyle büyük ölçekte giderilmektedir. RTK ağ yaklaşımında ise; çoklu referans istasyonlarından elde edilen verilerden enterpolasyon algoritmasıyla elemine edilmektedir. Troposfer GNSS sinyaline düşey yönde etki ettiğinden, yükseklikle ilintili bir hata kaynağı olarak tanımlanabilir.

İyonosferik gecikme hatası ise GNSS sinyalini dağıtıcı bir hata türü olup, uydu sinyalinin frekansına bağımlıdır. Referans istasyonlarındaki çift frekanslı GNSS alıcıları kullanılarak belirlenip, ikili farklar matematiksel eşitliğine düzeltme olarak getirilebilir.

Multipath (sinyal yansıması) ise, tanımlanması ve ayırt edilmesi son derece güç olan bir hata türü olup, GNSS ölçmelerinde, yansıtıcı yüzeylerden kaçınılarak, özel antenler kullanılarak belirli seviyede elimine edilebilir [2].

## 4.2 Çoklu Referans İstasyonları Arasındaki İkili Farklar Düzeltmeleri Üretim

### Algoritması

GNSS ölçmelerinde hata kaynaklarından olan multipath, düşük sinyal kalitesi, yörünge hatalarının uygun seviyede elimine edildiği varsayılırsa; a ve b harfi referans istasyonunu, m ve n harfi de uyduları simgelerse, ikili farklar gözlem eşitliği aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$\lambda (\Delta \nabla N_{a,b}^{m,n} + \Delta \nabla \varphi_{a,b}^{m,n}) = (\Delta \nabla \rho_{a,b}^{m,n} - \Delta \nabla I_{a,b}^{m,n} + \Delta \nabla T_{a,b}^{m,n}) \quad (4.1)$$

$\Delta \nabla \varphi_{a,b}^{m,n}$  faz gözlemlerinden hesaplanarak elde edilir. Referans istasyonunun koordinatları hassas olarak bilindiğine, uydu koordinatları da efemeris bilgilerinden elde edilebileceğine göre; alıcıyla uydu arasındaki geometrik uzunluk  $\Delta \nabla \rho_{a,b}^{m,n}$  biliniyor demektir.  $\Delta \nabla N_{a,b}^{m,n}$  taşıyıcı dalga tam sayısı bilinmeyenini çözüldükten sonra,  $\Delta \nabla I_{a,b}^{m,n}$  iyonosferik gecikme bilinmeyenini ve  $\Delta \nabla T_{a,b}^{m,n}$  troposferik gecikme bilinmeyenini bulunabilir. Bu çözüm akışı bize, bu algorithmada anahtar bilinmeyeninin  $\Delta \nabla N_{a,b}^{m,n}$  taşıyıcı dalga tam sayısı bilinmeyenini olduğunu gösterir. Taşıyıcı dalga tam sayısı bilinmeyeninin çözümünde en önemli etken atmosferik etkiler olup, bunlardan iyonosferik gecikme etkisi birinci sırada yer almaktadır. RTK ağlarında noktalar arası mesafe onlarca kilometreyi bulabilir ve mesafenin artmasıyla birlikte noktaların bulundukları konumlar arasındaki atmosferik etkiler değişmektedir [2].

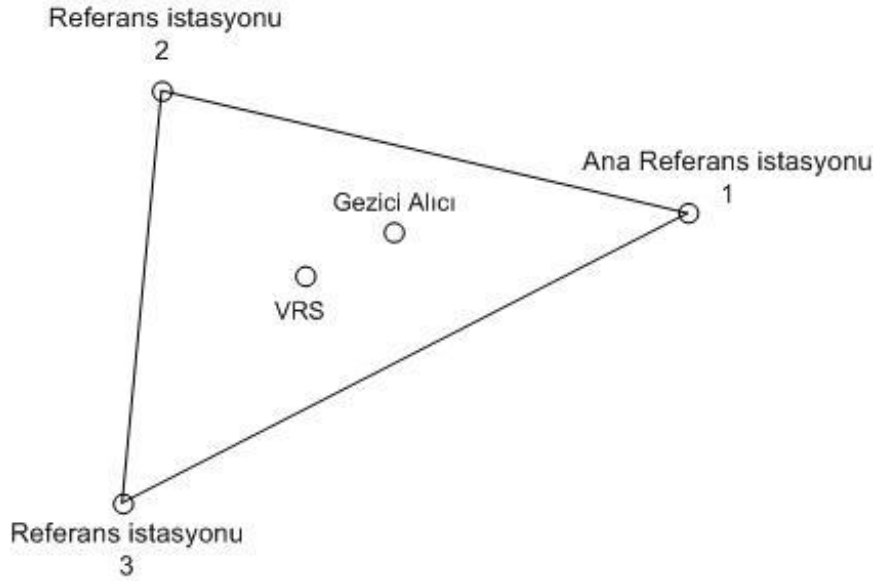
Taşıyıcı dalga tam sayısı bilinmeyeninin çözümünü zorlaştıran en önemli atmosferik etkiler olan troposferik gecikme etkisi ve iyonosferik gecikme etkisi aşağıdaki denklem eşitliği ile tanımlanırsa:

$$V = V^I + V^T \quad (4.2)$$

$$V = \Delta \nabla T_{a,b}^{m,n} + (-\Delta \nabla I_{a,b}^{m,n}) = (\Delta \nabla \varphi_{a,b}^{m,n} + \Delta \nabla N_{a,b}^{m,n})\lambda - \Delta \nabla \rho_{a,b}^{m,n} \quad (4.3)$$

$$V^T = V - V^I = V + \Delta \nabla I_{a,b}^{m,n} \quad (4.4)$$

Sanal referans istasyonu uygulamasında, öncelikle ana referans istasyonu ile diğer referans istasyonları arasındaki bazın çözümü yapılır. Bu bazların çözümünün gerçekleşmesi için ana referans istasyonunun daha önce çözümü sağlanmalıdır. Bunun yanında, sanal referans istasyonundaki ikili fark düzeltmeleri, ana referans istasyonu ile sanal referans istasyonu arasındaki bazın çözümü için yazılan ikili fark düzeltmeleri ile eşdeğerdir [2].



Şekil 4. 1 VRS yöntemi, [2].

Şekil 4.1 de 1 nolu referans istasyonunu ana referans istasyonu olduğuna göre; diğer referans istasyonlarıyla beraber gezici alıcının da m ve n uydularını gördüğü düşünülürse;  $\Delta I_{1,2}^{m,n}$ ,  $\Delta I_{1,3}^{m,n}$ ,  $\Delta T_{1,2}^{m,n}$ ,  $\Delta T_{1,3}^{m,n}$  olarak toplam düzeltmeler ifade edilebilir. Burada diğer hata kaynakları göz ardı edilmiştir.

#### 4.3 Sanal Referans İstasyonu Gözlemleri Üretim Algoritması

Bu aşamada, ana referans istasyonundaki gözlemlere geometrik yer değiştirme tekniği uygulanarak, ana referans istasyonu ile sanal referans istasyonu arasındaki gözlemlere bir düzeltme getirilir. Bahsettiğimiz geometrik yer değiştirme, aynı uydudan ana referans istasyonuna ve sanal referans istasyonuna olan mesafelerin farkıdır [2].

Ana referans istasyonunun koordinatları hassas olarak bilinir. Uyduların koordinatları ise efemeris bilgilerinden elde edilebilir.



Bu bilgilere sahip olduktan sonra, uydu ile alıcı anteninin faz merkezi arasındaki geometrik mesafe hassas olarak hesaplanabilir.

$$\rho_r^s = [(\bar{X}_r - \bar{X}^s)^T (\bar{X}_r - \bar{X}^s)]^{\frac{1}{2}} \quad (4.5)$$

Sanal referans istasyonunun konumu ise kod ölçüleri ile mutlak konumlama yöntemi ile bulunur.

Sanal referans istasyonu ile uydu arasındaki geometrik mesafe ise;

$$\rho_v^s = [(\bar{X}_v - \bar{X}^s)^T (\bar{X}_v - \bar{X}^s)]^{\frac{1}{2}} \quad (4.6)$$

Geometrik yer değiştirme ise şu şekilde ifade edilir;

$$\Delta\rho_{r,v}^s = \rho_v^s - \rho_r^s \quad (4.7)$$

Belirli bir epokta, m ve n uyduları için tekli farklar gözlem eşitliği şu şekilde yazılabilir:

$$\Delta\varphi_r^{m,n} = \frac{1}{\lambda} (\Delta\rho_r^{m,n} - \Delta I_r^{m,n} + \Delta T_r^{m,n}) - \Delta N_r^{m,n} \quad (4.8)$$

Aynı epok için bu eşitlik sanal referans istasyonu için de yazılabilir;

$$\Delta\varphi_v^{m,n} = \frac{1}{\lambda} (\Delta\rho_v^{m,n} - \Delta I_v^{m,n} + \Delta T_v^{m,n}) - \Delta N_v^{m,n} \quad (4.9)$$

$$\Delta\varphi_v^{m,n} = \frac{1}{\lambda} (\Delta\rho_r^{m,n} + \Delta\nabla\rho_{r,v}^{m,n} - \Delta I_v^{m,n} + \Delta T_v^{m,n}) - \Delta N_v^{m,n} \quad (4.10)$$

Eşitlik (4.8) ve (4.9)' dan, ana referans istasyonu ve sanal referans istasyonu arasındaki ikili farklar gözlem eşitliği çıkarılabilir.

Matematikse ifadesi ise;

$$\Delta\nabla\varphi_{r,v}^{m,n} = (\Delta\varphi_v^{m,n} - \Delta\varphi_r^{m,n}) = \frac{1}{\lambda} (\nabla\Delta\rho_{r,v}^{m,n} - \nabla\Delta I_{r,v}^{m,n} + \nabla\Delta T_{r,v}^{m,n}) - \nabla\Delta N_{r,v}^{m,n} \quad (4.11)$$

$$\nabla\Delta\rho_{r,v}^{m,n} = (\rho_v^n - \rho_r^n) - (\rho_v^m - \rho_r^m) \quad (4.12)$$

Eşitlik (4.11)' deki  $\Delta\varphi_r^{m,n}$  bilinmeyen, ana referans istasyonundaki tekli farklar faz gözlemlerinden; ikili farklar yer değiştirme bilinmeyen  $\nabla\Delta\rho_{r,v}^{m,n}$  ise eşitlik (4.12) yardımıyla bulunur.  $\nabla\Delta I_{r,v}^{m,n}$  ikili farklar iyonosferik gecikme ve  $\nabla\Delta T_{r,v}^{m,n}$  ikili farklar troposferik gecikme bir sonraki bölümde anlatılacak olan enterpolasyon metotları ile

belirlenir.  $\Delta\varphi_v^{m,n}$  sanal referans istasyonundaki tekli farklar faz gözlemi,  $\nabla\Delta N_{r,v}^{m,n}$  ikili farklar tamsayı bilinmeyeninin çözümünden sonra hesaplanabilir.

#### 4.4 Enterpolasyon Algoritmaları

Sanal referans istasyonu (VRS) tekniğinde, referans istasyonları gözlemlerine dayanarak üretilen düzeltmelerin, gezici alıcının konumuna enterpolasyonu için çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Bu algoritmalarından en yaygın olarak kullanılanlar lineer kombinasyon modeli, lineer enterpolasyon metodu, polinomal yüzey modelidir.

##### 4.4.1 Lineer Kombinasyon Modeli

Eşitlik (4.13)' de, n adet referans istasyonu olduğu varsayılırsa, eşitlik aşağıdaki gibi yazılır:

$$V = \nabla\Delta T_{i,n} + (-\nabla\Delta I_{i,n}) = (\nabla\Delta\phi_{i,n} + \nabla\Delta N_{i,n})\lambda - \nabla\Delta\rho_{i,n} \quad (4.13)$$

Ana referans istasyonu ile diğer referans istasyonları arasındaki düzeltmeler ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$V_{u,n} = \alpha_1 V_{1,n} + \alpha_2 V_{2,n} + \alpha_3 V_{3,n} + \dots + \alpha_{n-1} V_{n-1,n} \quad (4.14)$$

Sanal referans istasyonu ile ana referans istasyonu arasındaki düzeltmeler, referans istasyonları i ve ana referans istasyonu n' in lineer kombinasyonu olup,  $\alpha$  parametresinin bulunuşu eşitlik (4.15)' de verilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (4.15)$$

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i (\overline{X}_u - \overline{X}_i) = 0 \quad (4.16)$$

$\overline{X}_u$  ve  $\overline{X}_i$ , kullanıcı ve i referans istasyonu için yatay koordinat vektörlerini ifade eder.

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i^2 = Min \quad (4.17)$$

Eşitlik (4.16) ve (4.17) matris formunda yazılırsa:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 & 1 \\ \Delta X_{1,n} & \Delta X_{2,n} & \cdots & \Delta X_{n-1,n} & 0 \\ \Delta Y_{1,n} & \Delta Y_{2,n} & \cdots & \Delta Y_{n-1,n} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ \Delta X_{u,n} \\ \Delta Y_{u,n} \end{pmatrix} \quad (4.18)$$

Matris B ise;

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 & 1 \\ \Delta X_{1,n} & \Delta X_{2,n} & \cdots & \Delta X_{n-1,n} & 0 \\ \Delta Y_{1,n} & \Delta Y_{2,n} & \cdots & \Delta Y_{n-1,n} & 0 \end{pmatrix},$$

$$\vec{\alpha} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 \\ \Delta X_{u,n} \\ \Delta Y_{u,n} \end{pmatrix}.$$

$\vec{\alpha}$  vektörünün çözümü;

$$\vec{\alpha} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{pmatrix} = B^T (BB^T)^{-1} C \quad (4.19)$$

Yukarıda verilen eşitliklerde görüldüğü üzere; lineer kombinasyon modelinin işlem adımlarında, çözüme ulaşmak için en az üç referans istasyonuna ihtiyaç vardır. Düzeltme katsayıları vektörü  $\vec{\alpha}$ , B ve C matrislerine bağlıdır.

Bunun anlamı, lineer kombinasyon modelinde düzeltmeler referans istasyonlarının dağılımlarına ve gezici alıcının konumuna bağlı olmasıdır.

Gezici alıcı hareket ettiğinde  $\vec{\alpha}$  düzeltme katsayıları vektörü değişmekte ve yeniden hesaplanması gerekmektedir. Bu durumda, gezici alıcı, eğer hareketli bir nesnenin üzerinde ise, iletişim sisteminin yükünün önemli düzeyde artmasına sebep olur. Bu konu lineer kombinasyon modelinin en önemli dezavantajı olarak sayılabilir.

#### 4.4.2 Lineer Enterpolasyon Metodu

Bu metotta, gezici alıcıyı çevreleyen referans istasyonlarındaki hatalardan; iyonosfer gecikmesi, troposfer gecikmesi ve uydu yörüngesi hatası her nokta için üretilir.

Ana referans istasyonu ile sanal referans istasyonu arasındaki düzeltmeler aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$V_{u,n} = (\Delta X_{u,n} \quad \Delta Y_{u,n}) \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (4.20)$$

$\Delta X_{u,n}$ ,  $\Delta Y_{u,n}$  sanal referans istasyonu ile ana referans istasyonu arasındaki koordinat farklarıdır. Sanal referans istasyonu ile ana referans istasyonu arasındaki düzeltmelerin hesaplanabilmesi için bulunması gereken ana unsur; eşitlik (4.20)' de görüldüğü gibi, a ve b parametreleridir.

Bunun için enterpolasyon modeli şu şekilde yazılır:

$$\begin{pmatrix} V_{1,n} \\ V_{2,n} \\ \vdots \\ V_{n-1,n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta X_{1,n} & \Delta Y_{1,n} \\ \Delta X_{2,n} & \Delta Y_{2,n} \\ \vdots & \vdots \\ \Delta X_{n-1,n} & \Delta Y_{n-1,n} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad (4.21)$$

$\Delta X_{i,n}$ ,  $\Delta Y_{i,n}$  ana referans istasyonu n ile referans istasyonu i arasındaki koordinat farkıdır. Lineer enterpolasyon metodunda, a ve b parametrelerinin çözümü için en az üç referans istasyonuna ihtiyaç vardır. Bahsedilen a ve b katsayılarının çözümünde üçten fazla referans istasyonu kullanılırsa; katsayılar en küçük kareler dengeleme yöntemi ile belirlenir.

$$\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = (A^T A)^{-1} A^T V ,$$

$$A = \begin{pmatrix} \Delta X_{1,n} & \Delta Y_{1,n} \\ \Delta X_{2,n} & \Delta Y_{2,n} \\ \vdots & \vdots \\ \Delta X_{n-1,n} & \Delta Y_{n-1,n} \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} V_{1,n} \\ V_{2,n} \\ \vdots \\ V_{n-1,n} \end{pmatrix}.$$

Bu aşamadan sonra düzeltmeler (4.20) eşitliğinden bulunur. Burada hesaplanan a ve b parametreleri, NRTK tekniğinin doğruluğunu etkileyen çeşitli hata kaynaklarının fonksiyonudur.

#### 4.4.3 Polinomal Yüzey Modeli

Bu metotta uzaklığa bağımlı hataların, en uygun polinomla modellenmesi amaçlanmaktadır. Oluşturulan polinom bir ya da iki ayrı polinom olarak modellenebilir.

Bunun anlamı yatay koordinatlar ile düşey koordinatın birlikte ya da ayrı ayrı modellenmesidir. Yatay ve düşey koordinatların birlikte modellendiği matematiksel eşitlik:

$$V = (\Delta X \quad \Delta Y \quad \Delta H \quad 1) \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \quad (4.22)$$

Eşitlik (4.22)' de görülen; a, b, c ve d parametrelerinin hesaplanması için en az 5 referans istasyonuna ihtiyaç olup, beşten fazla referans istasyonu ile çözüme gidildiğinde, en küçük kareler dengeleme yöntemi ile bu parametreler hesaplanır.

$\Delta X_{i,n}$  ve  $\Delta Y_{i,n}$  referans istasyonu i ile ana referans istasyonu n arasındaki koordinat farkları olup, iki nokta arasındaki yükseklik farkı da  $\Delta H_{i,n}$  sembolü ile gösterilir.

$$V = \begin{pmatrix} V_{1,n} \\ V_{2,n} \\ \vdots \\ V_{n-1,n} \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} \Delta X_{1,n} & \Delta Y_{1,n} & \Delta H_{1,n} & 1 \\ \Delta X_{2,n} & \Delta Y_{2,n} & \Delta H_{2,n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta X_{n-1,n} & \Delta Y_{n-1,n} & \Delta H_{n-1,n} & 1 \end{pmatrix}$$

Buna göre eşitlik (4.23) şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} = (A^T A)^{-1} A^T V \quad (4.23)$$

Son olarak; a, b, c, d parametrelerinin hesaplanmasından sonra, düzeltmeler aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir:

$$V_{u,n} = (\Delta X_{u,n} \quad \Delta Y_{u,n} \quad \Delta H_{u,n} \quad 1) \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \quad (4.24)$$

Eğer polinomdan yükseklik bileşeni çıkartılırsa, eşitlik (4.22) şu şekilde yazılabilir:

$$V = (\Delta X \quad \Delta Y \quad 1) \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad (4.25)$$

Polinomal yüzey modelinde, sadece yatay koordinatların fonksiyonu olarak oluşturulan (4.25) eşitliği genellikle iyonosfer gecikmesinin kestirimi için kullanılır.

#### 4.5 Gezici Alıcının Konumlandırılması

Gezici alıcının mevcut epokta m, n uydularını izlediğini varsayarsak, tekli farklar gözlem eşitliği:

$$\Delta\varphi_u^{m,n} = \frac{1}{\lambda} (\Delta\rho_u^{m,n} - \Delta I_u^{m,n} + \Delta T_u^{m,n}) - \Delta N_u^{m,n} \quad (4.26)$$

Aynı epok için; gezici alıcı ile sanal referans istasyonu arasındaki ikili farklar gözlem eşitliği:

$$\Delta\varphi_u^{m,n} - \Delta\varphi_v^{m,n} = \frac{1}{\lambda} [(\nabla\Delta\rho_{v,u}^{m,n}) - (\Delta I_u^{m,n} - \Delta I_v^{m,n}) + (\Delta T_u^{m,n} - \Delta T_v^{m,n})] - \nabla\Delta N_{v,u}^{m,n} \quad (4.27)$$

Gezici alıcının konumu ile sanal referans istasyonunun birbirine çok yakın olması sebebiyle, atmosferik hataların yaklaşık olarak eşit olduğu düşünülebilir.

$$\Delta I_u^{m,n} - \Delta I_v^{m,n} \approx 0$$

$$\Delta T_u^{m,n} - \Delta T_v^{m,n} \approx 0$$

Bu durumda eşitlik (4.27) aşağıda ki gibi yazılır:

$$\Delta\varphi_u^{m,n} - \Delta\varphi_v^{m,n} = \frac{1}{\lambda} \nabla\Delta\rho_{v,u}^{m,n} - \nabla\Delta N_{v,u}^{m,n} \quad (4.28)$$

Bu işlemten sonra, gezici alıcının konumu, ikili farklar ile bağıl konumlama tekniğine göre belirlenmiş olur [2].

### **SANAL REFERANS İSTASYONU (VRS) VERİLERİNİN ANALİZİ**

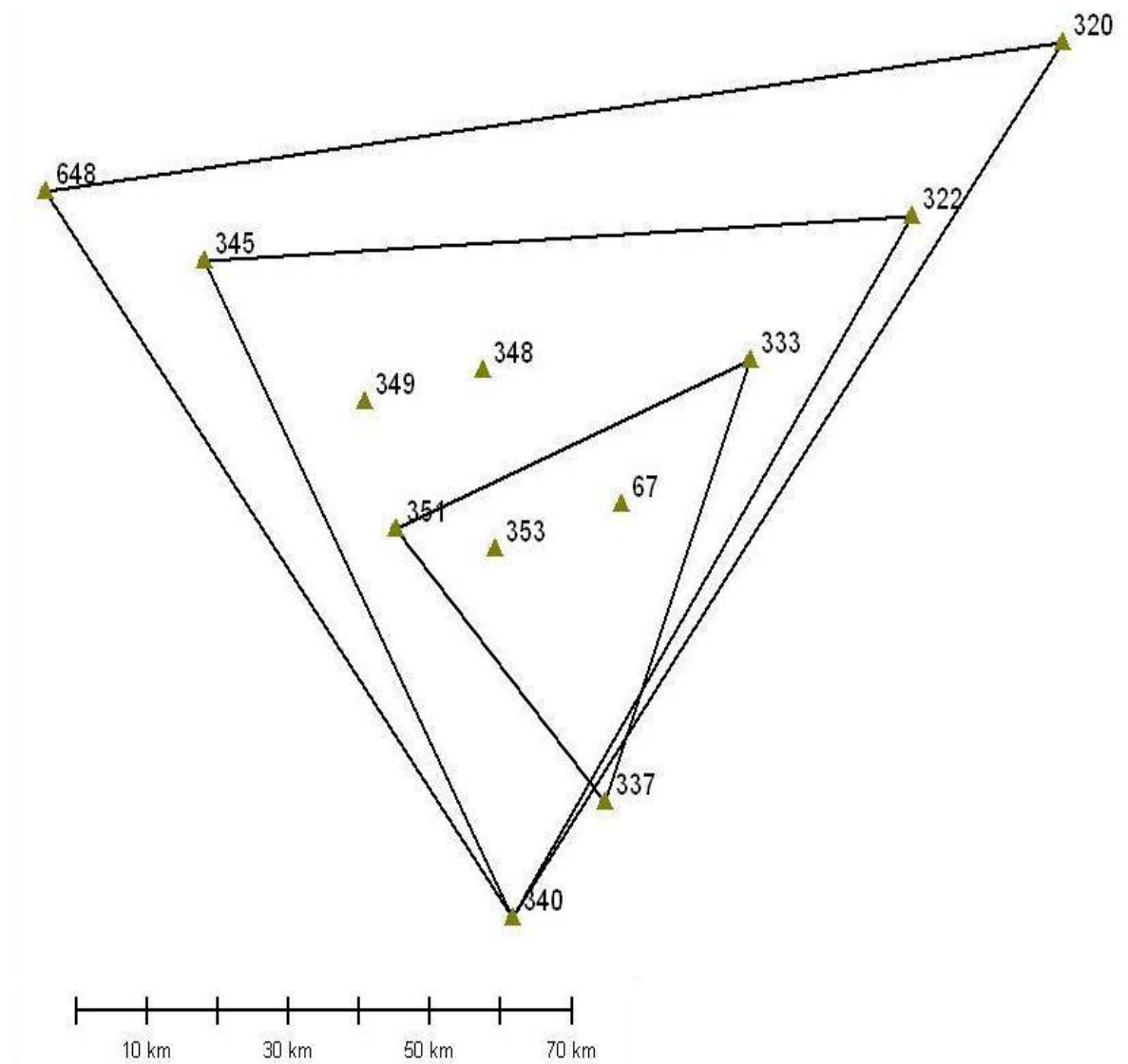
Ağ RTK tekniklerinden olan VRS yönteminin doğruluğunun araştırılması ve kalite kontrolünün yapılması için, Türkiye genelinde hizmet veren TUSAGA-Aktif, İstanbul bölgesinde hizmet veren İSKİ-UKBS ağlarıyla birlikte, Japonya'nın CORS ağı Geonet' ten de yararlanılarak verilerin, sanal olarak ve arazide uygulaması çeşitli yöntemlerle yapılmış ve analizleri ortaya konmuştur.

#### **5.1 Geonet Ağı Uygulaması**

Japonya'nın GEONET ağında bulunan noktalardan bir kısmı kullanılarak oluşturulan, çeşitli baz mesafelerinden oluşturulan 3 adet üçgen içinde, seçilen noktalara, referans noktalarından sanal gözlemler üretilmiş, bu sayede üçgen kenar mesafelerinin artmasıyla sanal gözlemlerin doğruluğunun araştırmasını yapmak amaçlanmıştır. Bu ağın kullanılmasında, nokta sıklığının referans istasyonları arasında 15-20 km baz mesafesine varması etkili olmuştur. Referans istasyonları arasındaki farklı baz mesafelerinde, oluşturulan sanal gözlemlere etkisinin test edilmesi Ülkemizde bulunan ağlara göre daha fazla olanak sağlamaktadır. Aşağıda görülen Şekil 5.1' de oluşturulan 3 farklı üçgen görülmektedir. Bu üçgenler kullanılarak, üçgenlerin içine düştüğü 4 farklı nokta için arşivlenmiş veriler arasından statik verileri ilgili günler için indirilmiştir. Bu veriler 2009 yılının 304, 305, 306, 307, 308, 309 ve 310 günleri için olup, bu günlerde günün farklı dilimindeki birer saatlik verileri için aynı noktalarda, aynı gün ve saat dilimi

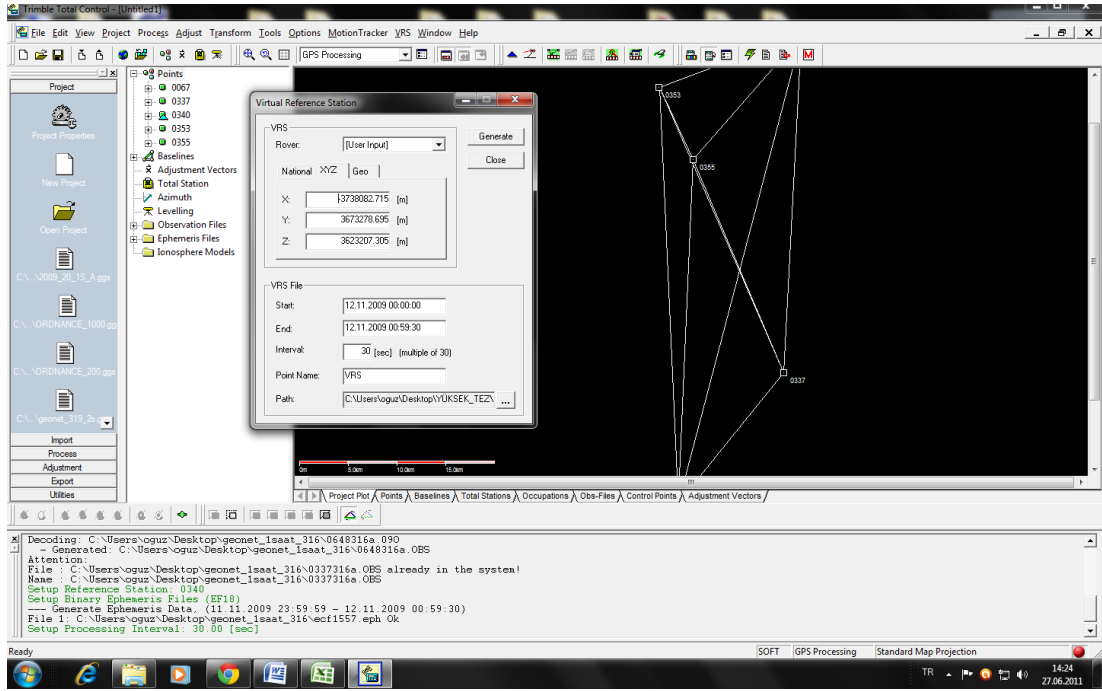
için sanal gözlemler oluşturulmuştur. Sanal gözlemlerin oluşturulmasında TTC (Trimble Total Control) programı kullanılmıştır.

Bu programın tercih edilmesinin sebebi post-process (l sonrası) olarak VRS retim modülünün olmasındır. şekil 5.2’ de bu modül verilmiştir. Bu modül kullanılarak, ilgili noktanın 3 boyutlu Kartezyen koordinatları girilmek suretiyle sanal gözlemler oluşturulur. Oluşturulan sanal gözlemler ile arazide toplanmış gerçek verilerin karşılaştırılması sıfır baz vektr zzm yapılarak gerçekleştirilmiştir.



şekil 5. 1 GEONET Ağı uygulamasında oluşturulan genler





Şekil 5. 2 TTC (Trimble Total Control) programı VRS modülü

İlk olarak baz mesafeleri düşük olan üçgen değerlendirmeleri verilmiştir. Daha sonra üçgen kenarları artan şekilde 2. ve 3. üçgen değerlendirmeye alınmış, referans istasyonlarından oluşturulan sanal gözlemlerin sıfır baz çözümlerinin istatistiksel değerleri verilmiştir. Birinci üçgende 333, 351, 337 noktalarından her bir saatlik ölçü için ayrı olmak üzere, 67 noktasının koordinatlarına ve 353 noktasının koordinatlarına sanal gözlemler oluşturulmuş sıfır baz vektörü çözümüne ilişkin yatay ve dikey bileşenler için istatistiksel değerler Çizelge 5.2' de verilmiştir. Diğer üçgenler için olan sabit noktalar ve aralarındaki baz mesafeleri ise, Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.5' de verilmiştir. İstatistiksel değerleri ise Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.6' da verilmiştir. Ayrıca baz vektörü bileşenlerinin değişiminde, sistematik hataların ortaya çıkarmak için, bu uygulama ve diğer uygulamalarda rms (root mean square/karesel ortalama hata) değeri hesaplanmış ve istatistiksel tablolarda verilmiştir.

Çizelge 5. 1 1. üçgenin baz mesafeleri

| 333-351-337  | Baz Mesafesi (km) |
|--------------|-------------------|
| <b>Maks.</b> | 59,2              |
| <b>Min.</b>  | 39,5              |
| <b>Ort.</b>  | 48,66             |

Çizelge 5. 2 1. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu

| Nokta 67         | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,030      | 0,022      | 0,057      |
| <b>Min.</b>      | 0,021      | 0,011      | 0,023      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,027      | 0,015      | 0,043      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,004      | 0,004      | 0,015      |
| <b>rms</b>       | 0,029      | 0,017      | 0,049      |

| Nokta 353        | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,033      | 0,028      | 0,058      |
| <b>Min.</b>      | 0,015      | 0,010      | 0,022      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,025      | 0,017      | 0,043      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,007      | 0,006      | 0,013      |
| <b>rms</b>       | 0,028      | 0,019      | 0,049      |

Çizelge 5. 3 2. üçgenin baz mesafeleri

| 345-322-340  | Baz Mesafesi (km) |
|--------------|-------------------|
| <b>Maks.</b> | 93,4              |
| <b>Min.</b>  | 82,0              |
| <b>Ort.</b>  | 86,46             |

Çizelge 5. 4 2. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu

| Nokta 67         | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,099      | 0,110      | 0,223      |
| <b>Min.</b>      | 0,024      | 0,035      | 0,063      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,057      | 0,070      | 0,129      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,027      | 0,027      | 0,063      |
| <b>rms</b>       | 0,068      | 0,080      | 0,152      |

| Nokta 353        | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,102      | 0,122      | 0,188      |
| <b>Min.</b>      | 0,029      | 0,043      | 0,065      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,067      | 0,083      | 0,115      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,026      | 0,028      | 0,047      |
| <b>rms</b>       | 0,076      | 0,094      | 0,133      |

Çizelge 5. 5 3. üçgenin baz mesafeleri

| 648-320-340  | Baz Mesafesi (km) |
|--------------|-------------------|
| <b>Maks.</b> | 119,7             |
| <b>Min.</b>  | 99,9              |
| <b>Ort.</b>  | 112,53            |

Çizelge 5. 6 3. üçgen içinde oluşturulan sanal gözlemlerin istatistiksel tablosu

| Nokta 67         | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,274      | 0,231      | 0,412      |
| <b>Min.</b>      | 0,091      | 0,087      | 0,122      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,158      | 0,151      | 0,266      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,058      | 0,053      | 0,090      |
| <b>rms</b>       | 0,180      | 0,171      | 0,301      |

| Nokta 348        | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,244      | 0,276      | 0,378      |
| <b>Min.</b>      | 0,125      | 0,115      | 0,113      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,177      | 0,191      | 0,246      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,048      | 0,060      | 0,093      |
| <b>rms</b>       | 0,197      | 0,214      | 0,282      |

| Nokta 349        | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,273      | 0,224      | 0,345      |
| <b>Min.</b>      | 0,156      | 0,116      | 0,074      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,181      | 0,190      | 0,180      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,041      | 0,035      | 0,112      |
| <b>rms</b>       | 0,200      | 0,208      | 0,224      |

| Nokta 353        | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Maks.</b>     | 0,248      | 0,250      | 0,325      |
| <b>Min.</b>      | 0,144      | 0,130      | 0,112      |
| <b>Ortalama</b>  | 0,195      | 0,182      | 0,178      |
| <b>St. Sapma</b> | 0,045      | 0,044      | 0,070      |
| <b>rms</b>       | 0,216      | 0,202      | 0,205      |

Görüldüğü üzere sanal gözlemlerin üretilmesinde baz mesafeleri arttıkça sanal gözlemlerin doğruluğu azalmaktadır. 1. Üçgende, 67 noktasındaki N bileşeninin farklarının ortalaması 2.7 cm iken, 2. Üçgende 5.7 cm, 3. Üçgende ise 15.8 cm olduğu görülmektedir.

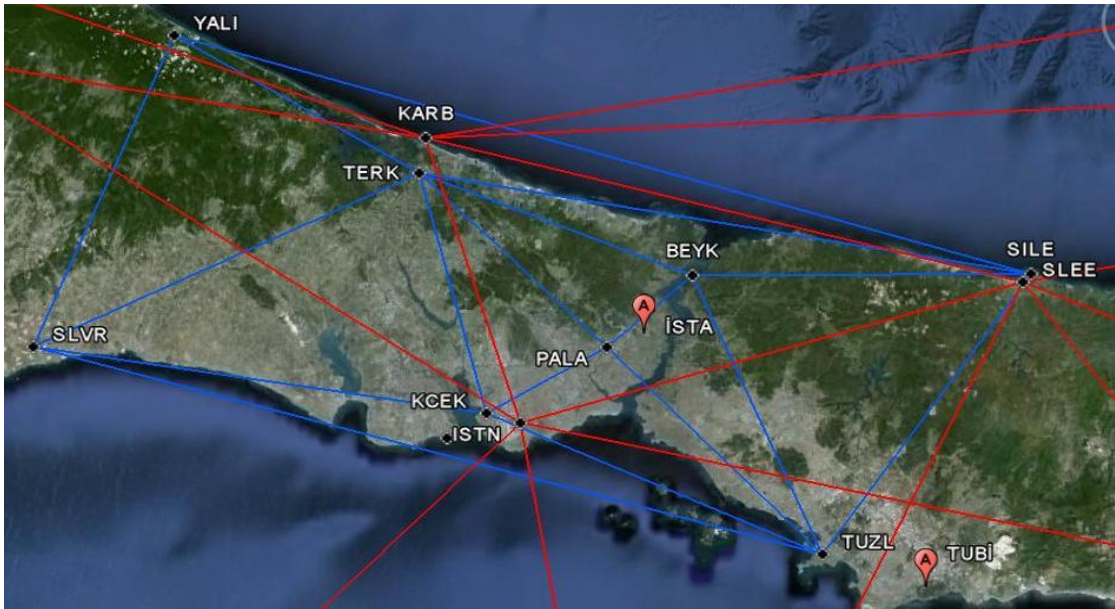
## 5.2 İSKİ-UKBS Ağı Uygulaması

İSKİ-UKBS ağı 8 adet sürekli gözlem yapan GNSS istasyonundan ve IGS ağına ait İSTA ve TUBi noktalarından oluşmaktadır. TUSAGA-Aktif ağının sürekli gözlem yapan istasyonlarından faydalanılarak İSKİ-UKBS ağı noktalarının koordinatlarında, VRS tekniği kullanılarak sanal gözlemler üretilmiştir. Gözlemler RTCM formatında internet vasıtasıyla RTCM formatında elde edilerek sonradan rinex veriye dönüştürülmüştür. İSKİ-UKBS ağında bulunan referans istasyonlarının sürekli gözlem yapması, bu noktalarda oluşturulacak sanal gözlemlerin uzun süreli olarak analizlerinin yapılmasına olanak sağlayacağından, bu noktaların bilinen koordinatları kullanılarak TUSAGA-Aktif ağına ait referans istasyonlarından, İSKİ-UKBS ağına ait noktalarda sanal gözlemler oluşturulmuştur. Burada amaç: İSKİ-UKBS ağına ait referans istasyonlarına ait noktaların çeşitli lokasyonlarda olması ve bu lokasyonların TUSAGA-Aktif ağına ait

noktaların oluşturduğu, ilgili bölgeyi kapsayan üçgenlerin farklı bölgelerinde olmasına bağlı olarak, sanal gözlemlerin doğruluğunun farklı konumlarda nasıl sonuç verdiğinin analizinin yapılabilmesidir.

### 5.2.1 Çalışma Bölgesi

Bu uygulamada çalışma bölgesi, İSKİ-UKBS ağının kapsadığı alan olan İstanbul ilidir. İSKİ-UKBS ağına ağına ait noktalar ile TUSAGA-Aktif ağına ait İstanbul bölgesini kapsayan noktalar Şekil 5.3’ de görülmektedir. Kırmızı üçgenlerle çevrili olan ağ TUSAGA-Aktif, mavi üçgenlerle çevrili ağ ise İSKİ-UKBS ağıdır.



Şekil 5. 3 İSKİ-UKBS ağı ve İSTA, TUBİ noktaları

### 5.2.2 Uygulanan Değerlendirme Stratejisi

Bu uygulamada İSKİ UKBS ağına ait 7 nokta ile IGS ağına ait TUBİ ve İSTA noktaları kullanılmıştır. İSKİ UKBS ağına ait BEYK noktasının çalışma döneminde faal durumda olmaması sebebiyle değerlendirme kapsamına alınamamıştır. Bahsi geçen 9 noktada sürekli olarak veri toplanmakta ve bu veriler arşivlenmektedir. 82., 83. ve 84. GNSS günlerinde, bu noktalarda toplanan statik verilerle eşzamanlı olarak sanal gözlemler oluşturulmuştur. Bu sanal gözlemlerin oluşturulmasında dikkat edilen husus; İSKİ UKBS ağı ile TUSAGA Aktif Ağına aynı datumda olmadıklarından sanal gözlemler, İSKİ UKBS

Ağının nokta koordinatlarına datum dönüşümü uygulanarak elde edilen ITRF1996 datumu koordinatları kullanılarak oluşturulmuştur.

9 nokta için üretilen sanal gözlemler ile bu noktalarda toplanmış statik verilere sıfır baz vektörü çözümü uygulanmış, North (kuzey), east (doğu), up (yukarı) bileşenlerindeki değişimler izlenmiştir. Bu değerlendirmeye ilişkin istatistiksel tablolar metre biriminde olmak üzere Çizelge 5.7' de görülmektedir. Bulunan bu değerler gözlem süresi içinde 0.2 metre ile – 0.2 metre aralığında, 0.025 metre aralıklara bölünerek, aralıklara düşen değer sayısı ve kümülatif yüzdeleri ekler bölümünde Ek-A kısmında verilmiştir. Bazı noktalarda, yapılan sıfır baz çözümlerinde büyük sapmalar olduğu gözlenmiştir.

Bu sapmalar baz vektörü olarak, İSTA noktasında 20,197 km, KCEK noktasında 4,557 km, PALA noktasında 15,314 km ve SİLE noktasında 118.460 km mesafelerindedir. Bu sapmaların yapılan ölçülerin toplamındaki oranları ise;

İSTA noktasında ölçülerin % 3 'ünü, KCEK noktasında % 1' ini, PALA noktasında % 8' ini ve SİLE noktasında % 3' ünü kapsamaktadır. Oluşan bu farkların sebebi incelenirken, ilgili noktalardaki gerçek gözlemlerle sanal gözlemler karşılaştırılmış, sanal gözlemlerdeki değişim tespit edilmiştir. Tespit edilen bu baz mesafeleri ile, ilgili noktalardan bir çember çizildiğinde, İSTA, KCEK, PALA noktalarından TUSAGA-Aktif noktalarından ISTN noktasına, SİLE noktasından ise BURS noktasına olan baz mesafeleri olduğu görülmüştür. Bu zaman dilimlerinde sanal gözlemlerin, noktalardaki veya hesap merkezinde olan aksaklıklar nedeniyle oluşturulamadığı, bu sebeple yakındaki veya uygun bir noktadan düzeltmelerin gönderildiği düşünülmektedir.

İstatistiksel tablolarda, her nokta için 3 gün tekrarlı olmak üzere verilen değerlere bakılırsa; N (kuzey) ve E (doğu) bileşenindeki değişimin standart sapmasının 1 cm civarında seyrettiği, U (yükseklik) bilenindeki değişimin ise, 2 ila 3 cm arasında değiştiği gözlenmiştir. Yalnız İSTA noktasının 3. Günündeki değerlerde yükselme görüldüğü ve bu değerlerin günlük çeşitli etkilerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Ayrıca bu noktalara ait ve her bileşen için verilen kümülatif yüzdelere tablolarına bakılarak, yapılan ölçülerde ne kadarının hangi değer aralığında olduğu tespit edilmiş ve bu sayede sanal gözlemlerin güvenilirliği hakkında bilgiler ortaya çıkmıştır. Tablolarda da görüldüğü üzere yatay bileşenlerin % 90 'ının üzerinde 2,5 cm ile -2,5 cm

arasında kaldığı gözlenmiştir. Yükseklik bileşenlerinde ise, % 90' a yakınının 5 cm ile – 5 cm aralığında olduğu görülmektedir.

Bu noktalara ilişkin günlük değerlendirmelerin, 3 bileşen için standart sapmalarına bakılarak en iyi sonuç veren YALI noktasının 2. gün için olan histogramları Şekil 5.4' de, en kötü sonuç veren İSTA noktasının 3. gün için olan histogramları ise Şekil 5.5' de verilmiştir. Bu uygulamada sıfır baz vektörü çözümü her noktada % 99' un üzerinde sağlanmıştır. İstatiksel değerlerin hesaplanılmasına katılan sıfır baz vektörü çözümlerinin bir kısmı  $\pm 3 \sigma$  güven aralığı dikkate alınarak elenmiş ve değerlendirilen / toplam veri oranı Çizelge 5.7' de tüm noktalar için verilmiştir. Bu oranlara bakılırsa, sıfır baz vektörü sonucunda yakalanan değerlerin, genel itibariyle % 90 oranının üzerinde olduğu görülmektedir. Bu oranın, SLVR ve İSTA noktasında % 80 civarında olduğu gözükmemektedir.

Çizelge 5. 7 İSKİ UKBS Ağı noktalarının istatistik tabloları (m)

| İSTA 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 5874   | 5874   | 5874   |
| Minimum                                | -0,074 | -0,050 | -0,088 |
| Maksimum                               | 0,077  | 0,047  | 0,241  |
| Ortalama                               | 0,031  | 0,012  | 0,038  |
| Standard sapma                         | 0,016  | 0,012  | 0,053  |
| rms                                    | 0,034  | 0,014  | 0,053  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |        |        |        |

| TERK 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 9082   | 9082   | 9082   |
| Minimum                                | -0,038 | -0,039 | -0,094 |
| Maksimum                               | 0,036  | 0,035  | 0,073  |
| Ortalama                               | 0,012  | 0,008  | 0,037  |
| Standard sapma                         | 0,012  | 0,010  | 0,028  |
| rms                                    | 0,015  | 0,010  | 0,043  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |        |        |        |

| İSTA 2.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 10308  | 10308  | 10308  |
| Minimum                                | -0,080 | -0,085 | -0,083 |
| Maksimum                               | 0,111  | 0,064  | 0,078  |
| Ortalama                               | 0,027  | 0,013  | 0,028  |
| Standard sapma                         | 0,018  | 0,016  | 0,034  |
| rms                                    | 0,022  | 0,017  | 0,037  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 78 |        |        |        |

| TERK 2.GÜN                            | DN     | DE     | DU     |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                           | 16230  | 16230  | 16230  |
| Minimum                               | -0,042 | -0,036 | -0,106 |
| Maksimum                              | 0,060  | 0,038  | 0,075  |
| Ortalama                              | 0,013  | 0,008  | 0,041  |
| Standard sapma                        | 0,012  | 0,010  | 0,026  |
| rms                                   | 0,016  | 0,010  | 0,047  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |        |        |        |

| İSTA 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 1322   | 1322   | 1322   |
| Minimum                                | -0,069 | -0,067 | -0,160 |
| Maksimum                               | 0,062  | 0,058  | 0,096  |
| Ortalama                               | 0,030  | 0,016  | 0,035  |
| Standard sapma                         | 0,033  | 0,026  | 0,047  |
| rms                                    | 0,036  | 0,026  | 0,052  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 78 |        |        |        |

| TERK 3.GÜN                            | DN     | DE     | DU     |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                           | 5289   | 5289   | 5289   |
| Minimum                               | -0,044 | -0,078 | -0,114 |
| Maksimum                              | 0,067  | 0,043  | 0,040  |
| Ortalama                              | 0,013  | 0,008  | 0,041  |
| Standard sapma                        | 0,013  | 0,010  | 0,027  |
| rms                                   | 0,016  | 0,011  | 0,047  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |        |        |        |

| <b>KCEK 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7231      | 7231      | 7231      |
| Minimum                                | -0,009    | -0,025    | -0,077    |
| Maksimum                               | 0,049     | 0,033     | 0,040     |
| Ortalama                               | 0,026     | 0,010     | 0,028     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,010     | 0,024     |
| rms                                    | 0,029     | 0,012     | 0,033     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |           |           |           |

| <b>TUZI 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 8667      | 8667      | 8667      |
| Minimum                                | -0,042    | -0,031    | -0,087    |
| Maksimum                               | 0,052     | 0,038     | 0,085     |
| Ortalama                               | 0,025     | 0,009     | 0,029     |
| Standard sapma                         | 0,013     | 0,010     | 0,034     |
| rms                                    | 0,028     | 0,011     | 0,036     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |           |           |           |

| <b>KCEK 2.GÜN</b>                     | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                           | 15365     | 15365     | 15365     |
| Minimum                               | -0,066    | -0,056    | -0,100    |
| Maksimum                              | 0,071     | 0,051     | 0,076     |
| Ortalama                              | 0,026     | 0,010     | 0,028     |
| Standard sapma                        | 0,015     | 0,011     | 0,028     |
| rms                                   | 0,029     | 0,013     | 0,035     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |           |           |           |

| <b>TUZI 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 14561     | 14561     | 14561     |
| Minimum                                | -0,077    | -0,088    | -0,123    |
| Maksimum                               | 0,072     | 0,056     | 0,102     |
| Ortalama                               | 0,025     | 0,010     | 0,029     |
| Standard sapma                         | 0,014     | 0,011     | 0,033     |
| rms                                    | 0,028     | 0,012     | 0,037     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

| <b>KCEK 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4085      | 4085      | 4085      |
| Minimum                                | -0,029    | -0,023    | -0,065    |
| Maksimum                               | 0,050     | 0,034     | 0,048     |
| Ortalama                               | 0,023     | 0,009     | 0,024     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,010     | 0,024     |
| rms                                    | 0,026     | 0,011     | 0,029     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 89 |           |           |           |

| <b>TUZI 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4975      | 4975      | 4975      |
| Minimum                                | -0,014    | -0,031    | -0,074    |
| Maksimum                               | 0,048     | 0,031     | 0,081     |
| Ortalama                               | 0,021     | 0,009     | 0,025     |
| Standard sapma                         | 0,011     | 0,010     | 0,031     |
| rms                                    | 0,023     | 0,011     | 0,031     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 92 |           |           |           |

| <b>PALA 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7608      | 7608      | 7608      |
| Minimum                                | -0,063    | -0,041    | -0,085    |
| Maksimum                               | 0,068     | 0,041     | 0,089     |
| Ortalama                               | 0,030     | 0,011     | 0,029     |
| Standard sapma                         | 0,014     | 0,011     | 0,034     |
| rms                                    | 0,033     | 0,013     | 0,037     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |           |           |           |

| <b>YALI 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 8733      | 8733      | 8733      |
| Minimum                                | -0,057    | -0,024    | -0,095    |
| Maksimum                               | 0,046     | 0,040     | 0,086     |
| Ortalama                               | 0,013     | 0,012     | 0,028     |
| Standard sapma                         | 0,014     | 0,010     | 0,031     |
| rms                                    | 0,016     | 0,014     | 0,034     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |           |           |           |

| <b>PALA 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 13891     | 13891     | 13891     |
| Minimum                                | -0,060    | -0,036    | -0,078    |
| Maksimum                               | 0,063     | 0,050     | 0,065     |
| Ortalama                               | 0,027     | 0,011     | 0,026     |
| Standard sapma                         | 0,014     | 0,012     | 0,031     |
| rms                                    | 0,030     | 0,014     | 0,031     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

| <b>YALI 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 16796     | 16796     | 16796     |
| Minimum                                | -0,048    | -0,027    | -0,101    |
| Maksimum                               | 0,038     | 0,043     | 0,084     |
| Ortalama                               | 0,014     | 0,015     | 0,033     |
| Standard sapma                         | 0,013     | 0,010     | 0,030     |
| rms                                    | 0,017     | 0,017     | 0,040     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 98 |           |           |           |

| <b>PALA 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 2741      | 2741      | 2741      |
| Minimum                                | -0,022    | -0,030    | -0,125    |
| Maksimum                               | 0,057     | 0,053     | 0,042     |
| Ortalama                               | 0,026     | 0,010     | 0,087     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,011     | 0,024     |
| rms                                    | 0,029     | 0,013     | 0,092     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 72 |           |           |           |

| <b>YALI 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 5200      | 5200      | 5200      |
| Minimum                                | -0,050    | -0,090    | -0,102    |
| Maksimum                               | 0,017     | 0,055     | 0,084     |
| Ortalama                               | 0,015     | 0,014     | 0,022     |
| Standard sapma                         | 0,011     | 0,010     | 0,027     |
| rms                                    | 0,018     | 0,017     | 0,027     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |           |           |           |

| <b>SİLE 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7381      | 7381      | 7381      |
| Minimum                                | -0,069    | -0,054    | -0,100    |
| Maksimum                               | 0,077     | 0,060     | 0,102     |
| Ortalama                               | 0,017     | 0,012     | 0,037     |
| Standard sapma                         | 0,016     | 0,012     | 0,033     |
| rms                                    | 0,021     | 0,015     | 0,044     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 91 |           |           |           |

| <b>TUBİ 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 8087      | 8087      | 8087      |
| Minimum                                | -0,067    | -0,042    | -0,100    |
| Maksimum                               | 0,035     | 0,043     | 0,075     |
| Ortalama                               | 0,018     | 0,011     | 0,053     |
| Standard sapma                         | 0,016     | 0,013     | 0,034     |
| rms                                    | 0,022     | 0,014     | 0,058     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |           |           |           |

| <b>SİLE 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 14728     | 14728     | 14728     |
| Minimum                                | -0,049    | -0,040    | -0,108    |
| Maksimum                               | 0,067     | 0,057     | 0,088     |
| Ortalama                               | 0,015     | 0,011     | 0,039     |
| Standard sapma                         | 0,015     | 0,011     | 0,030     |
| rms                                    | 0,019     | 0,013     | 0,046     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |           |           |           |

| <b>TUBİ 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 14515     | 14515     | 14515     |
| Minimum                                | -0,073    | -0,093    | -0,116    |
| Maksimum                               | 0,033     | 0,092     | 0,075     |
| Ortalama                               | 0,023     | 0,013     | 0,041     |
| Standard sapma                         | 0,017     | 0,022     | 0,036     |
| rms                                    | 0,028     | 0,022     | 0,049     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 92 |           |           |           |

| <b>SİLE 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4272      | 4272      | 4272      |
| Minimum                                | -0,019    | -0,028    | -0,087    |
| Maksimum                               | 0,056     | 0,054     | 0,069     |
| Ortalama                               | 0,014     | 0,010     | 0,031     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,010     | 0,030     |
| rms                                    | 0,017     | 0,012     | 0,038     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

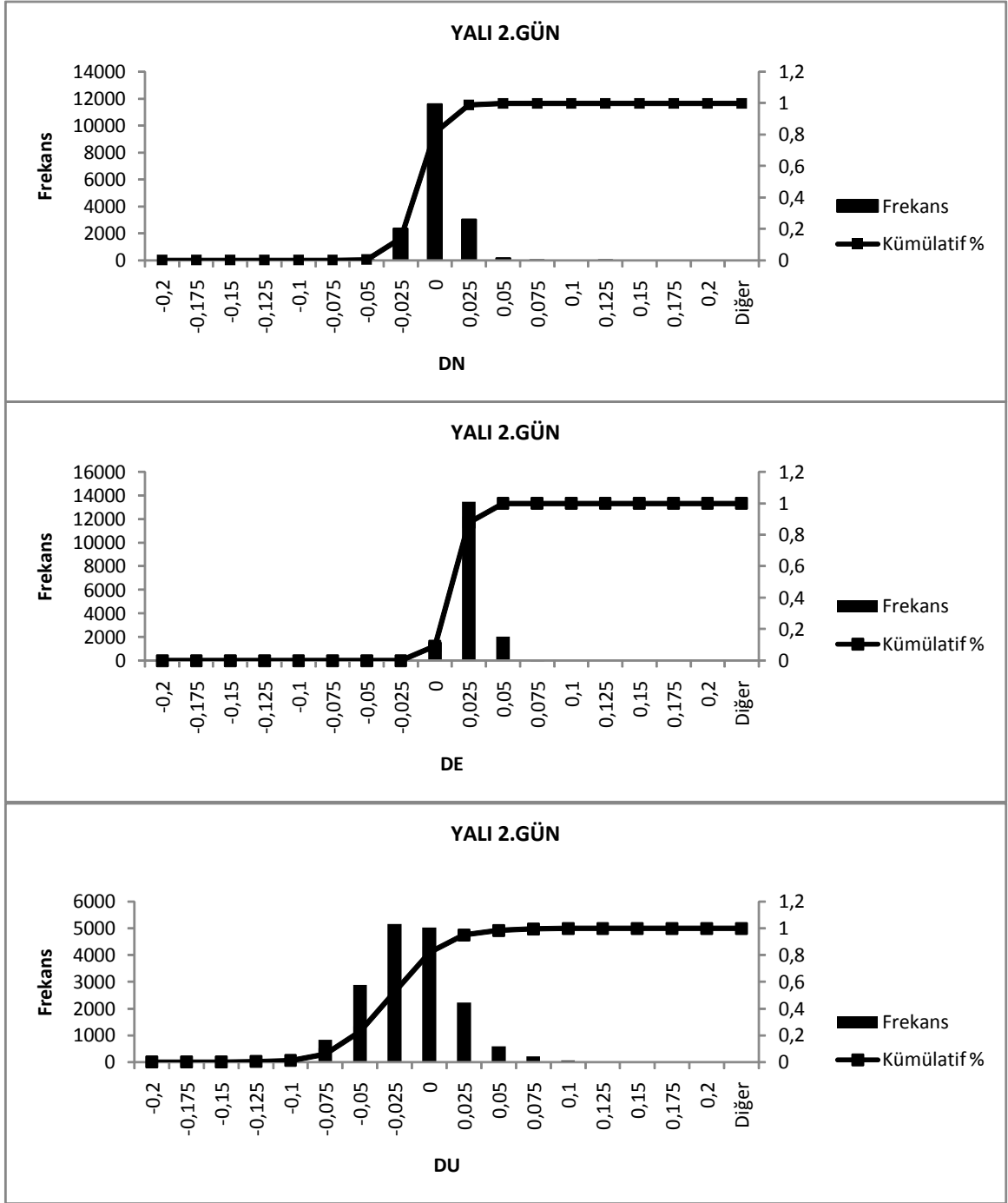
| <b>TUBİ 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4320      | 4320      | 4320      |
| Minimum                                | -0,042    | -0,045    | -0,095    |
| Maksimum                               | 0,037     | 0,030     | 0,053     |
| Ortalama                               | 0,018     | 0,011     | 0,030     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,012     | 0,030     |
| rms                                    | 0,021     | 0,014     | 0,038     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

| <b>SLVR 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7618      | 7618      | 7618      |
| Minimum                                | -0,088    | -0,046    | -0,088    |
| Maksimum                               | 0,057     | 0,058     | 0,076     |
| Ortalama                               | 0,016     | 0,013     | 0,038     |
| Standard sapma                         | 0,017     | 0,014     | 0,035     |
| rms                                    | 0,020     | 0,016     | 0,045     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 86 |           |           |           |

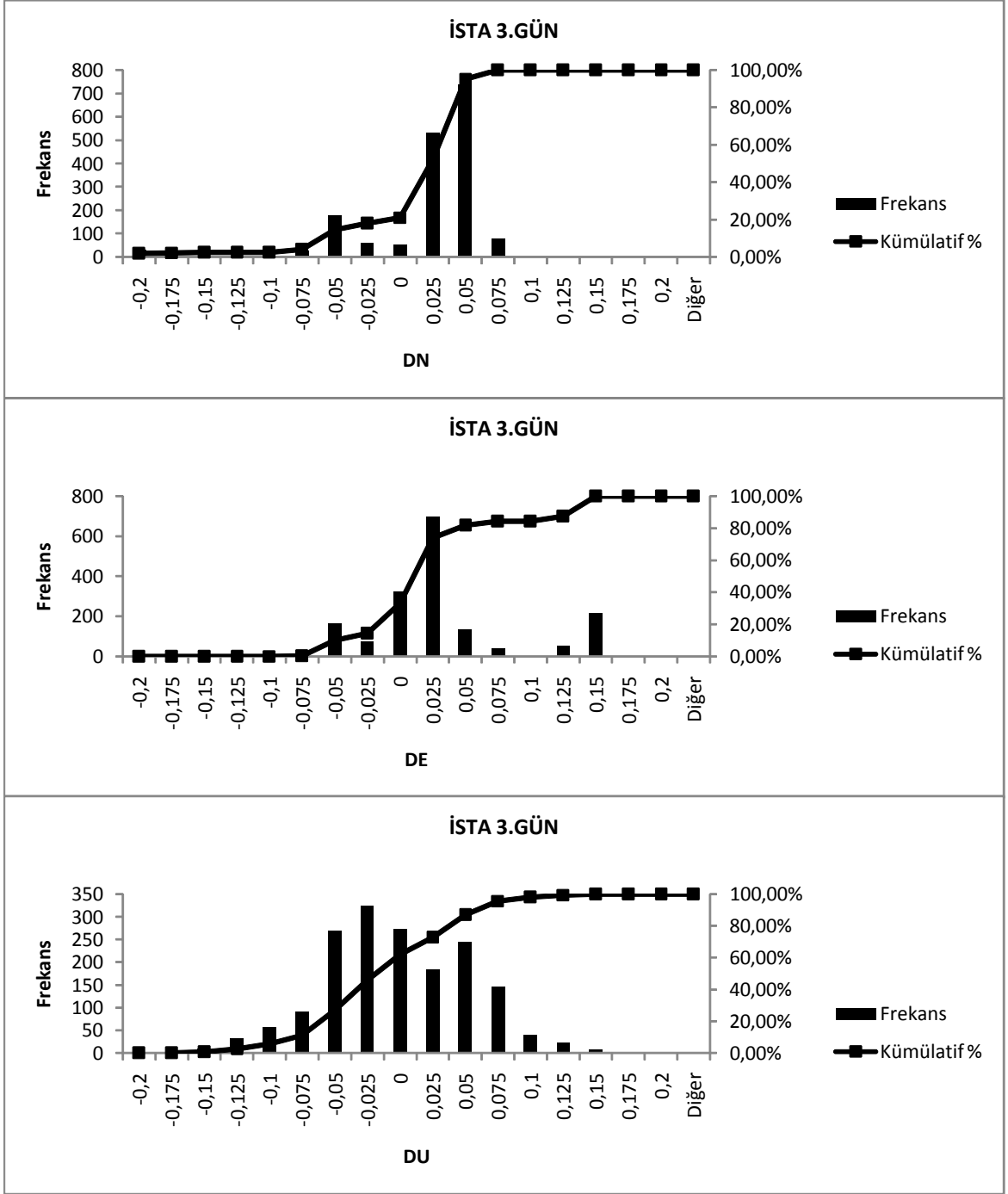
| <b>SLVR 2.GÜN</b>                     | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                           | 12298     | 12298     | 12298     |
| Minimum                               | -0,065    | -0,068    | -0,112    |
| Maksimum                              | 0,046     | 0,049     | 0,087     |
| Ortalama                              | 0,019     | 0,016     | 0,036     |
| Standard sapma                        | 0,017     | 0,019     | 0,039     |
| rms                                   | 0,023     | 0,021     | 0,045     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %76 |           |           |           |

| <b>SLVR 3.GÜN</b>                     | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                           | 4147      | 4147      | 4147      |
| Minimum                               | -0,040    | -0,067    | -0,095    |
| Maksimum                              | 0,026     | 0,050     | 0,077     |
| Ortalama                              | 0,016     | 0,019     | 0,031     |
| Standard sapma                        | 0,012     | 0,023     | 0,035     |
| rms                                   | 0,018     | 0,024     | 0,037     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %77 |           |           |           |





Şekil 5. 4 YALI noktasının kümülatif tablosu



Şekil 5. 5 İSTA noktasının kümülatif tablosu

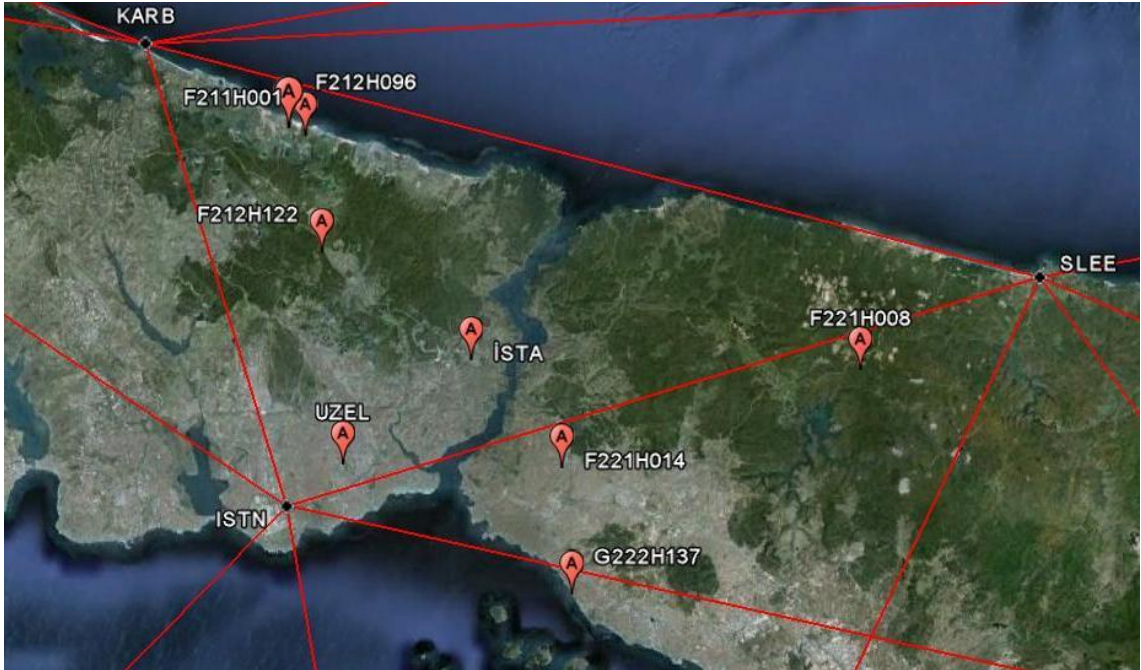
### 5.3 TUSAGA-AKTİF Ağı Uygulaması

Bu çalışmada, sanal referans istasyonu yöntemiyle üretilen gözlemlerin doğruluğu, İGNA (İstanbul GPS Nirengi Ağı) ağına ait 6 noktada, Yıldız Teknik Üniversitesi'nde bulunan ve koordinatları daha önceden bilinen noktada eş zamanlı statik ölçüler yapılarak; aynı zamanda IGS ağına ait İSTA noktasının da gözlemleri değerlendirilmeye alınmak suretiyle test edilmiştir.

#### 5.3.1 Çalışma Bölgesi

Test ağı olarak düşünülen pilot bölge, TUSAGA-Aktif ağının noktalarından olan, KABR, İSTN, SLEE, IZMT, BURS noktalarının oluşturduğu üçgenler içerisinde belirlenmiştir. İGNA ağına ait 6 nokta, Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa yerleşkesi, İnşaat Fakültesi binasının üzerine tesis edilmiş ve sabit koordinatları hassas olarak bilinen UZEL noktası ve İSTN noktaları, TUSAGA-Aktif ağının, yukarıda bahsi geçen noktaların oluşturduğu üçgenler içinde uygun dağılımlı olarak belirlenmiştir.

İGNA ağına ait C1 derece ve C2 derece noktalardan seçilmesinin sebebi; yapılan testin güvenilirliğini ve doğruluğunu arttırmak içindir. Çalışma bölgesi, TUSAGA-Aktif ağı noktalarının oluşturduğu üçgenler ve seçilen 8 nokta Şekil 5.6' da sunulmuştur.



Şekil 5. 6 TUSAGA-Aktif Ağı Uygulaması Çalışma Bölgesi

### 5.3.2 Uygulamada Kullanılan Ekipman ve Donanımlar

Uygulamada kullanılan cihazların marka ve modelleri:

1. 2 adet Topcon HyperPRO GNSS alıcısı ve 2 adet kontrol ünitesi
2. 6 adet Ashtech Z-MAX GPS alıcısı

Uygulamada kullanılan GNSS değerlendirme yazılımları olarak; Topcon Tools 7.5 ve Ashtech Solutions tercih edilmiştir. Bahsi geçen ticari GNSS değerlendirme yazılımlarının her ikisi de güçlü değerlendirme algoritmalarına sahip olup, GNSS değerlendirmelerinde gerekli olan özellikleri mevcuttur.

### 5.3.3 Uygulanan Değerlendirme Stratejisi

Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere oluşturulan sanal gözlemler, aktif GNSS ağı noktalarından üretilmektedir. Bu sanal gözlemlerin doğruluğunu test edebilmek için düşünülen strateji ise; TUSAGA-Aktif ağının, daha önce belirtilen noktalardan, koordinatları bilinen noktaların konumu için sanal gözlemler üretilmesi, eş zamanlı olarak bu noktalarda statik yöntemle uydu gözlemlerini kaydetmek üzere 2 gözlem dosyasını karşılaştırma olanağı bulmak üzerinedir. Bu karşılaştırmanın ana amacı: TUSAGA-Aktif Ağı' nın noktalarının oluşturduğu, ilgili üçgenlerin içinde, uygun dağılımda seçilmiş noktalarda oluşturulan sanal gözlemlerin, bu dağılıma bağlı olarak doğruluğunun nasıl değiştiğinin incelenmesidir. Seçilen bu noktalar İGNA ağına ait F212H122, F212H096, F211H001, F221H008, F221H014, G222H137 noktaları ile IGS ağına ait İSTA noktası ve Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa yerleşkesi, İnşaat Fakültesi binasının üzerine tesis edilmiş ve koordinatları hassas olarak bilinen UZEL noktasıdır. Sanal gözlemler, TUSAGA-Aktif ağının noktalarından üretilmesi sebebiyle, bu ağın koordinat sistemi, datum ve epoğunda olacağını göstermektedir. Seçilen noktalar ise İGNA ağına ait olup, ITRF 96 datumunda ve 2005 epoğunda koordinatları hesaplanmış, TUSAGA-Aktif ağıyla aynı sistemdedir. Fakat İGNA noktalarının, ölçü epoğunda koordinatlarını yeniden hesaplamanın, değerlendirmenin güvenilirliği ve doğruluğunu artıracakı düşünülmüştür. Bu sebeple; İGNA ağına ait noktaların koordinatlarının olduğu konuma sanal gözlemlerin üretilmesi yerine, bu noktalarda 2

gün tekrarlı olmak üzere 4 saat eş zamanlı gözlemler yapılarak koordinatları yeniden hesaplanmıştır.

Bu ağ çözümünde, TUSAGA-Aktif ağı noktalarından; ISTN, SILE, IZMT, KABR noktaları dayanak noktası olarak kullanılmıştır. Çizelge 5.8’ de dengelenmiş nokta koordinatları ve bileşenlerine ilişkin standart sapmalar görülmektedir.

Çizelge 5. 8 Dengelenmiş Nokta Koordinatları

| DENGELENMİŞ NOKTA KOORDİNATLARI |      |     |     |            | % 95 St. Sapma |
|---------------------------------|------|-----|-----|------------|----------------|
| <b>H001</b>                     | Lat. | 41° | 16’ | 26,617910  | 0,008          |
|                                 | Lon. | 28° | 51’ | 40,915630  | 0,007          |
|                                 | Elv. |     |     | 142,055000 | 0,011          |
| <b>H096</b>                     | Lat. | 41° | 16’ | 44,798520  | 0,006          |
|                                 | Lon. | 28° | 49’ | 59,466740  | 0,006          |
|                                 | Elv. |     |     | 115,063000 | 0,010          |
| <b>H122</b>                     | Lat. | 41° | 11’ | 7,157770   | 0,009          |
|                                 | Lon. | 28° | 51’ | 43,299500  | 0,007          |
|                                 | Elv. |     |     | 169,696000 | 0,011          |
| <b>H008</b>                     | Lat. | 41° | 05’ | 33,070710  | 0,007          |
|                                 | Lon. | 29° | 25’ | 8,887070   | 0,007          |
|                                 | Elv. |     |     | 191,756000 | 0,012          |
| <b>H014</b>                     | Lat. | 41° | 01’ | 1,317290   | 0,011          |
|                                 | Lon. | 29° | 07’ | 14,385790  | 0,008          |
|                                 | Elv. |     |     | 175,698000 | 0,013          |
| <b>ISTA</b>                     | Lat. | 41° | 06’ | 16,008540  | 0,007          |
|                                 | Lon. | 29° | 01’ | 9,625160   | 0,007          |
|                                 | Elv. |     |     | 147,274000 | 0,008          |
| <b>UZEL</b>                     | Lat. | 41° | 01’ | 23,663820  | 0,005          |
|                                 | Lon. | 28° | 53’ | 19,681530  | 0,003          |
|                                 | Elv. |     |     | 126,888000 | 0,006          |
| <b>H137</b>                     | Lat. | 40° | 56’ | 18,500320  | 0,012          |
|                                 | Lon. | 29° | 06’ | 39,942070  | 0,009          |
|                                 | Elv. |     |     | 40,935000  | 0,014          |

Bulunan bu koordinatlar kullanılarak, bu günleri takip eden 2 günde statik ölçüler ile eş zamanlı olarak sanal gözlemler üretilmiştir. Daha sonraki ölçü stratejisi olarak, belirtilen 6 adet İGNA ağına ait noktada 45 dakika gözlem süresi olmak üzere 3 periyot hızlı statik ölçü yapılmış, bu noktalar için eş zamanlı olarak sanal gözlemler üretilmiştir. Böylece sistemin tekrarlılığının analizinin yapılabilmesi mümkün olacağı düşünülmüştür. Bunun yanında, ilk olarak yapılan 2 günlük statik ölçülerle sanal gözlemlerin karşılaştırması uygulamasında ise, zaman serisi analizini yapmak mümkün olmuştur.

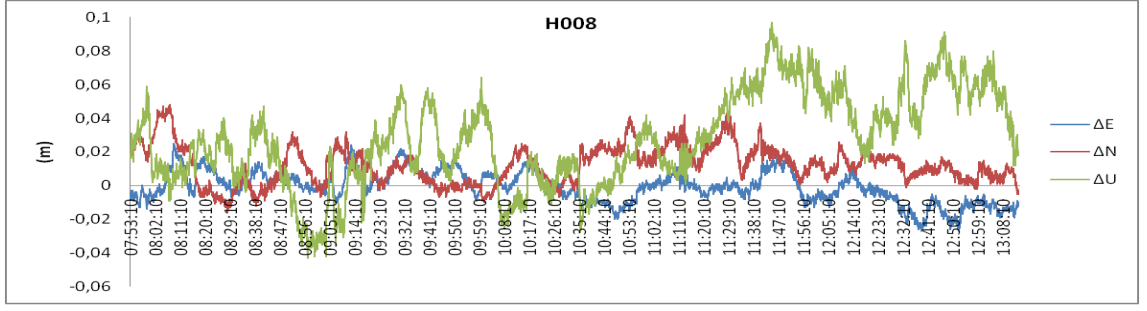
6. nokta olan G222H137 noktasında teknik aksaklıklar nedeniyle sağlıklı veriler elde edilememiş ve bahsedilen ilk çalışmada değerlendirmeye alınamamıştır.

#### 5.3.4 Analizler

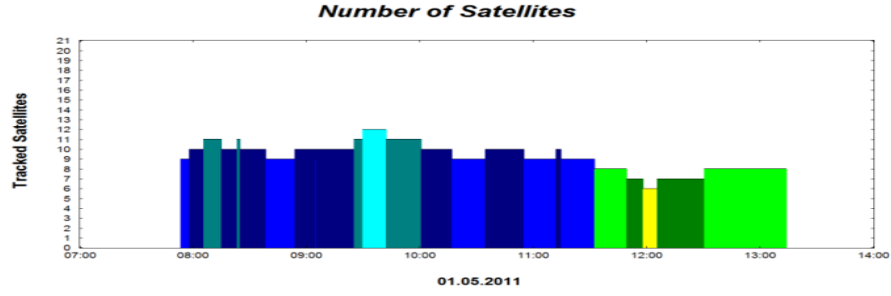
İlk uygulamada ölçü yapılan noktalardan İGNA Ağı' na ait noktaların numaraları, grafikler için olmak üzere son 4 hanesi ile anılmıştır. Bu uygulamada kullanılan noktalardan, F221H008 noktası, F212H122 noktası ve UZEL noktası için, geriye kalan noktalar için yapılan değerlendirmelere ek olarak, sanal gözlemler ve arazide toplanan gözlemler için ayrı ayrı olmak üzere, gözlenen uydu sayıları, izlenen uyduların grafikleri, sinyal kalitesi grafikleri ve uydu görünürlük grafikleri verilmiştir. Bu değerlendirmeler ölçünün yalnız bir günü için verilmiştir. F221H008 noktasına ilişkin istatistiksel değerler Çizelge 5.9' da, N, E, U bileşenlerinin değişim grafiği Şekil 5.7' de verilmiştir. Standart sapmaların yatayda 1 cm civarında, düşeyde ise 2.7 cm olduğu görülmektedir. 3 bileşen için olan değişim grafiğinde ise uygun dağılımlı bir tablo görülmektedir. Yalnız yükseklik bileşeninde ölçü sonuna doğru bir dalgalanma mevcut olup, bu değişimin atmosferik koşullardan meydana geldiği düşünülmüştür. İzlenen uydu sayıları Şekil 5.8 ve Şekil 5.9' da verilmiş olup, ölçü sırasında eşdeğer sonuç verdiği görülmektedir. İzlenen uyduların hangi sürelerde izlendiğini gösteren grafikler, Şekil 5.10 ve Şekil 5.21' de verilmiştir. Uydu görünürlük grafikleri ve değerlerinde görüldüğü üzere eşdeğerlik oranı % 99' dur. Uydu görünürlük grafikleri Şekil 5.14 ve Şekil 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5. 9 H008 noktasına ait 2.gün için istatistiksel değerler

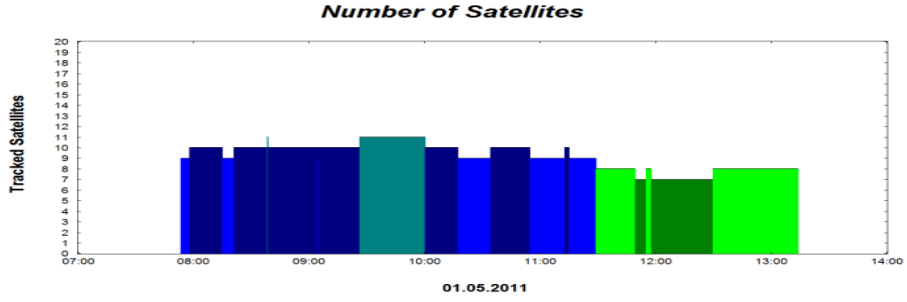
| H008 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,009  | Std. Sapma | 0,011  | Std. Sapma | 0,027  |
|      | rms        | 0,009  | rms        | 0,016  | rms        | 0,039  |
|      | min        | -0,027 | min        | -0,016 | min        | -0,043 |
|      | max        | 0,025  | max        | 0,048  | max        | 0,097  |
|      | ort.       | 0,023  | ort.       | 0,030  | ort.       | 0,050  |



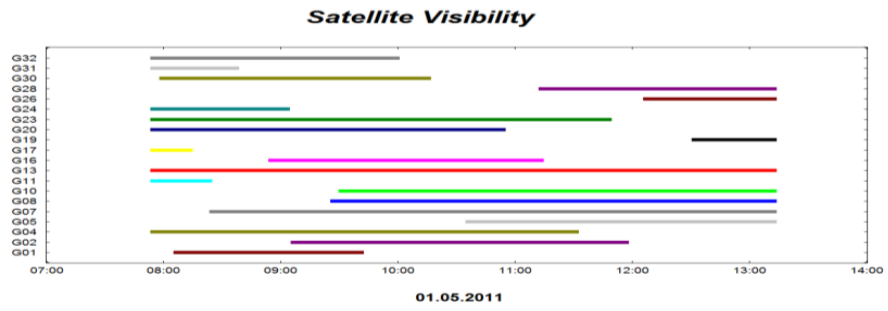
Şekil 5. 7 H008 noktasına ait 2.gün için değişim grafiği



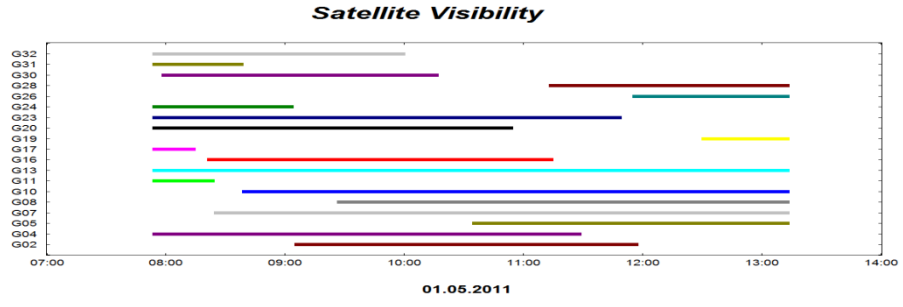
Şekil 5. 8 H008 noktasında gözlenen uydu sayıları (arazi)



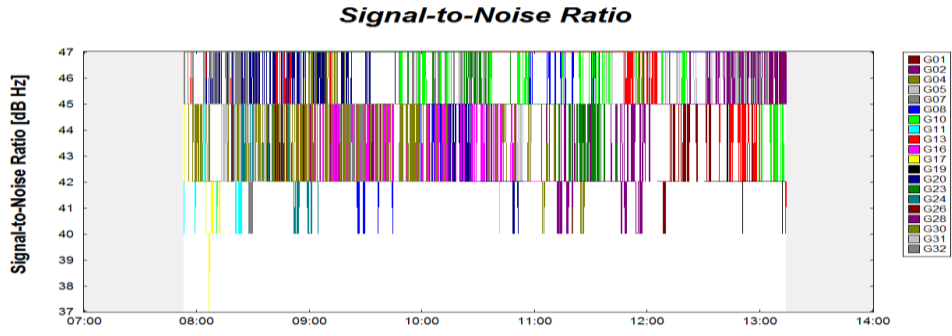
Şekil 5. 9 H008 noktasında gözlenen uydu sayıları (şanal)



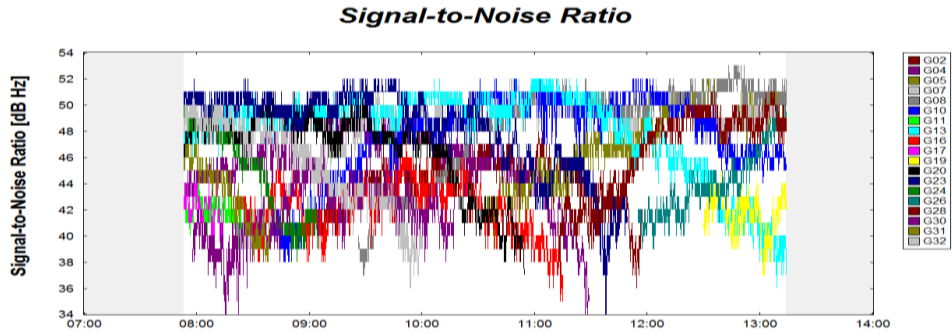
Şekil 5. 10 H008 noktasında izlenen uydular (arazi)



Şekil 5. 11 H008 noktasında izlenen uydular (sanal)

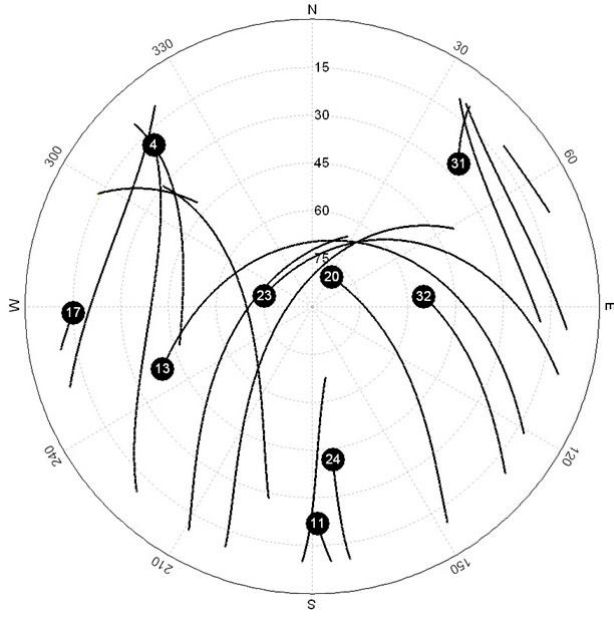


Şekil 5. 12 H008 noktasında sinyal kalitesi (arazi)



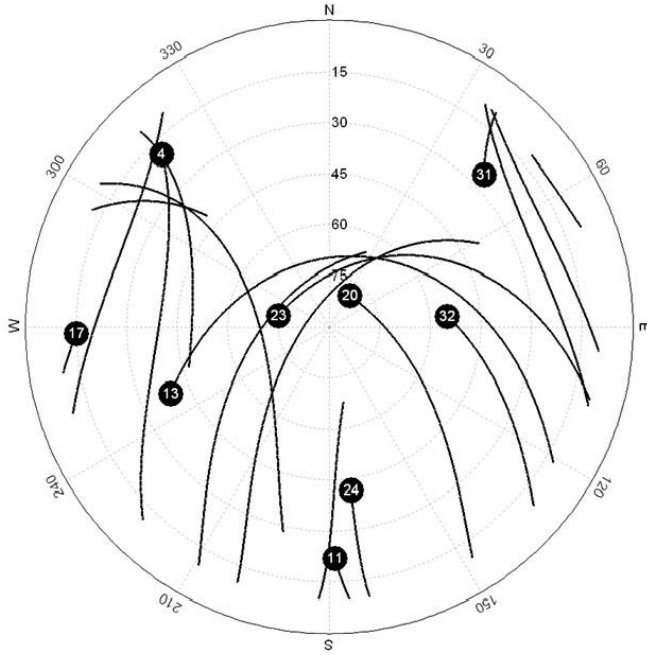
Şekil 5. 13 H008 noktasında sinyal kalitesi (sanal)





|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2.1 | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 1.8 | 6           | 94   | 2.44%   |
| HDOP | 1   | 7           | 402  | 10.44%  |
| VDOP | 1.5 | 8           | 921  | 23.92%  |
|      |     | 9           | 1342 | 34.86%  |
|      |     | 10          | 723  | 18.78%  |
|      |     | 11          | 368  | 9.56%   |
|      |     | Toplam      | 3850 | 100.00% |

Şekil 5. 14 H008 noktasında uydu görünürlüğü (arazi)



|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2   | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 1.7 | 6           | 27   | 0.70%   |
| HDOP | 1   | 7           | 462  | 12.00%  |
| VDOP | 1.5 | 8           | 772  | 20.05%  |
|      |     | 9           | 723  | 18.78%  |
|      |     | 10          | 1449 | 37.64%  |
|      |     | 11          | 417  | 10.83%  |
|      |     | Toplam      | 3850 | 100.00% |

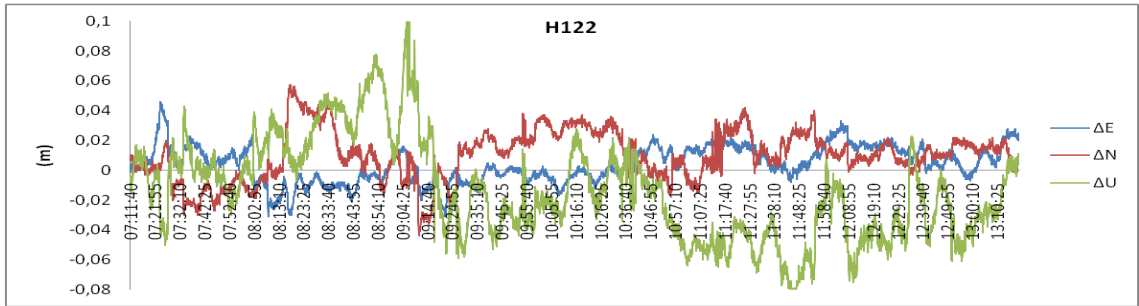
Şekil 5. 15 H008 noktasında uydu görünürlüğü (sanal)

F212H122 noktası için yapılan değerlendirme için istatistiksel değerler Çizelge 5.10' da görülmektedir. Standart sapmanın yatayda 1 cm civarında, düşeyde ise 3 cm olduğu ortaya çıkmıştır. İzlenen uydu sayıları, uydu görünürlük grafiklerinde de görüldüğü gibi sanal gözlemler ile arazide toplanan gözlemler eşdeğerdir. F212H122 noktası için sıfır baz vektörü bileşenlerinin değişim grafiği Şekil 5.16' da, uydu sayılarına ilişkin grafikler

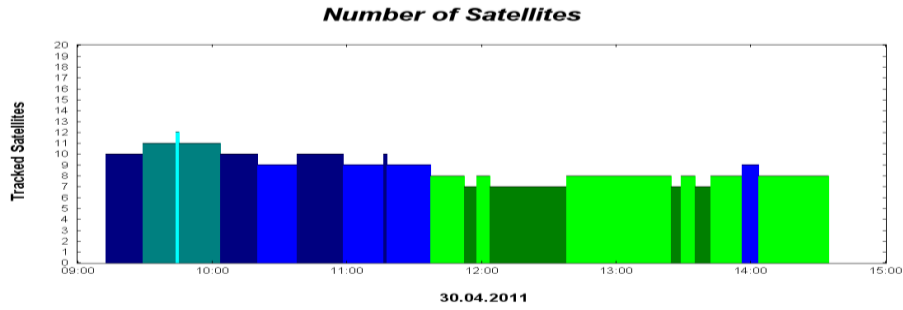
Şekil 5.17 ve Şekil 5.18’ de, izlenen uyduların hangi sürelerde izlendiğini gösteren grafikler Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’ de, sinyal kalitelerine ilişkin grafikler Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’ de, uydu görünürlük grafikleri ise Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’ de verilmiştir.

Çizelge 5. 10 H122 noktasına ait 2.gün için istatistiksel değerler

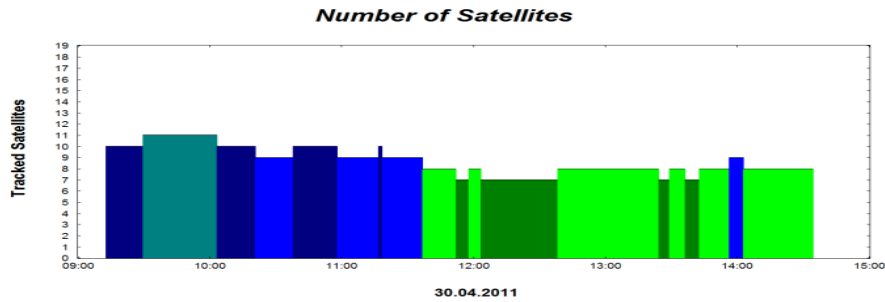
| H122 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,012  | Std. Sapma | 0,016  | Std. Sapma | 0,033  |
|      | rms        | 0,013  | rms        | 0,019  | rms        | 0,036  |
|      | min        | -0,031 | min        | -0,044 | min        | -0,087 |
|      | max        | 0,046  | max        | 0,057  | max        | 0,101  |
|      | ort.       | 0,010  | ort.       | 0,016  | ort.       | 0,030  |



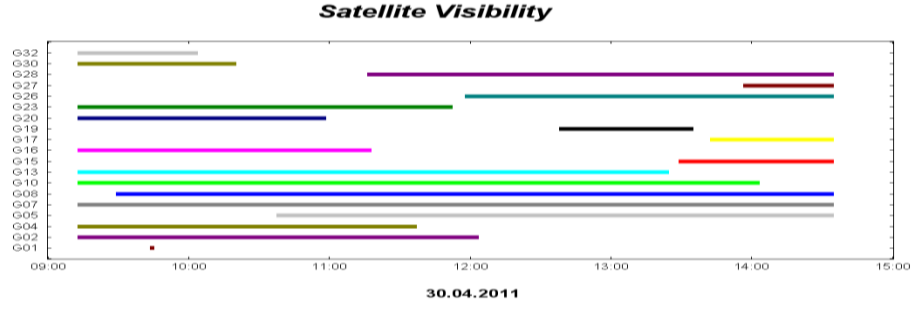
Şekil 5. 16 H122 noktasına ait 2.gün için değişim grafiği



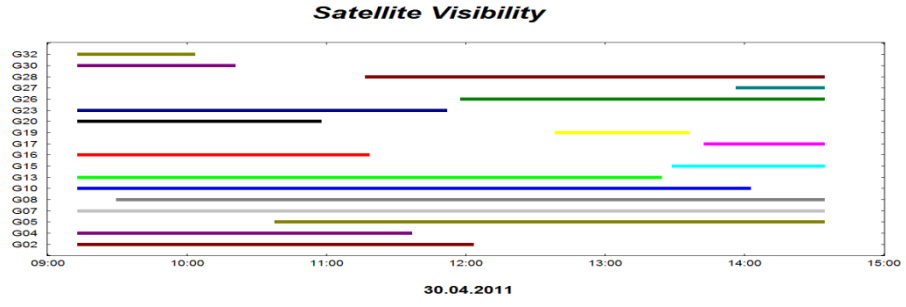
Şekil 5. 17 H122 noktasında gözlenen uydu sayıları (arazi)



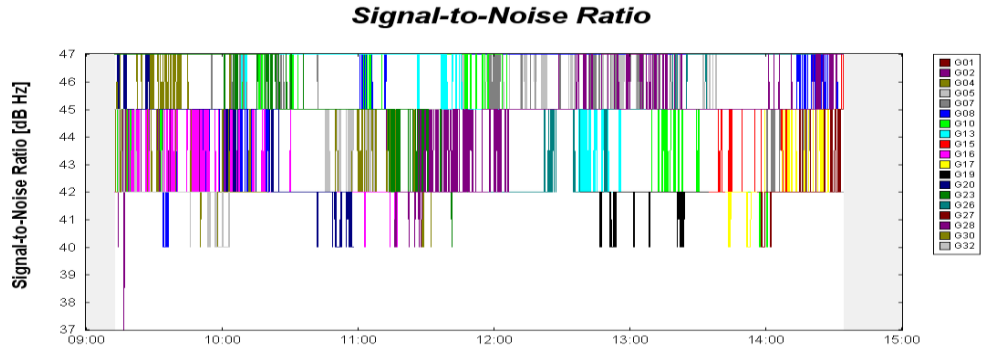
Şekil 5. 18 H122 noktasında gözlenen uydu sayıları (sanal)



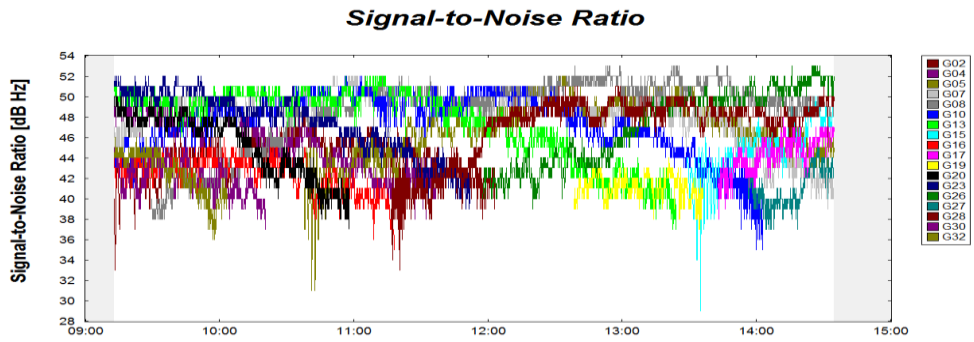
Şekil 5. 19 H122 noktasında izlenen uydular (arazi)



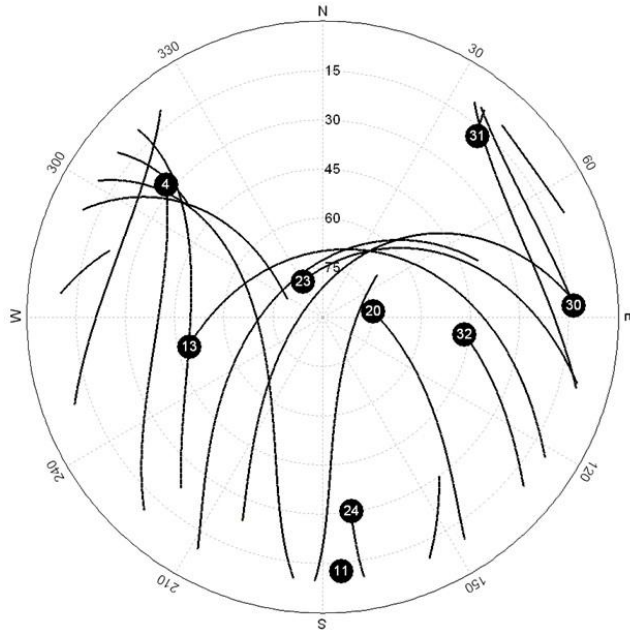
Şekil 5. 20 H122 noktasında izlenen uydular (sanal)



Şekil 5. 21 H122 noktasında sinyal kalitesi (arazi)

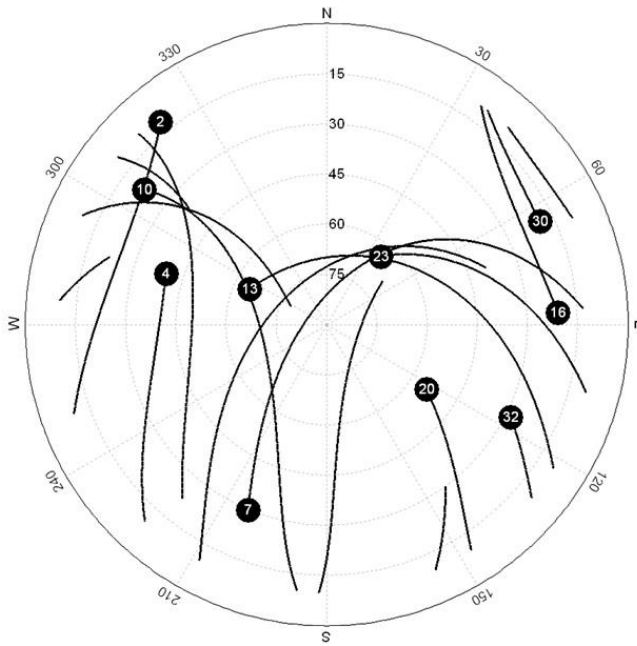


Şekil 5. 22 H122 noktasında sinyal kalitesi (sanal)



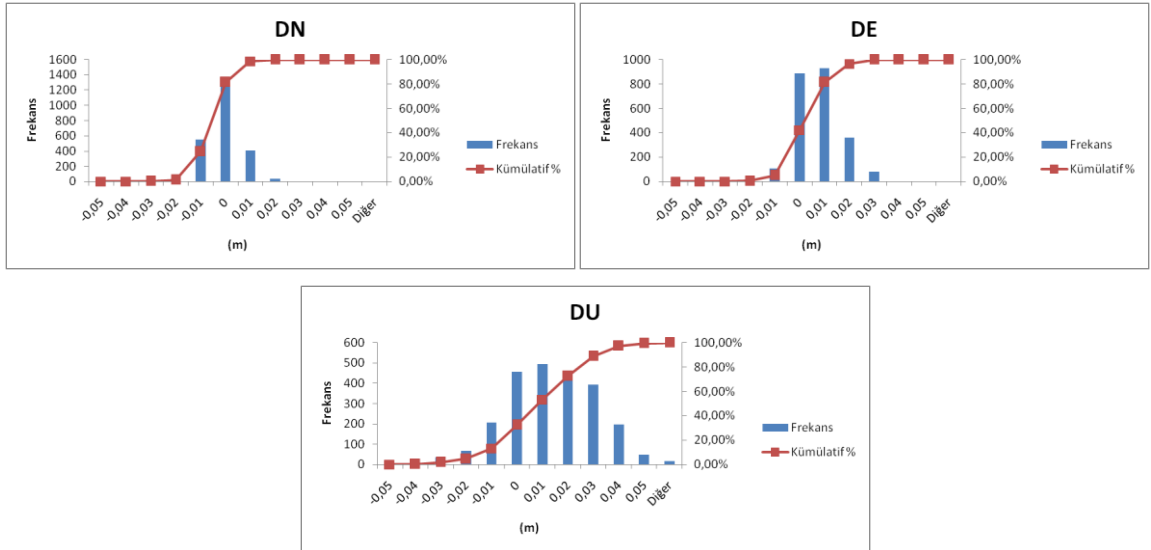
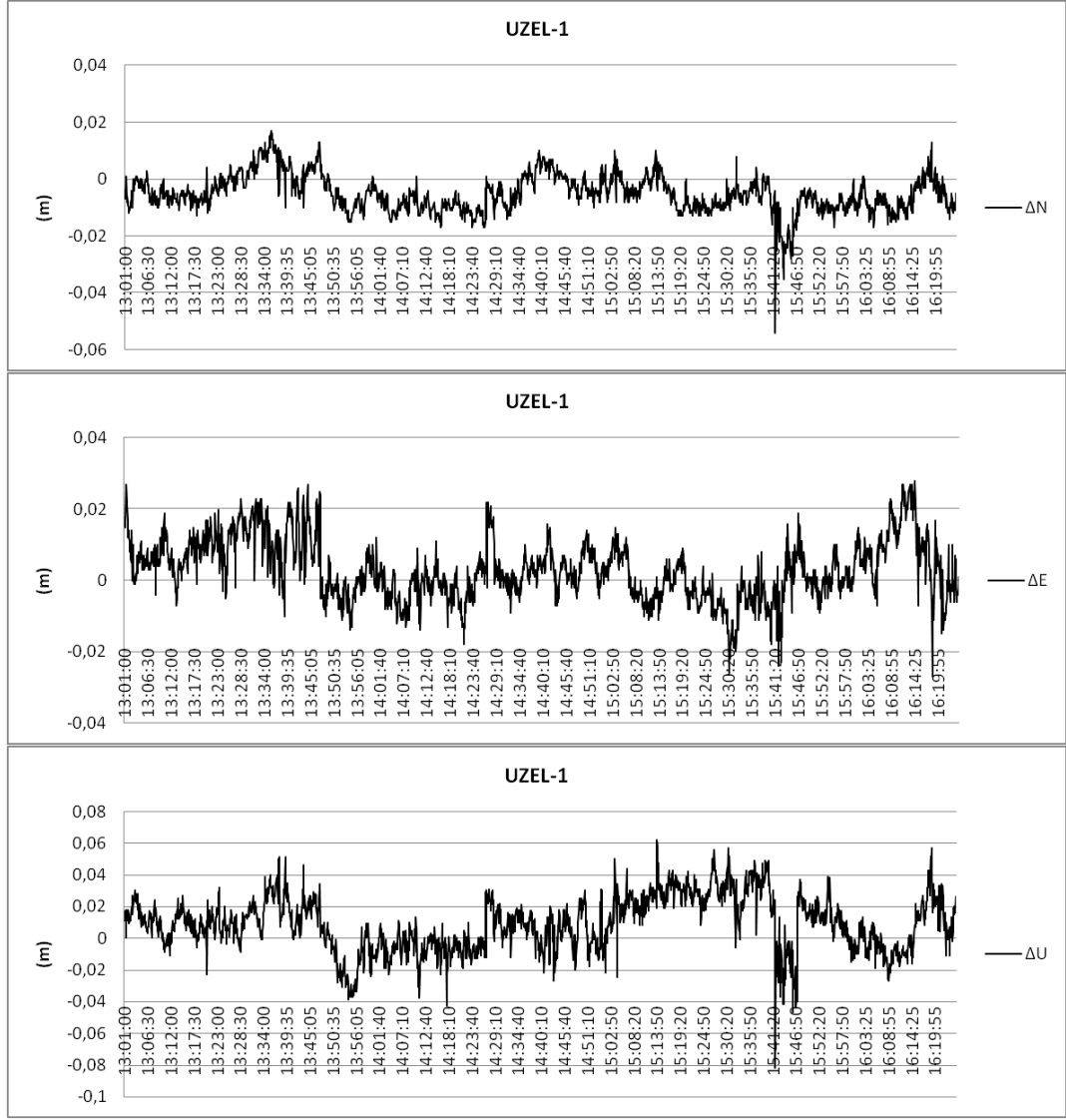
|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2   | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 1.8 | 7           | 633  | 14.11%  |
| HDOP | 1   | 8           | 1423 | 31.72%  |
| VDOP | 1.5 | 9           | 1166 | 25.99%  |
|      |     | 10          | 858  | 19.13%  |
|      |     | 11          | 406  | 9.05%   |
|      |     | Toplam      | 4486 | 100.00% |

Şekil 5. 23 H122 noktasında uydu görünürlüğü (arazi)

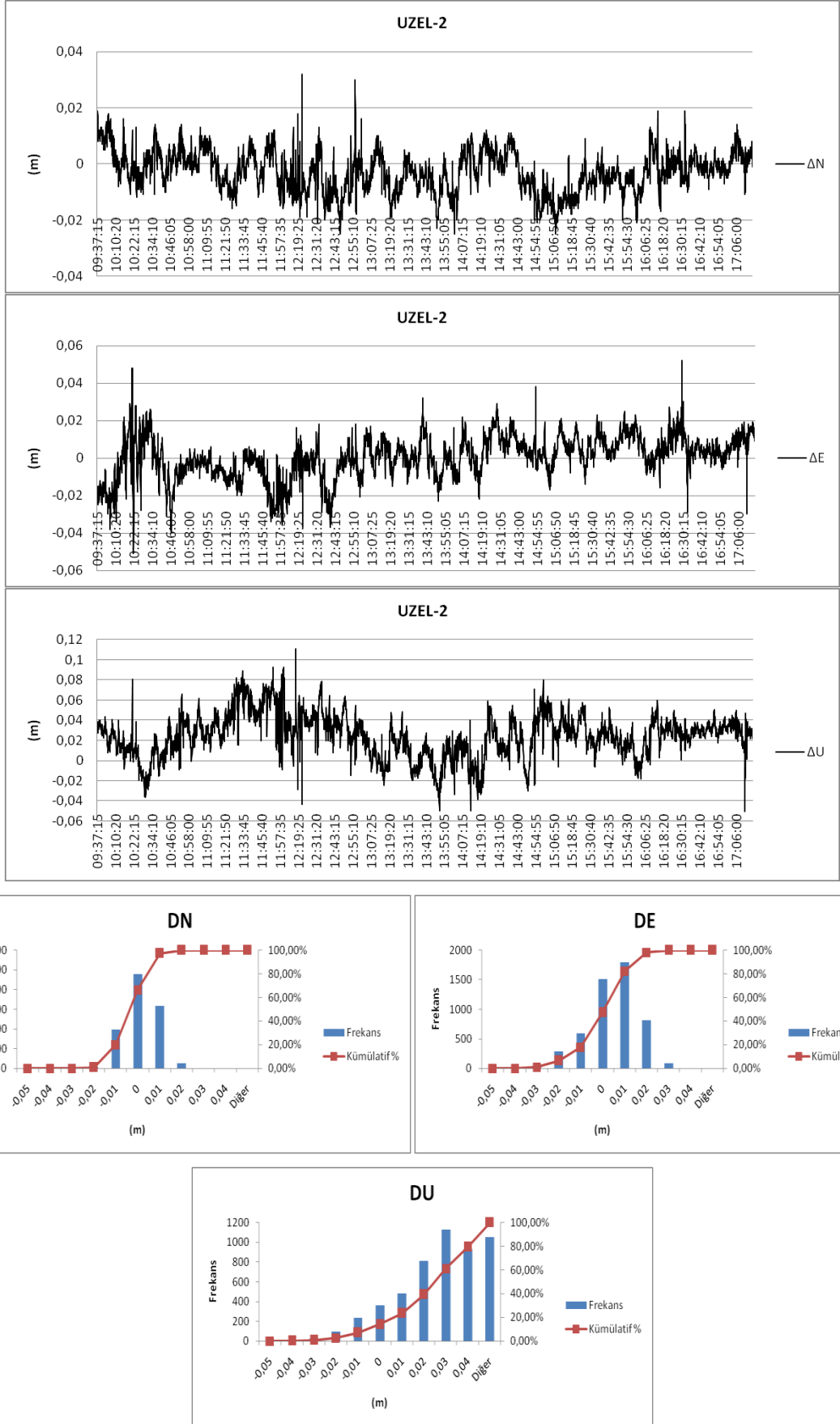


|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2.1 | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 1.8 | 7           | 637  | 14.20%  |
| HDOP | 1   | 8           | 1423 | 31.72%  |
| VDOP | 1.5 | 9           | 1165 | 25.97%  |
|      |     | 10          | 855  | 19.06%  |
|      |     | 11          | 406  | 9.05%   |
|      |     | Toplam      | 4486 | 100.00% |

Şekil 5. 24 H122 noktasında uydu görünürlüğü (sanal)



Şekil 5. 25 UZEL noktasına ait 1.gün verileri için değişim grafikleri ve histogramları



Şekil 5. 26 UZEL noktasına ait 2.gün verileri için değişim grafikleri ve histogramları

Çizelge 5. 11 UZEL noktasının 2 günlük istatistiksel değerleri (GPS uydularıyla çözüm)

| UZEL 1.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ | UZEL 2.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|
| Epok Sayısı    | 2372       | 2372       | 2372       | Epok Sayısı    | 5135       | 5135       | 5135       |
| Minimum        | -0.054     | -0.027     | -0.082     | Minimum        | -0.025     | -0.051     | -0.050     |
| Maximum        | 0.017      | 0.028      | 0.062      | Maximum        | 0.032      | 0.052      | 0.111      |
| Ortalama       | -0.005     | 0.003      | 0.009      | Ortalama       | -0.003     | 0.000      | 0.025      |
| Standard sapma | 0.006      | 0.009      | 0.017      | Standard sapma | 0.007      | 0.011      | 0.022      |
| rms            | 0.008      | 0.009      | 0.020      | rms            | 0.008      | 0.013      | 0.038      |

Çizelge 5. 12 UZEL noktasının 2 günlük istatistiksel değerleri (GPS+GLONASS uydularıyla çözüm)

| UZEL 1.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ | UZEL 2.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|
| Epok Sayısı    | 2382       | 2382       | 2382       | Epok Sayısı    | 5245       | 5245       | 5245       |
| Minimum        | -0.023     | -0.026     | -0.078     | Minimum        | -0.026     | -0.027     | -0.111     |
| Maximum        | 0.029      | 0.036      | 0.075      | Maximum        | 0.039      | 0.029      | 0.109      |
| Ortalama       | 0.005      | 0.006      | 0.002      | Ortalama       | 0.004      | 0.004      | 0.001      |
| Standard sapma | 0.010      | 0.010      | 0.026      | Standard sapma | 0.013      | 0.011      | 0.030      |
| rms            | 0.011      | 0.012      | 0.026      | rms            | 0.013      | 0.011      | 0.030      |

UZEL noktası için yapılan değerlendirmede, N, E, U bileşenleri için yapılan istatistiksel değerlendirmeler ile her bileşen için ayrı olmak üzere ölçülerin kümülatif yüzde değerleri Çizelge 5.13’ de verilmiştir. Şekil 5.25 ve Şekil 5.26’ da görüldüğü gibi N, E, U bileşenlerindeki değişimler için grafikler ve bu bileşenlere ilişkin kümülatif değer grafikleri her bileşen için ayrı olarak verilmiştir. Ayrıca sıfır baz vektörü çözümünde GPS uyduları kullanılarak bulunan istatistik değerler ile GPS ve GLONASS uydularının birlikte kullanıldığı istatistiksel değerler yukarıdaki Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12’ de görülmektedir. Bu noktadaki 2 gün için ayrı ayrı olmak üzere verilen istatistiksel değerlere bakıldığında; N ve E bileşenlerinin değişimleri için standart sapmalar 1 cm’ nin altında olduğu, U bileşeni değişimlerinin standart sapmasının ise 2 cm civarında olduğu gözükmemektedir. Ayrıca 3 bileşen için verilen histogramlarda da N ve E bileşenlerine ilişkin değerlerin % 95 oranında 1 cm ile – 1cm arasında seyrettiği görülmektedir. U bileşeninin değişimlerine ilişkin değerler ise 1.gün için % 90 oranında, 2 cm ile – 2cm arasında yer aldığı görülmektedir. 2.gün için olan U bileşeni değerlerinde bir sistematik hatanın ortaya çıktığı, bu sebeple değerlerin yaklaşık % 80 oranında - 1 cm ile 4 cm arasında olduğu görülmektedir. Bu noktada yapılan değerlendirmede, sıfır baz vektörü çözümü sağlanan ölçü oranı % 98’ dir. İstatistiksel değerlerinin hesaplanmasında ise;  $\pm 3 \sigma$  aralığı dışındaki değerler hesap dışında bırakılmıştır. Bu ölçülerin oranı ise; % 94 oranındadır.

Çizelge 5. 13 UZEL noktasının 2 günlük kümülatif ve istatistiksel değerleri

| UZEL 1.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|
| Epok Sayısı    | 2372       | 2372       | 2372       |
| Minimum        | -0.054     | -0.027     | -0.082     |
| Maximum        | 0.017      | 0.028      | 0.062      |
| Ortalama       | -0.005     | 0.003      | 0.009      |
| Standard sapma | 0.006      | 0.009      | 0.017      |
| rms            | 0.008      | 0.009      | 0.020      |

| UZEL 2.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|
| Epok Sayısı    | 5135       | 5135       | 5135       |
| Minimum        | -0.025     | -0.051     | -0.050     |
| Maximum        | 0.032      | 0.052      | 0.111      |
| Ortalama       | -0.003     | 0.000      | 0.025      |
| Standard sapma | 0.007      | 0.011      | 0.022      |
| rms            | 0.008      | 0.013      | 0.038      |

| $\Delta N$    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık Değeri | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.05         | 1           | 0.04%       | 0.04%   |
| -0.04         | 0           | 0.04%       | 0.00%   |
| -0.03         | 2           | 0.13%       | 0.08%   |
| -0.02         | 30          | 1.39%       | 1.26%   |
| -0.01         | 551         | 24.62%      | 23.23%  |
| 0             | 1350        | 81.53%      | 56.91%  |
| 0.01          | 406         | 98.65%      | 17.12%  |
| 0.02          | 32          | 100.00%     | 1.35%   |
| 0.03          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.04          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.05          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>2372</b> |             |         |

| $\Delta E$    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık Değeri | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.04         | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.03         | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.02         | 9           | 0.38%       | 0.38%   |
| -0.01         | 108         | 4.93%       | 4.55%   |
| 0             | 886         | 42.28%      | 37.35%  |
| 0.01          | 928         | 81.41%      | 39.12%  |
| 0.02          | 360         | 96.59%      | 15.18%  |
| 0.03          | 81          | 100.00%     | 3.41%   |
| 0.04          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.05          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>2372</b> |             |         |

| $\Delta U$    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık Değeri | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.05         | 1           | 0.04%       | 0.04%   |
| -0.04         | 5           | 0.25%       | 0.21%   |
| -0.03         | 35          | 1.73%       | 1.48%   |
| -0.02         | 68          | 4.60%       | 2.87%   |
| -0.01         | 205         | 13.24%      | 8.64%   |
| 0             | 456         | 32.46%      | 19.22%  |
| 0.01          | 494         | 53.29%      | 20.83%  |
| 0.02          | 453         | 72.39%      | 19.10%  |
| 0.03          | 393         | 88.95%      | 16.57%  |
| 0.04          | 198         | 97.30%      | 8.35%   |
| 0.05          | 49          | 99.37%      | 2.07%   |
| Diğer         | 15          | 100.00%     | 0.63%   |
| <b>Toplam</b> | <b>2372</b> |             |         |

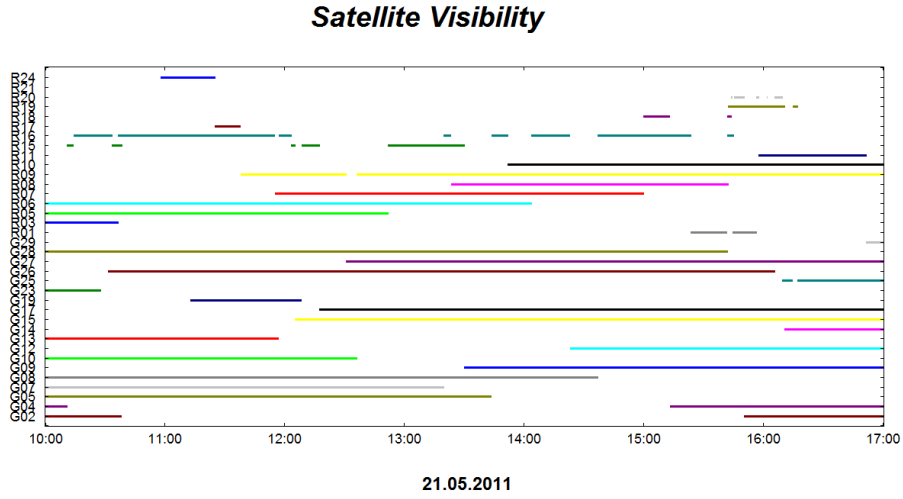
| $\Delta E$    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık Değeri | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.05         | 1           | 0.02%       | 0.02%   |
| -0.04         | 3           | 0.08%       | 0.06%   |
| -0.03         | 45          | 0.95%       | 0.88%   |
| -0.02         | 282         | 6.45%       | 5.49%   |
| -0.01         | 588         | 17.90%      | 11.45%  |
| 0             | 1512        | 47.34%      | 29.44%  |
| 0.01          | 1795        | 82.30%      | 34.96%  |
| 0.02          | 818         | 98.23%      | 15.93%  |
| 0.03          | 82          | 99.82%      | 1.60%   |
| 0.04          | 5           | 99.92%      | 0.10%   |
| Diğer         | 4           | 100.00%     | 0.08%   |
| <b>Toplam</b> | <b>5135</b> |             |         |

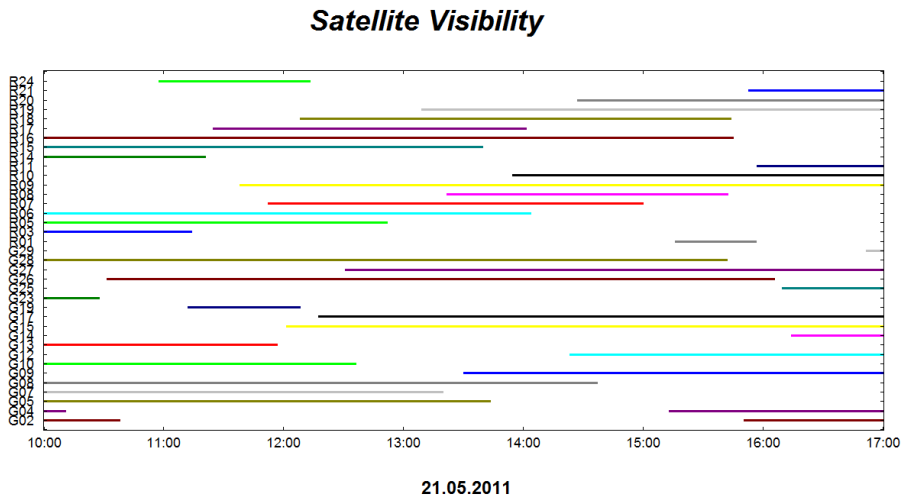
| $\Delta U$    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık Değeri | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.05         | 1           | 0.02%       | 0.02%   |
| -0.04         | 7           | 0.16%       | 0.14%   |
| -0.03         | 27          | 0.68%       | 0.53%   |
| -0.02         | 94          | 2.51%       | 1.83%   |
| -0.01         | 234         | 7.07%       | 4.56%   |
| 0             | 361         | 14.10%      | 7.03%   |
| 0.01          | 484         | 23.52%      | 9.43%   |
| 0.02          | 812         | 39.34%      | 15.81%  |
| 0.03          | 1126        | 61.27%      | 21.93%  |
| 0.04          | 935         | 79.47%      | 18.21%  |
| Diğer         | 1054        | 100.00%     | 20.53%  |
| <b>Toplam</b> | <b>5135</b> |             |         |



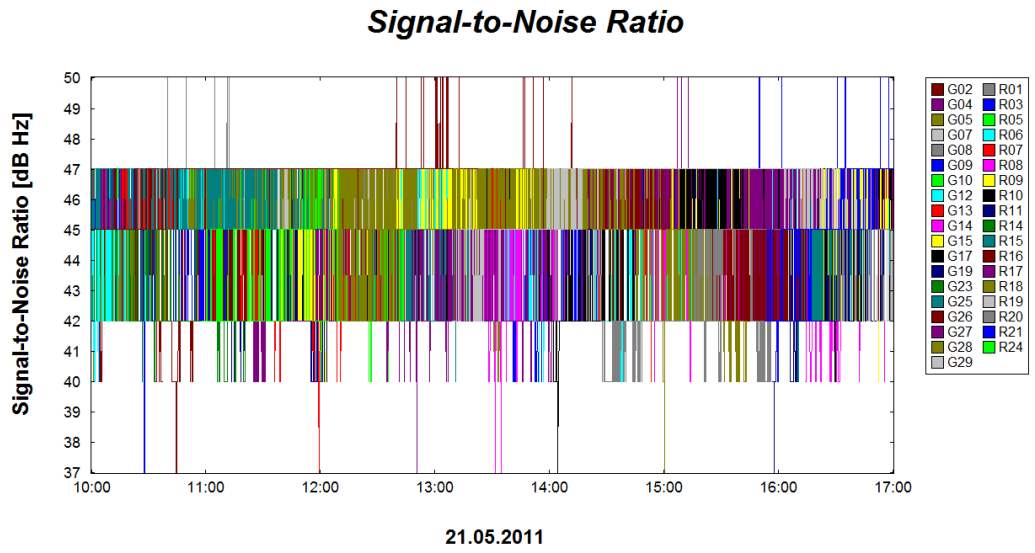
Uzel noktası için yapılan değerlendirmeler için, izlenen uydulara ilişkin grafikler Şekil 5.27 ve Şekil 5.28’ de, sinyal kalitesine ilişkin grafikler Şekil 5.29 ve Şekil 5.30’ da, uydu görünürlük grafiklerine ilişkin grafikler ise Şekil 5.31 ve Şekil 5.32’ de verilmiştir. İzlenen uyduların gözlem süresince, sanal gözlemler ve arazide yapılan gözlemlerde GPS uydularında eşdeğerlik olduğu fakat üretilen sanal gözlemler için GLONASS uydularında kopmalar meydana geldiği Şekil 5.27’ de görülmektedir.



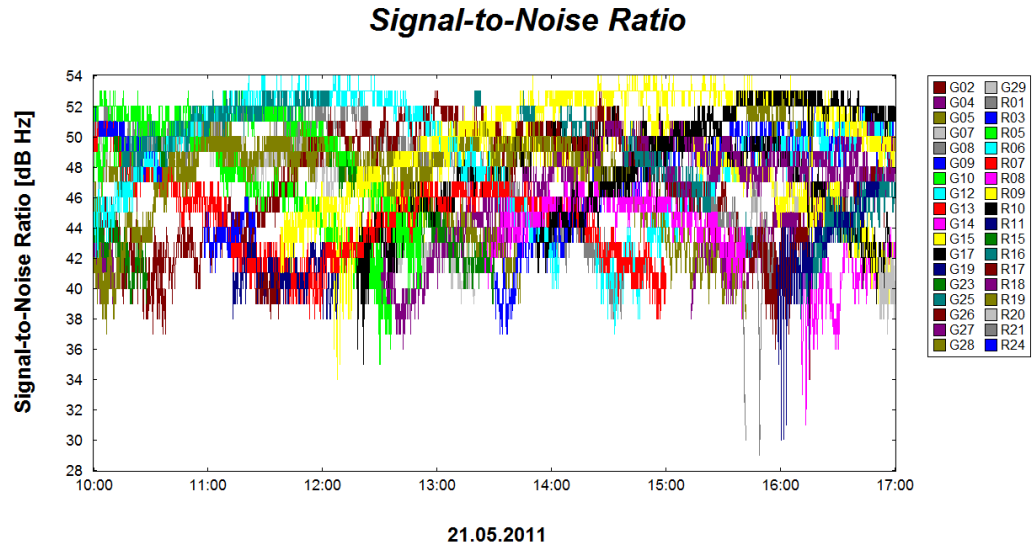
Şekil 5. 27 UZEL noktasında izlenen uydular (sanal)



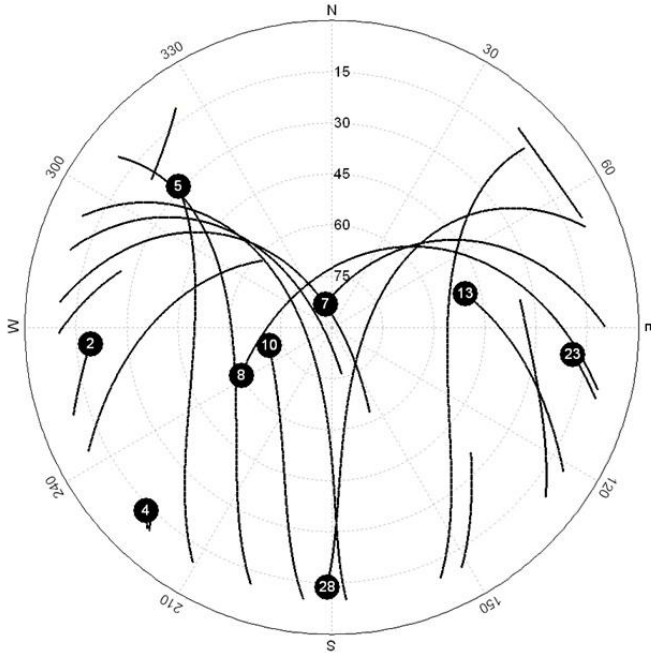
Şekil 5. 28 UZEL noktasında izlenen uydular (arazi)



Şekil 5. 29 UZEL noktasında sinyal kalitesi (arazi)

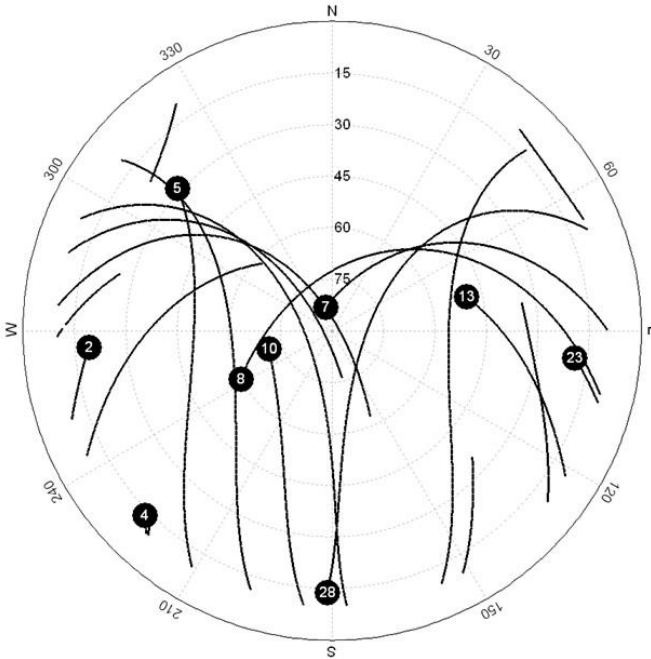


Şekil 5. 30 UZEL noktasında sinyal kalitesi (sanal)



|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2.4 | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 2.1 | 7           | 1790 | 35.51%  |
| HDOP | 1.1 | 8           | 2503 | 49.65%  |
| VDOP | 1.7 | 9           | 644  | 12.78%  |
|      |     | 10          | 104  | 2.06%   |
|      |     | Toplam      | 5041 | 100.00% |

Şekil 5. 31 UZEL noktasında uydu görünürlüğü (arazi)



|      |     |             |      |         |
|------|-----|-------------|------|---------|
| GDOP | 2.4 | Uydu Sayısı | Epok | Yüzde   |
| PDOP | 2.1 | 7           | 1843 | 36.56%  |
| HDOP | 1.1 | 8           | 2439 | 48.38%  |
| VDOP | 1.7 | 9           | 656  | 13.01%  |
|      |     | 10          | 103  | 2.04%   |
|      |     | Toplam      | 5041 | 100.00% |

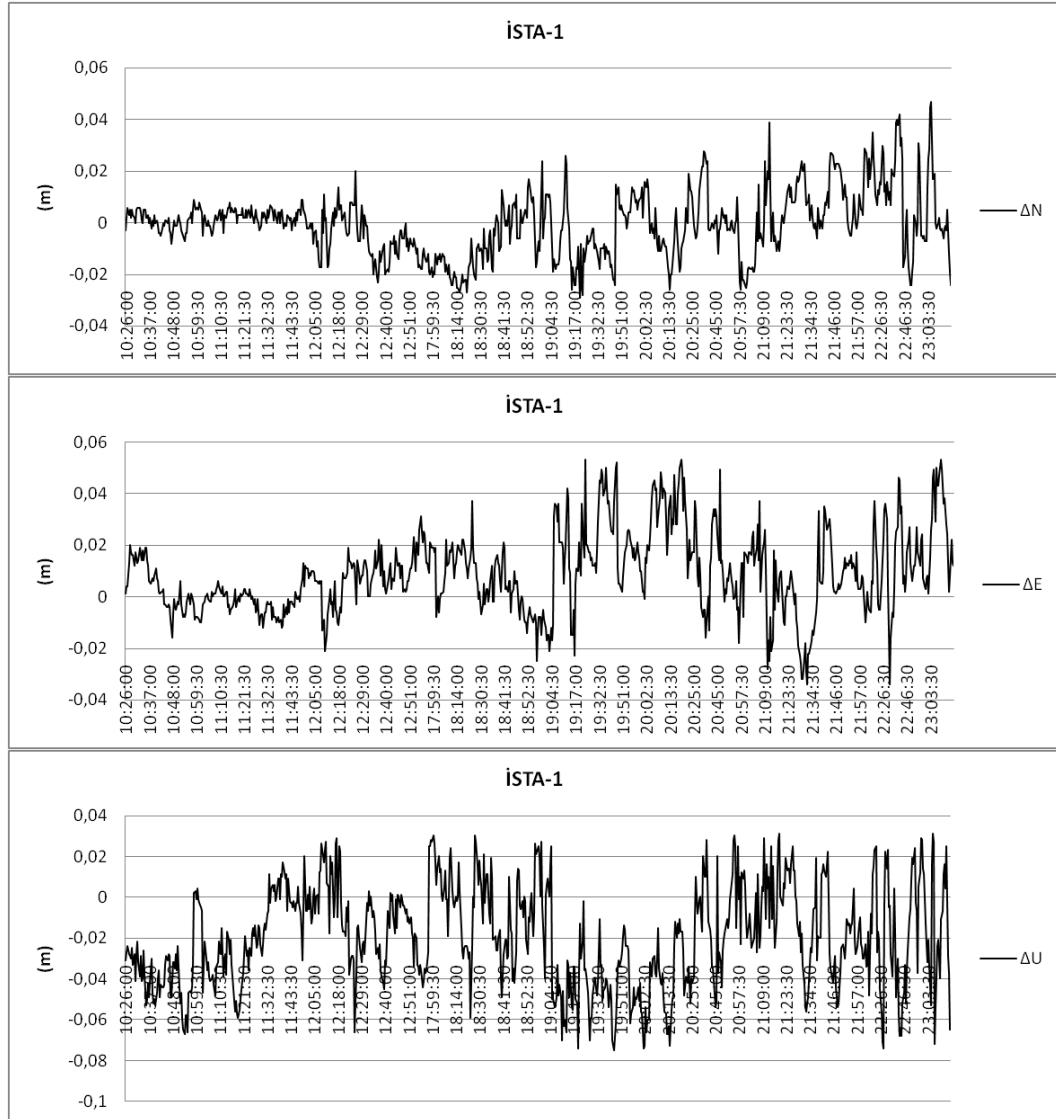
Şekil 5. 32 UZEL noktasında uydu görünürlüğü (sanal)

Bu grafik ve istatistiksel değerlere bakıldığında, arazide toplanan verilerle, aynı noktaya ilişkin oluşturulan sanal gözlemler arasında, izlenen uydu sayıları açısından fark olmadığı, izlenen uydular arasında F212H122 noktası ve F221H008 noktalarında fark olmadığı fakat UZEL noktasında GLONASS uydularının, izlenen aralıklarda sanal gözlemlerde kesintiler meydana geldiğı gözlenmektedir. Sinyal kalitelerine ilişkin grafiklerde ise arazide toplanan uydu sinyallerinin kalitesinin biraz daha yüksek olduğı gözlenmiştir. Uydu görünürlükleri açısından veriler incelendiğinde ise; izlenen GPS uydularının eşdeğer olduğı, yakalanan ortalama PDOP değerlerinin neredeyse birbirine eşit olduğı gözlenmiştir.

Çizelge 5. 14 İSTA noktasına ait 1. ve 2.gün verileri için istatistiksel değerler

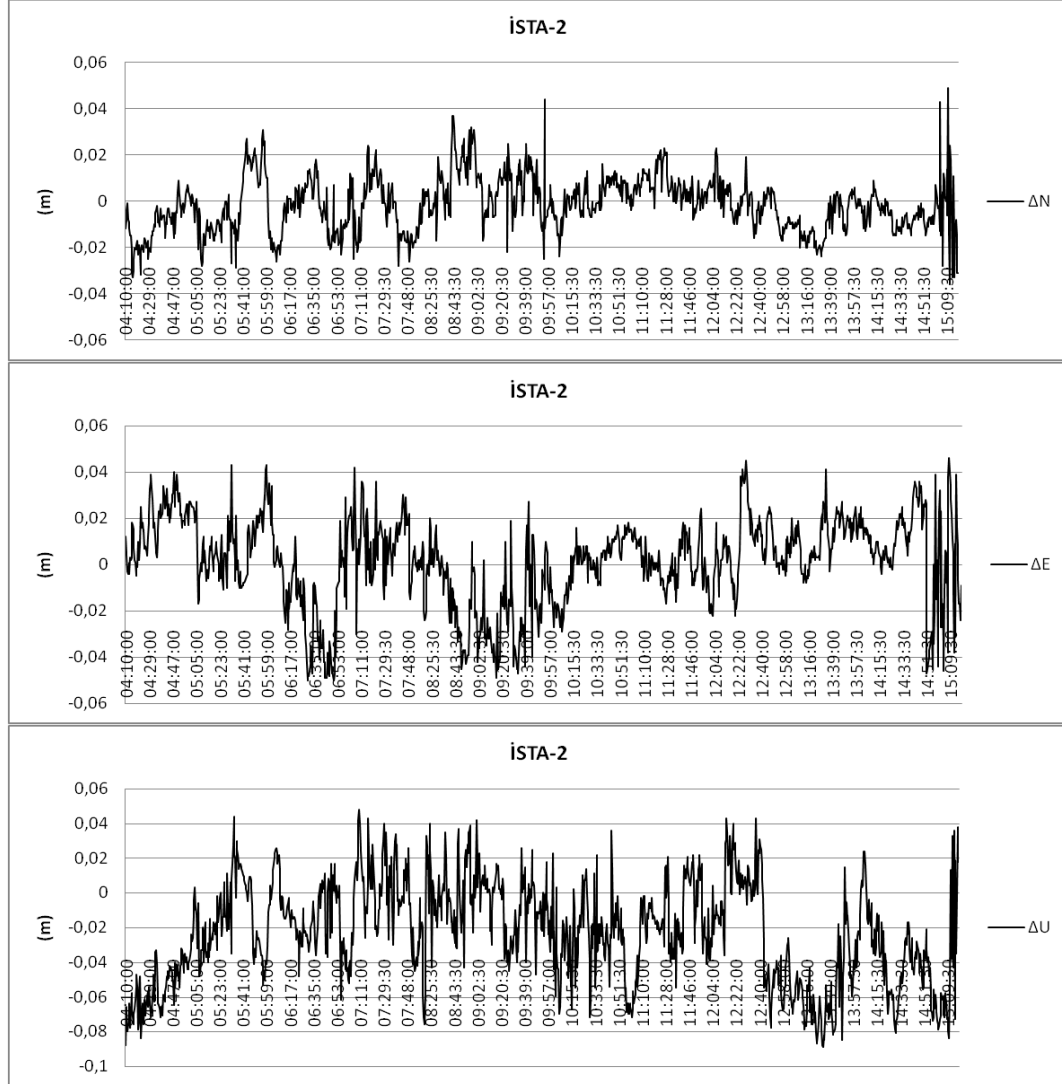
| İSTA 1.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|
| Epok sayısı    | 770        | 770        | 770        |
| Minimum        | -0,029     | -0,034     | -0,075     |
| Maximum        | 0,047      | 0,053      | 0,031      |
| Ortalama       | 0,009      | 0,013      | 0,026      |
| Standard sapma | 0,013      | 0,016      | 0,024      |
| rms            | 0,013      | 0,018      | 0,031      |

| İSTA 2.GÜN     | $\Delta N$ | $\Delta E$ | $\Delta U$ |
|----------------|------------|------------|------------|
| Epok sayısı    | 1278       | 1278       | 1278       |
| Minimum        | -0,036     | -0,050     | -0,089     |
| Maximum        | 0,049      | 0,046      | 0,048      |
| Ortalama       | 0,009      | 0,015      | 0,030      |
| Standard sapma | 0,012      | 0,019      | 0,029      |
| rms            | 0,012      | 0,019      | 0,037      |



Şekil 5. 33 İSTA noktasına ait 1.gün verileri için değişim grafikleri

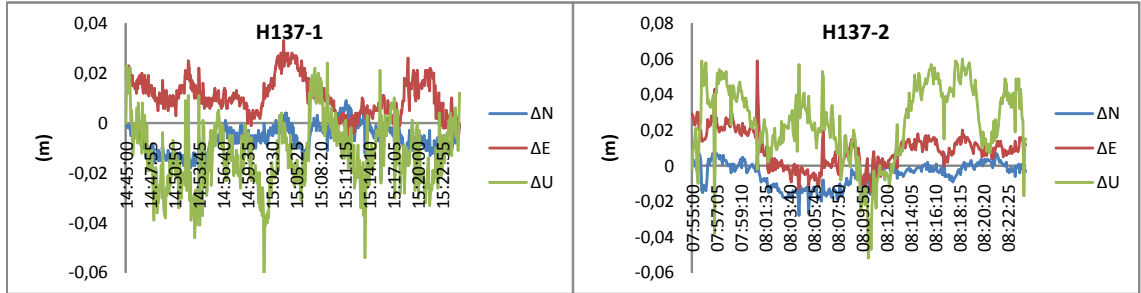
İSTA noktası için yapılan değerlendirmede grafiklerden ve istatistik değerlerden de görüldüğü gibi; N değerlerinin farklarının standart sapmaları, 1.gün için 1.3 cm, 2.gün ise 1.2 cm olarak hesaplanmıştır. E değerlerinin değişimlerinin standart sapmalarına bakıldığında ise; 1.gün için 1.6 cm, 2.gün 1.9 cm olduğu görülmektedir. Yükseklik değerinde ise, 1.gün için 2.4 cm ve 2.gün için 2.9 cm olduğu görülmektedir.



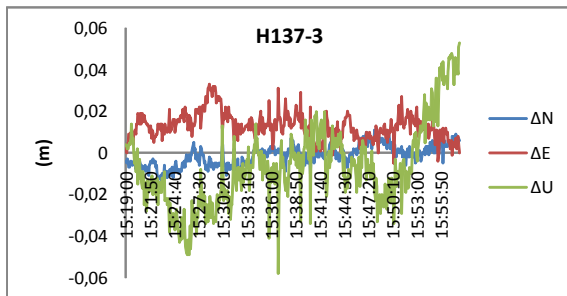
Şekil 5. 34 İSTA noktasına ait 2.gün verileri için değişim grafikleri

İkinci uygulamada yaklaşık 45 dk olmak üzere her noktada 3 periyot gözlemler yapılmıştır. Bu ölçülere ilişkin, her noktaya ait sıfır baz vektörü bileşenlerinin istatistikleri ve grafikleri Şekil 5.35’ de verilmiştir. N ve E değerlerinin değişimlerinin istatistiklerine bakıldığında ortalama değerlerin 1 cm ve altında olduğu, U değerlerine bakıldığında 2 cm ve altında olduğu görülmektedir. Burada, F221H014 noktasının sıfır baz vektörü bileşenlerinin sistematik hatalarla yüklü olduğu görülmüş ve bunun koordinat değerlerinde yapılan hata nedeniyle olduğu tespit edildiğinden değerlendirme dışı bırakılmıştır. Ortalama PDOP değerlerinin 2’ nin altında olduğu ve izlenen uydu sayılarının periyotların % 98’ inde 7’ nin üzerinde olduğu görülmektedir. Arazide toplanan verilerle aynı nokta için oluşturulan sanal gözlemlerin sıfır baz vektörü ile değerlendirilmesi aşamasında, verilerin % 99’ u çözüme katılmış yani sıfır baz vektörü bu oranda çözüme ulaşmıştır.

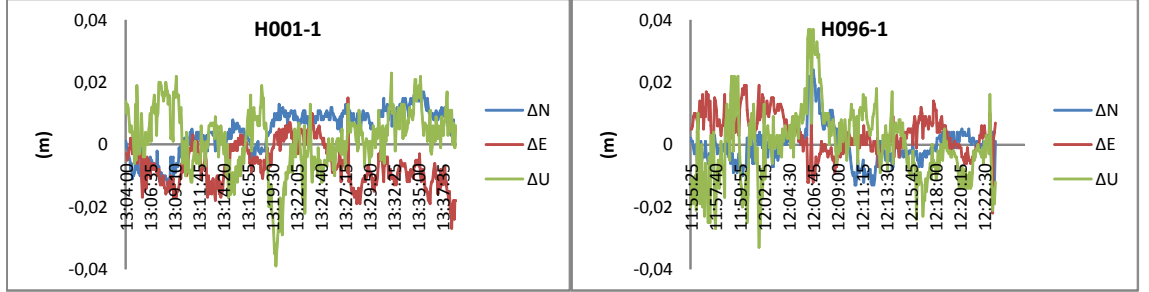
| H137-1 | Ort. Uydu Sayısı |        | 7,01        | Ort. PDOP | 1,99        |        | H137-2 | Ort. Uydu Sayısı |        | 9,46        | Ort. PDOP | 1,38        |        |
|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|
|        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |
|        | Epok sayısı      | 481    | Epok sayısı | 481       | Epok sayısı | 481    |        | Epok sayısı      | 344    | Epok sayısı | 344       | Epok sayısı | 344    |
|        | Minimum          | -0,023 | Minimum     | -0,006    | Minimum     | -0,065 |        | Minimum          | -0,028 | Minimum     | -0,015    | Minimum     | -0,052 |
|        | Maximum          | 0,009  | Maximum     | 0,033     | Maximum     | 0,024  |        | Maximum          | 0,007  | Maximum     | 0,059     | Maximum     | 0,060  |
|        | Ortalama         | 0,007  | Ortalama    | 0,011     | Ortalama    | 0,015  |        | Ortalama         | 0,006  | Ortalama    | 0,011     | Ortalama    | 0,028  |
|        | St. sapma        | 0,006  | St. sapma   | 0,007     | St. sapma   | 0,014  |        | St. sapma        | 0,007  | St. sapma   | 0,010     | St. sapma   | 0,021  |



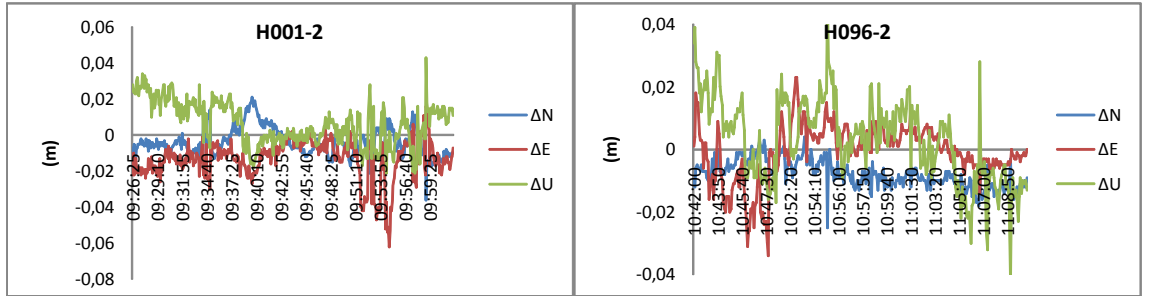
| H137-3 | Ort. Uydu Sayısı | 7,65       | Ort. PDOP   | 1,86   |
|--------|------------------|------------|-------------|--------|
|        | $\Delta N$       | $\Delta E$ | $\Delta U$  |        |
|        | Epok sayısı      | 469        | Epok sayısı | 469    |
|        | Minimum          | -0,014     | Minimum     | -0,005 |
|        | Maximum          | 0,011      | Maximum     | 0,033  |
|        | Ortalama         | 0,004      | Ortalama    | 0,013  |
| H137-4 | St. sapma        | 0,005      | St. sapma   | 0,006  |
|        | Epok sayısı      | 469        | Epok sayısı | 469    |
|        | Minimum          | -0,014     | Minimum     | -0,005 |
|        | Maximum          | 0,011      | Maximum     | 0,033  |
|        | Ortalama         | 0,004      | Ortalama    | 0,013  |
|        | St. sapma        | 0,005      | St. sapma   | 0,006  |



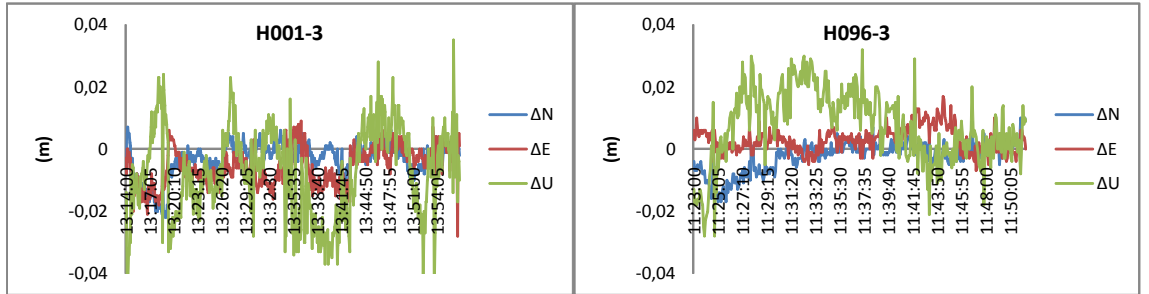
| H001-1 | Ort. Uydu Sayısı |        | 7,45        | Ort. PDOP | 1,39        |        | H096-1 | Ort. Uydu Sayısı |        | 7,24        | Ort. PDOP | 1,51        |        |
|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|
|        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |
|        | Epok sayısı      | 421    | Epok sayısı | 421       | Epok sayısı | 421    |        | Epok sayısı      | 337    | Epok sayısı | 337       | Epok sayısı | 337    |
|        | Minimum          | -0,024 | Minimum     | -0,040    | Minimum     | -0,029 |        | Minimum          | -0,013 | Minimum     | -0,022    | Minimum     | -0,033 |
|        | Maximum          | 0,007  | Maximum     | 0,002     | Maximum     | 0,033  |        | Maximum          | 0,024  | Maximum     | 0,019     | Maximum     | 0,037  |
|        | Ortalama         | 0,007  | Ortalama    | 0,008     | Ortalama    | 0,008  |        | Ortalama         | 0,004  | Ortalama    | 0,006     | Ortalama    | 0,009  |
|        | St. sapma        | 0,007  | St. sapma   | 0,007     | St. sapma   | 0,010  |        | St. sapma        | 0,006  | St. sapma   | 0,006     | St. sapma   | 0,012  |



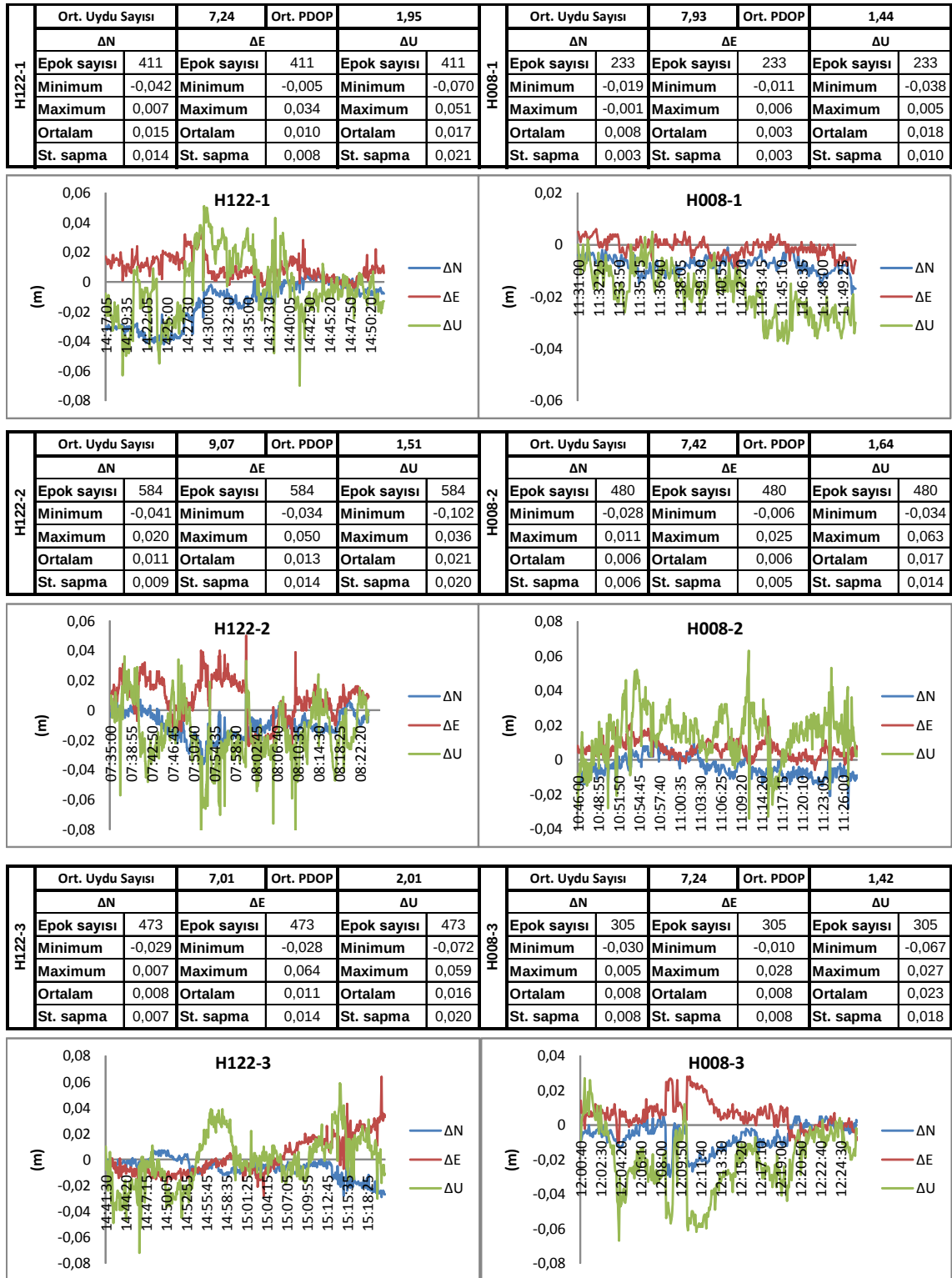
| H001-2 | Ort. Uydu Sayısı |        | 8,93        | Ort. PDOP | 1,38        |        | H096-2 | Ort. Uydu Sayısı |        | 6,85        | Ort. PDOP | 1,73        |        |
|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|
|        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |
|        | Epok sayısı      | 428    | Epok sayısı | 428       | Epok sayısı | 428    |        | Epok sayısı      | 305    | Epok sayısı | 305       | Epok sayısı | 305    |
|        | Minimum          | -0,036 | Minimum     | -0,062    | Minimum     | -0,021 |        | Minimum          | -0,025 | Minimum     | -0,034    | Minimum     | -0,042 |
|        | Maximum          | 0,021  | Maximum     | 0,016     | Maximum     | 0,043  |        | Maximum          | 0,004  | Maximum     | 0,023     | Maximum     | 0,049  |
|        | Ortalama         | 0,007  | Ortalama    | 0,014     | Ortalama    | 0,011  |        | Ortalama         | 0,008  | Ortalama    | 0,007     | Ortalama    | 0,011  |
|        | St. sapma        | 0,008  | St. sapma   | 0,011     | St. sapma   | 0,012  |        | St. sapma        | 0,004  | St. sapma   | 0,009     | St. sapma   | 0,013  |



| H001-3 | Ort. Uydu Sayısı |        | 7,04        | Ort. PDOP | 1,69        |        | H096-3 | Ort. Uydu Sayısı |        | 7,78        | Ort. PDOP | 1,48        |        |
|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|--------|------------------|--------|-------------|-----------|-------------|--------|
|        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |        | ΔN               |        | ΔE          |           | ΔU          |        |
|        | Epok sayısı      | 517    | Epok sayısı | 517       | Epok sayısı | 517    |        | Epok sayısı      | 342    | Epok sayısı | 342       | Epok sayısı | 342    |
|        | Minimum          | -0,022 | Minimum     | -0,028    | Minimum     | -0,046 |        | Minimum          | -0,017 | Minimum     | -0,007    | Minimum     | -0,028 |
|        | Maximum          | 0,008  | Maximum     | 0,011     | Maximum     | 0,035  |        | Maximum          | 0,010  | Maximum     | 0,017     | Maximum     | 0,032  |
|        | Ortalama         | 0,004  | Ortalama    | 0,007     | Ortalama    | 0,013  |        | Ortalama         | 0,004  | Ortalama    | 0,004     | Ortalama    | 0,011  |
|        | St. sapma        | 0,005  | St. sapma   | 0,006     | St. sapma   | 0,014  |        | St. sapma        | 0,005  | St. sapma   | 0,004     | St. sapma   | 0,012  |







Şekil 5. 35 45 dakikalık periyotlar için istatistiksel değerler ve baz bileşenleri değişim grafikleri

2 günlük uzun süreli statik ölçü yöntemiyle yapılan uygulama için bütün noktaların grafikleri ise, her nokta için ayrı olmak üzere, Şekil 5.36 ve Şekil 5.37’ de verilmiştir. Grafiklerde görüldüğü gibi sıfır baz vektörünün bileşenlerinin dağılımları anlamlı olup sıfır eksenini civarında seyrettikleri izlenmiştir. İstatiksel değerlere bakıldığında ise; N ve E bileşenleri farklarında, standart sapmaların 1 cm ile 2 cm arasında değiştiği, U bileşeninin farklarının standart sapmalarının ise 1 cm ile 3 cm arasında değiştiği izlenmiştir. Tüm noktaları içeren istatiksel değerler ise Çizelge 5.15 ve Çizelge 5.16’ da verilmiştir.

Çizelge 5. 15 İGNA noktalarına ait 1. gün için istatiksel değerler

| 1.GÜN |            |        |            |        |            |        |
|-------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| H001  | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|       | Std. Sapma | 0,005  | Std. Sapma | 0,007  | Std. Sapma | 0,017  |
|       | rms        | 0,006  | rms        | 0,009  | rms        | 0,022  |
|       | min        | -0,017 | min        | -0,019 | min        | -0,047 |
|       | max        | 0,013  | max        | 0,030  | max        | 0,039  |
|       | ort.       | 0,005  | ort.       | 0,007  | ort.       | 0,020  |
| H008  | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|       | Std. Sapma | 0,007  | Std. Sapma | 0,010  | Std. Sapma | 0,016  |
|       | rms        | 0,014  | rms        | 0,010  | rms        | 0,034  |
|       | min        | -0,007 | min        | -0,023 | min        | -0,014 |
|       | max        | 0,032  | max        | 0,036  | max        | 0,078  |
|       | ort.       | 0,012  | ort.       | 0,007  | ort.       | 0,031  |
| H014  | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|       | Std. Sapma | 0,006  | Std. Sapma | 0,008  | Std. Sapma | 0,016  |
|       | rms        | 0,013  | rms        | 0,014  | rms        | 0,016  |
|       | min        | -0,026 | min        | -0,012 | min        | -0,047 |
|       | max        | 0,013  | max        | 0,030  | max        | 0,042  |
|       | ort.       | 0,012  | ort.       | 0,012  | ort.       | 0,013  |
| H096  | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|       | Std. Sapma | 0,005  | Std. Sapma | 0,007  | Std. Sapma | 0,013  |
|       | rms        | 0,005  | rms        | 0,012  | rms        | 0,016  |
|       | min        | -0,011 | min        | -0,036 | min        | -0,024 |
|       | max        | 0,016  | max        | 0,009  | max        | 0,049  |
|       | ort.       | 0,004  | ort.       | 0,012  | ort.       | 0,078  |
| H122  | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|       | Std. Sapma | 0,010  | Std. Sapma | 0,014  | Std. Sapma | 0,025  |
|       | rms        | 0,012  | rms        | 0,017  | rms        | 0,028  |
|       | min        | -0,025 | min        | -0,035 | min        | -0,084 |
|       | max        | 0,036  | max        | 0,053  | max        | 0,054  |
|       | ort.       | 0,010  | ort.       | 0,014  | ort.       | 0,023  |

Çizelge 5. 16 İGNA noktalarına ait 2. gün için istatistiksel değerler

2. GÜN

| H001 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,007  | Std. Sapma | 0,010  | Std. Sapma | 0,018  |
|      | rms        | 0,007  | rms        | 0,010  | rms        | 0,019  |
|      | min        | -0,017 | min        | -0,029 | min        | -0,061 |
|      | max        | 0,026  | max        | 0,043  | max        | 0,055  |
|      | ort.       | 0,005  | ort.       | 0,008  | ort.       | 0,015  |

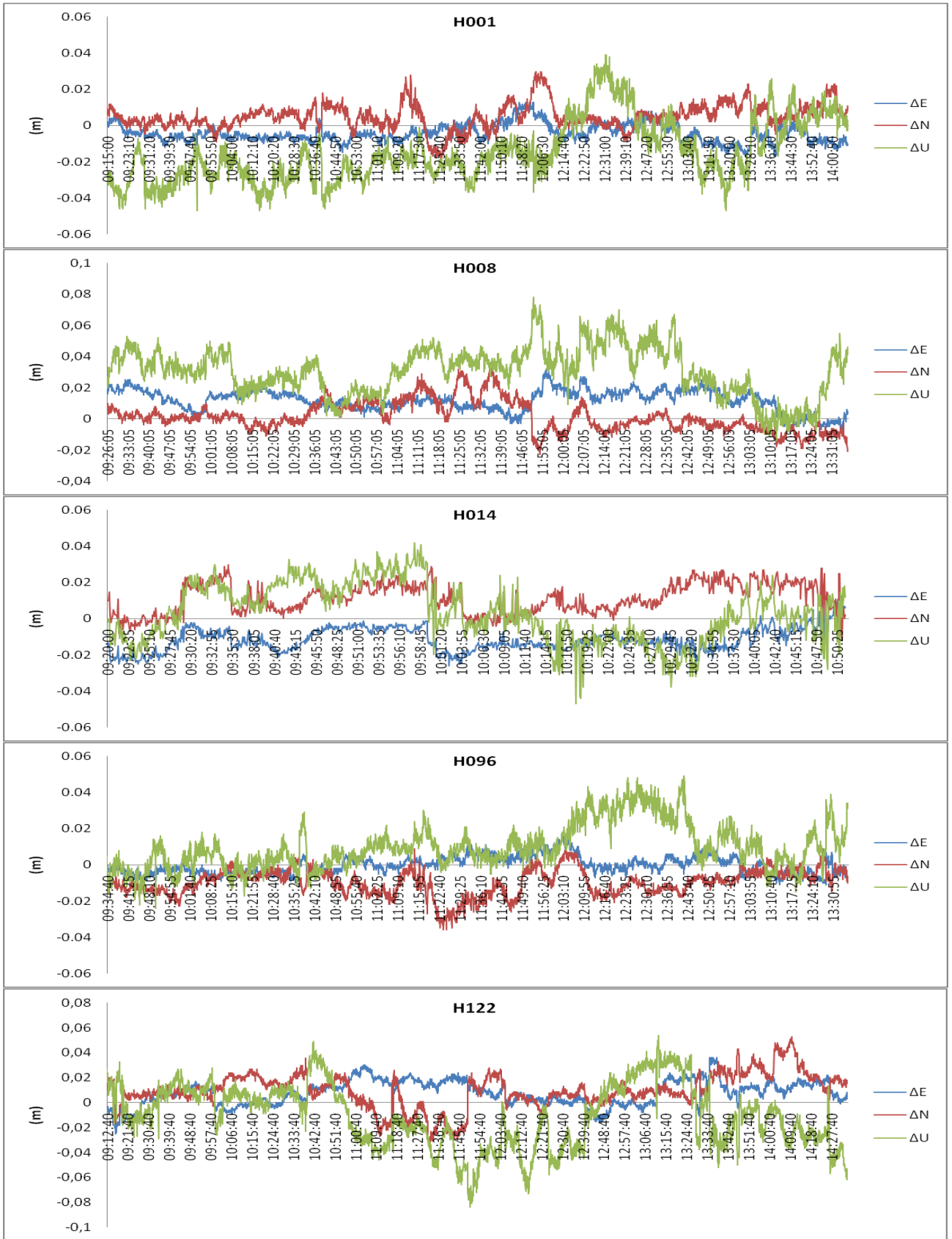
| H008 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,009  | Std. Sapma | 0,011  | Std. Sapma | 0,027  |
|      | rms        | 0,009  | rms        | 0,016  | rms        | 0,039  |
|      | min        | -0,027 | min        | -0,016 | min        | -0,043 |
|      | max        | 0,025  | max        | 0,048  | max        | 0,097  |
|      | ort.       | 0,023  | ort.       | 0,030  | ort.       | 0,050  |

| H014 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,010  | Std. Sapma | 0,019  | Std. Sapma | 0,025  |
|      | rms        | 0,012  | rms        | 0,023  | rms        | 0,033  |
|      | min        | -0,034 | min        | -0,035 | min        | -0,114 |
|      | max        | 0,021  | max        | 0,067  | max        | 0,046  |
|      | ort.       | 0,010  | ort.       | 0,018  | ort.       | 0,026  |

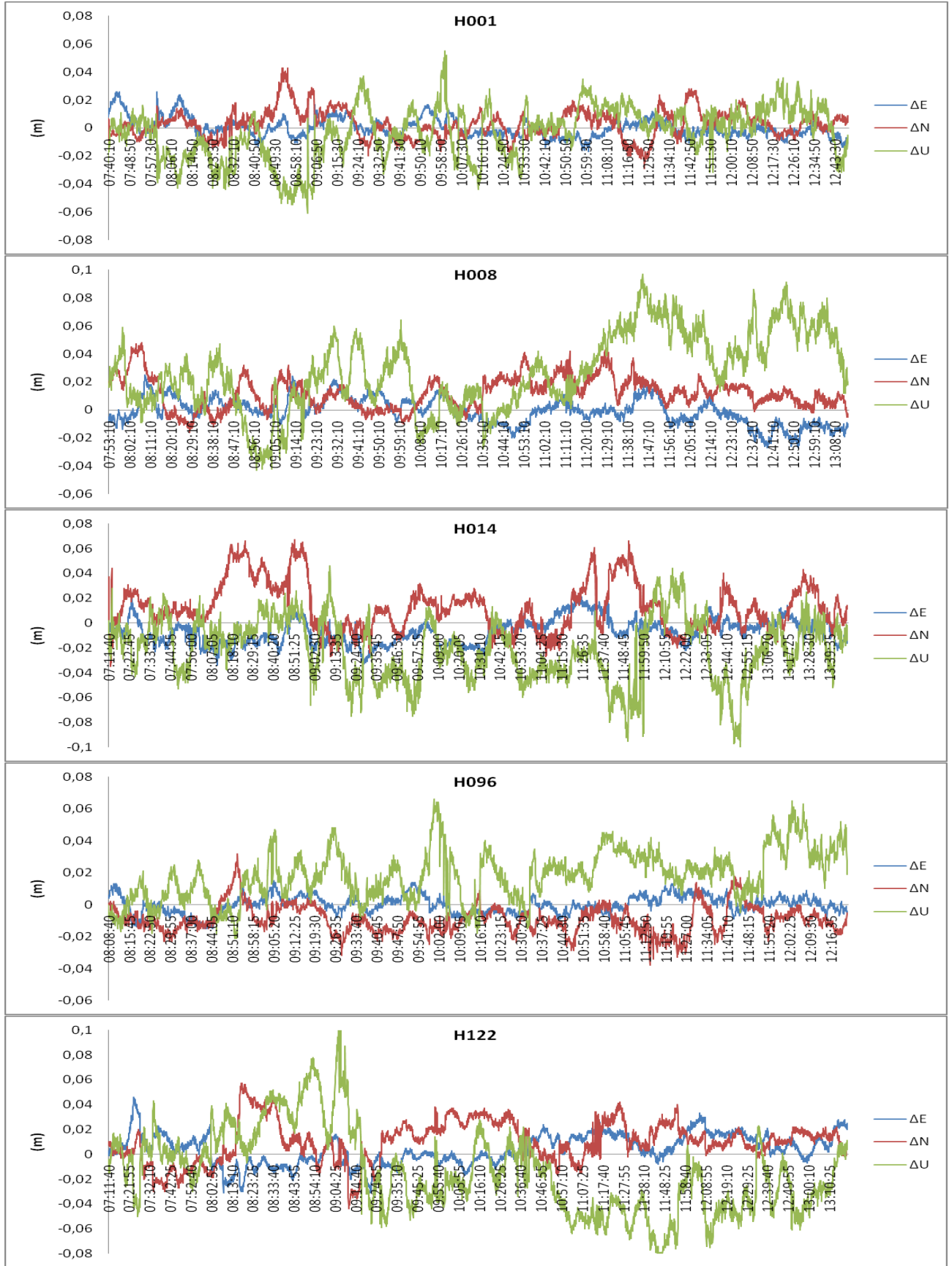
| H096 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,005  | Std. Sapma | 0,009  | Std. Sapma | 0,016  |
|      | rms        | 0,005  | rms        | 0,013  | rms        | 0,024  |
|      | min        | -0,015 | min        | -0,038 | min        | -0,021 |
|      | max        | 0,015  | max        | 0,032  | max        | 0,066  |
|      | ort.       | 0,004  | ort.       | 0,020  | ort.       | 0,049  |

| H122 | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,012  | Std. Sapma | 0,016  | Std. Sapma | 0,033  |
|      | rms        | 0,013  | rms        | 0,019  | rms        | 0,036  |
|      | min        | -0,031 | min        | -0,044 | min        | -0,087 |
|      | max        | 0,046  | max        | 0,057  | max        | 0,101  |
|      | ort.       | 0,010  | ort.       | 0,016  | ort.       | 0,030  |

| İSTA | DE         |        | DN         |        | DU         |        |
|------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|      | Std. Sapma | 0,012  | Std. Sapma | 0,013  | Std. Sapma | 0,027  |
|      | rms        | 0,012  | rms        | 0,017  | rms        | 0,027  |
|      | min        | -0,039 | min        | -0,030 | min        | -0,095 |
|      | max        | 0,034  | max        | 0,050  | max        | 0,076  |
|      | ort.       | 0,002  | ort.       | 0,011  | ort.       | 0,005  |



Şekil 5. 36 İGNA noktalarına ait 1. gün için değişim grafikleri



Şekil 5. 37 İGNA noktalarına ait 2. gün için değişim grafikleri

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Aktif GNSS ağlarından üretilen sanal gözlemlerin doğruluğunun ve kalitesinin kontrolünün yapıldığı bu çalışmada, sanal gözlem üretim algoritmasının yeterli seviyede sonuçlar verdiği, ilgili noktaya üretilen sanal gözlemlerin, o noktaya ait arazide toplanan verilerle eşdeğer sonuçlar verdiği görülmüştür. İlk uygulama olan İSKİ-UKBS ağına ait 7 nokta ile IGS ağına ait İSTA ve TUBİ noktalarının koordinatlarına üretilen sanal gözlemlerin doğruluğu, arazide toplanan eş zamanlı veriler ile sıfır baz vektörleri çözülüp, bileşen farklarının kümülatif değerleri, standart sapmaları incelenerek ortaya konmuştur. TUSAGA-Aktif ağı içinde farklı üçgenlerin içine dağılmış ve tekrarlı olmak üzere, uzun süreli gözlemlerle incelenmiştir. N ve E bileşenlerinin standart sapmalarının ortalama 1 cm, U bileşenindeki standart sapmanın ortalama 2 ila 3cm civarında olması, sistemin gerçek zamanlı anlık konumlama tekniği için doğru ve güvenilir seviyelerde sonuçlar ürettiği bilgisini bize vermiştir. İkinci uygulamada, TUSAGA-Aktif Ağı kapsamında 6 nokta seçilen ve İGNA ağında koordinatı belli olan noktalarda yapılan sanal gözlemler ile arazide toplanan verilerin sıfır baz vektörü çözümünden elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur.

Bu verilere ilişkin, 5 noktada verilen istatistiksel değerler ile grafikler ışığında; farkların uygun dağılımda ve sıfır eksenini etrafında dağılım gösterdiği, standart sapma değerlerinin de, N ve E bileşenlerinde 1 cm civarında, U bileşeninde ise 3 cm civarında olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca bakılarak, üçgen içinde farklı dağılımlarda olan noktalardaki konum doğruluğu değişiminin, göz ardı edilebilir seviyede olduğu görülmüştür.

Aynı noktalarda yapılan yaklaşık 45'er dakikalık 3 periyot olarak yapılan değerlendirmede de, periyotlar arasında uyum olduğu, yatayda ortalama 1 cm, düşeyde ortalama 2 cm değerleri elde edildiği görülmüştür. Referans istasyonlarından oluşan üçgenlerin kenarlarının uzunluğuna bağlı olarak sanal gözlemlerin doğruluğu, Japonya Geonet Ağı'nda oluşturulan 3 üçgende test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde; 30 ila 50 km kenar uzunluğuna sahip ilk üçgende, N ve E bileşenine ilişkin standart sapmaların ortalama 2 cm' nin altında olduğu, U bileşenine ilişkin standart sapmaların ortalama 4 cm civarında olduğu gözlenmiştir. İkinci üçgende 80-90 km olarak seçilen kenar uzunluğunda bileşenlerden N ve E yönlerine bakıldığında ortalama 6 cm, U bileşeninin ise ortalama 12 cm civarında olduğu gözlenmiştir. Son olarak seçilen üçgenin kenar uzunlukları 100-120 km civarında olup, N ve E bileşenlerindeki değişimlerin ortalaması 16 cm civarında, U bileşenindeki değişimlerin ortalamasının 21 cm civarında olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara bakılarak, sistemin doğru sonuçlar üretebilmesi için üçgen kenar mesafelerinin 70-80 km' yi geçmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır. IGS ağına ait İSTA noktası ile UZEL noktasına ait uzun süreli ve 2 gün olmak üzere tekrarlı olan gözlemlerin detaylı incelemesinde, N ve E bileşenlerinde standart sapmaların ortalama 1 cm, U bileşenlerinde ise ortalama 2 cm olduğu görülmüştür. Diğer bir incelemede, F212H122, F221H008 ve UZEL noktaları için seçilen 1 günlük uzun süreli gözlemlerin incelemesi, aynı nokta için arazi verileri ile oluşturulan sanal gözlemler için ayrı olarak verilmek üzere; gözlem süresince izlenen uydu sayıları, uydu görünürlükleri, sinyal kaliteleri, izlenen uydulara ilişkin grafikler verilmiştir. Bu grafiklere bakıldığında oluşturulan sanal gözlemlerin, arazide toplanmış verilerle, izlenen uydu sayıları bakımından % 95' in üzerinde aynı olduğu, uydu görünürlükleri bakımından % 97' nin üzerinde eş değer olduğu görülmüştür. İzlenen uydulara bakıldığında ise; F212H122, F221H008 noktalarında (Yalnız GPS uyduları gözlemleri toplandı) % 99 oranında eş değer olduğu fakat UZEL noktasında GLONASS uydularındaki izleme grafiklerinde, sanal verilerde büyük oranda kesiklikler meydana geldiği görülmüştür.

Bunun sonucu olarak gerçek zamanlı uygulamalarda tamsayı bilinmeyeninin çözümünü ve dolayısıyla işlem süresini uzattığı düşünölmektedir.

Çalışmanın genelinde sıfır baz vektörü çözümünde % 96' nın üzerinde başarı sağlanmıştır. Bu verilerin  $\pm 3 \sigma$  güven aralığı içinde kalanları değerdendirmeye alınmış ve istatiksel sonuçlar bu şekilde ortaya çıkmıştır. Çalışmanın geneli itibariyle, özöme ulaşan sıfır baz vektörü bileşenlerinin yaklaşık % 95' i bu aralıkta yer almıştır. Bu verilere dayanılarak, yapılan değerdendirmelerin güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu bilgiler ışığında, ağda bulunan bir noktanın çalışmaması durumunda, en yakın noktayla oluşturulacak üçgenin kenar mesafelerinin de doğru sonuçlar verebilecek limitlerde olması da hesaba katılarak, 40-50 km' yi geçmeyecek şekilde nokta sıklıklarının tasarlanması daha uygun olacağı düşünölmüştür.

Ayrıca GLONASS uydularının da kullanıldığı sanal referans istasyonu tekniğı ile gerçek zamanlı anlık konumlamada, sanal gözlemlerdeki kesiklikler nedeniyle tamsayı bilinmeyeninin çözümünün uzun zaman alması, araştırılması gereken diğerd bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.



## KAYNAKLAR

---

- [1] Hakli, P. (2006), Quality of Virtual Data Generated from the GNSS Reference Station Network, XXIII FIG Congress, Munich, Germany, October 8-13.
- [2] Wei, E. , Chai, H. and An, Z. , (2006) , VRS Virtual Observations Generation Algorihm, Journal of Global Posiioning Systems, 5 (1-2): 76-81
- [3] Soycan, M. , (2010), GPS Ağları Ders notları, YTÜ Harita Mühendisliği Bölümü (yayınlanmamış).
- [4] International GPS Strategic Plan 2002-2007 (2002), IGS Central Bureau, Pasadena, USA, JPL 400-1000 03/02.
- [5] Ayhan, M.E. , Demir C. , Lenk O., Kılıçoğlu A. , Aktuğ B., Açıkgoz M. , Fırat O. , Şengün Y.S. , Cingöz A. , Gürdal M.A. , Kurt A.İ., Ocak M. , Türkezer A. , Yıldız H. , Bayazıt N. , Ata M. , Çağlar Y. ve Özerkan A. (2002) Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı – 1999A (TUTGA-99A), Harita Dergisi, Özel Sayı 16, Ankara.
- [6] Hofmann-Wellenhof B, Lichtenegger H and Wasle E (2008) Global Navigation Satellite Systems , Springer, Berlin Heidelberg New York .
- [7] Kahveci, M., (2009), Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, Zerpa Yayınları, 102, Ankara.
- [8] Öcalan T. , Soycan, M. , (2010), Ulusal ve Yerel GNSS/CORS Ağları ve Türkiye’deki Yasal Durum.
- [9] Ulusal Cors (Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonu) Sisteminin Kurulması (Ulusal Datum Dönüşümü) Projesi Sonuç Raporu (2009).
- [10] [http://www.iski.gov.tr/web/harita\\_mud/harita\\_ukbs.html](http://www.iski.gov.tr/web/harita_mud/harita_ukbs.html), 8 Temmuz 2011
- [11] Iwabuchi, T., (2004), Ground-based Seminar Presentations in Colloquium On Atmospheric Remote Sensing Using The Global Positioning System, [http://www.cosmic.ucar.edu/colloquium\\_2004/presentations/iwabuchi\\_22Jun04.pdf](http://www.cosmic.ucar.edu/colloquium_2004/presentations/iwabuchi_22Jun04.pdf), 10 Temmuz 2011.
- [12] Edwards SJ, Cross PA, Barnes JB and Betaille D (1999) A methodology for benchmarking real-time kinematic GPS. Surv Rev 35 (273): 163–174

- [13] Han SW (1997) Carrier phase-based long-range GPS kinematic positioning. PhD dissertation, rep UNISURV S-49, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Sydney.
- [14] Gao Y, Li Z and McLellan JF (1997) Carrier phase based regional area differential GPS for decimeter-level positioning and navigation. Proc 10th Int Tech Meeting Satellite Division Inst Navigation, Kansas City, Mo, 16–19 September, 1305–1311
- [15] Wanninger, L. (1999) The performance of virtual reference stations in active geodetic GPS-networks under solar maximum conditions. Proc 12th Int Tech Meeting Satellite Division US Inst Navigation, Nashville, TN, 14–17 September, 1419–1427
- [16] Lenz, E. (2004), Germany Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) –Application and Benefit in Modern Surveying Systems.
- [17] Higgins MB (2002), Australia’s changing surveying infrastructure from Marks in the ground to virtual reference stations. FIG XXII Int. Conf. , Washington, DC, 19-26 April.
- [18] Arslan, N., Aydın, C., Üstün, A. ve Demirel, H., (2002), “Sanal Referans İstasyonu Sistemi (VRS)”, Selçuk üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002 Konya
- [19] Beutler G. , (2000) Ionosphere Related Activities within the IGS, Earth Science Advisory Committee (ESAC), Paris, October 26/27.
- [20] Jaggi A. , Beutler G. and Hugentobler U. (2001) , Using Double Difference Information From Network Solutions to Generate Observations for a Virtual Reference Receiver, IAG 2001 Scientific Assembly, Budapest, Hungary, 2-7 September.
- [21] Lachapelle G., Alves P., Fortes L. P. and Cannon E. M., (2000), DGPS RTK Positioning Using a Reference Network, ION GPS 2000, Salt Lake City, September 19-22.

## ANALİZLER

## A-1 İSKİ UKBS Ağı Noktalarının İstatiksel Değerleri

| İSTA 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 5874   | 5874   | 5874   |
| Minimum                                | -0,074 | -0,050 | -0,088 |
| Maksimum                               | 0,077  | 0,047  | 0,241  |
| Ortalama                               | 0,031  | 0,012  | 0,038  |
| Standard sapma                         | 0,016  | 0,012  | 0,053  |
| rms                                    | 0,034  | 0,014  | 0,053  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |        |        |        |

| İSTA 2.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 10308  | 10308  | 10308  |
| Minimum                                | -0,080 | -0,085 | -0,083 |
| Maksimum                               | 0,111  | 0,064  | 0,078  |
| Ortalama                               | 0,027  | 0,013  | 0,028  |
| Standard sapma                         | 0,018  | 0,016  | 0,034  |
| rms                                    | 0,022  | 0,017  | 0,037  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 78 |        |        |        |

| İSTA 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 1322   | 1322   | 1322   |
| Minimum                                | -0,069 | -0,067 | -0,160 |
| Maksimum                               | 0,062  | 0,058  | 0,096  |
| Ortalama                               | 0,030  | 0,016  | 0,035  |
| Standard sapma                         | 0,033  | 0,026  | 0,047  |
| rms                                    | 0,036  | 0,026  | 0,052  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 78 |        |        |        |

| TERK 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 9082   | 9082   | 9082   |
| Minimum                                | -0,038 | -0,039 | -0,094 |
| Maksimum                               | 0,036  | 0,035  | 0,073  |
| Ortalama                               | 0,012  | 0,008  | 0,037  |
| Standard sapma                         | 0,012  | 0,010  | 0,028  |
| rms                                    | 0,015  | 0,010  | 0,043  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |        |        |        |

| TERK 2.GÜN                            | DN     | DE     | DU     |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                           | 16230  | 16230  | 16230  |
| Minimum                               | -0,042 | -0,036 | -0,106 |
| Maksimum                              | 0,060  | 0,038  | 0,075  |
| Ortalama                              | 0,013  | 0,008  | 0,041  |
| Standard sapma                        | 0,012  | 0,010  | 0,026  |
| rms                                   | 0,016  | 0,010  | 0,047  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |        |        |        |

| TERK 3.GÜN                            | DN     | DE     | DU     |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                           | 5289   | 5289   | 5289   |
| Minimum                               | -0,044 | -0,078 | -0,114 |
| Maksimum                              | 0,067  | 0,043  | 0,040  |
| Ortalama                              | 0,013  | 0,008  | 0,041  |
| Standard sapma                        | 0,013  | 0,010  | 0,027  |
| rms                                   | 0,016  | 0,011  | 0,047  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |        |        |        |

| KCEK 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 7231   | 7231   | 7231   |
| Minimum                                | -0,009 | -0,025 | -0,077 |
| Maksimum                               | 0,049  | 0,033  | 0,040  |
| Ortalama                               | 0,026  | 0,010  | 0,028  |
| Standard sapma                         | 0,012  | 0,010  | 0,024  |
| rms                                    | 0,029  | 0,012  | 0,033  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |        |        |        |

| TUZI 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 8667   | 8667   | 8667   |
| Minimum                                | -0,042 | -0,031 | -0,087 |
| Maksimum                               | 0,052  | 0,038  | 0,085  |
| Ortalama                               | 0,025  | 0,009  | 0,029  |
| Standard sapma                         | 0,013  | 0,010  | 0,034  |
| rms                                    | 0,028  | 0,011  | 0,036  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |        |        |        |

| KCEK 2.GÜN                            | DN     | DE     | DU     |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                           | 15365  | 15365  | 15365  |
| Minimum                               | -0,066 | -0,056 | -0,100 |
| Maksimum                              | 0,071  | 0,051  | 0,076  |
| Ortalama                              | 0,026  | 0,010  | 0,028  |
| Standard sapma                        | 0,015  | 0,011  | 0,028  |
| rms                                   | 0,029  | 0,013  | 0,035  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %97 |        |        |        |

| TUZI 2.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 14561  | 14561  | 14561  |
| Minimum                                | -0,077 | -0,088 | -0,123 |
| Maksimum                               | 0,072  | 0,056  | 0,102  |
| Ortalama                               | 0,025  | 0,010  | 0,029  |
| Standard sapma                         | 0,014  | 0,011  | 0,033  |
| rms                                    | 0,028  | 0,012  | 0,037  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |        |        |        |

| KCEK 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 4085   | 4085   | 4085   |
| Minimum                                | -0,029 | -0,023 | -0,065 |
| Maksimum                               | 0,050  | 0,034  | 0,048  |
| Ortalama                               | 0,023  | 0,009  | 0,024  |
| Standard sapma                         | 0,012  | 0,010  | 0,024  |
| rms                                    | 0,026  | 0,011  | 0,029  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 89 |        |        |        |

| TUZI 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 4975   | 4975   | 4975   |
| Minimum                                | -0,014 | -0,031 | -0,074 |
| Maksimum                               | 0,048  | 0,031  | 0,081  |
| Ortalama                               | 0,021  | 0,009  | 0,025  |
| Standard sapma                         | 0,011  | 0,010  | 0,031  |
| rms                                    | 0,023  | 0,011  | 0,031  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 92 |        |        |        |

| PALA 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 7608   | 7608   | 7608   |
| Minimum                                | -0,063 | -0,041 | -0,085 |
| Maksimum                               | 0,068  | 0,041  | 0,089  |
| Ortalama                               | 0,030  | 0,011  | 0,029  |
| Standard sapma                         | 0,014  | 0,011  | 0,034  |
| rms                                    | 0,033  | 0,013  | 0,037  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |        |        |        |

| YALI 1.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 8733   | 8733   | 8733   |
| Minimum                                | -0,057 | -0,024 | -0,095 |
| Maksimum                               | 0,046  | 0,040  | 0,086  |
| Ortalama                               | 0,013  | 0,012  | 0,028  |
| Standard sapma                         | 0,014  | 0,010  | 0,031  |
| rms                                    | 0,016  | 0,014  | 0,034  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |        |        |        |

| PALA 2.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 13891  | 13891  | 13891  |
| Minimum                                | -0,060 | -0,036 | -0,078 |
| Maksimum                               | 0,063  | 0,050  | 0,065  |
| Ortalama                               | 0,027  | 0,011  | 0,026  |
| Standard sapma                         | 0,014  | 0,012  | 0,031  |
| rms                                    | 0,030  | 0,014  | 0,031  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |        |        |        |

| YALI 2.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 16796  | 16796  | 16796  |
| Minimum                                | -0,048 | -0,027 | -0,101 |
| Maksimum                               | 0,038  | 0,043  | 0,084  |
| Ortalama                               | 0,014  | 0,015  | 0,033  |
| Standard sapma                         | 0,013  | 0,010  | 0,030  |
| rms                                    | 0,017  | 0,017  | 0,040  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 98 |        |        |        |

| PALA 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 2741   | 2741   | 2741   |
| Minimum                                | -0,022 | -0,030 | -0,125 |
| Maksimum                               | 0,057  | 0,053  | 0,042  |
| Ortalama                               | 0,026  | 0,010  | 0,087  |
| Standard sapma                         | 0,012  | 0,011  | 0,024  |
| rms                                    | 0,029  | 0,013  | 0,092  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 72 |        |        |        |

| YALI 3.GÜN                             | DN     | DE     | DU     |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|
| Epok Sayısı                            | 5200   | 5200   | 5200   |
| Minimum                                | -0,050 | -0,090 | -0,102 |
| Maksimum                               | 0,017  | 0,055  | 0,084  |
| Ortalama                               | 0,015  | 0,014  | 0,022  |
| Standard sapma                         | 0,011  | 0,010  | 0,027  |
| rms                                    | 0,018  | 0,017  | 0,027  |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 97 |        |        |        |

| <b>SİLE 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7381      | 7381      | 7381      |
| Minimum                                | -0,069    | -0,054    | -0,100    |
| Maksimum                               | 0,077     | 0,060     | 0,102     |
| Ortalama                               | 0,017     | 0,012     | 0,037     |
| Standard sapma                         | 0,016     | 0,012     | 0,033     |
| rms                                    | 0,021     | 0,015     | 0,044     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 91 |           |           |           |

| <b>TUBİ 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 8087      | 8087      | 8087      |
| Minimum                                | -0,067    | -0,042    | -0,100    |
| Maksimum                               | 0,035     | 0,043     | 0,075     |
| Ortalama                               | 0,018     | 0,011     | 0,053     |
| Standard sapma                         | 0,016     | 0,013     | 0,034     |
| rms                                    | 0,022     | 0,014     | 0,058     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 94 |           |           |           |

| <b>SİLE 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 14728     | 14728     | 14728     |
| Minimum                                | -0,049    | -0,040    | -0,108    |
| Maksimum                               | 0,067     | 0,057     | 0,088     |
| Ortalama                               | 0,015     | 0,011     | 0,039     |
| Standard sapma                         | 0,015     | 0,011     | 0,030     |
| rms                                    | 0,019     | 0,013     | 0,046     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 96 |           |           |           |

| <b>TUBİ 2.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 14515     | 14515     | 14515     |
| Minimum                                | -0,073    | -0,093    | -0,116    |
| Maksimum                               | 0,033     | 0,092     | 0,075     |
| Ortalama                               | 0,023     | 0,013     | 0,041     |
| Standard sapma                         | 0,017     | 0,022     | 0,036     |
| rms                                    | 0,028     | 0,022     | 0,049     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 92 |           |           |           |

| <b>SİLE 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4272      | 4272      | 4272      |
| Minimum                                | -0,019    | -0,028    | -0,087    |
| Maksimum                               | 0,056     | 0,054     | 0,069     |
| Ortalama                               | 0,014     | 0,010     | 0,031     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,010     | 0,030     |
| rms                                    | 0,017     | 0,012     | 0,038     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

| <b>TUBİ 3.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 4320      | 4320      | 4320      |
| Minimum                                | -0,042    | -0,045    | -0,095    |
| Maksimum                               | 0,037     | 0,030     | 0,053     |
| Ortalama                               | 0,018     | 0,011     | 0,030     |
| Standard sapma                         | 0,012     | 0,012     | 0,030     |
| rms                                    | 0,021     | 0,014     | 0,038     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 93 |           |           |           |

| <b>SLVR 1.GÜN</b>                      | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                            | 7618      | 7618      | 7618      |
| Minimum                                | -0,088    | -0,046    | -0,088    |
| Maksimum                               | 0,057     | 0,058     | 0,076     |
| Ortalama                               | 0,016     | 0,013     | 0,038     |
| Standard sapma                         | 0,017     | 0,014     | 0,035     |
| rms                                    | 0,020     | 0,016     | 0,045     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı % 86 |           |           |           |

| <b>SLVR 2.GÜN</b>                     | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                           | 12298     | 12298     | 12298     |
| Minimum                               | -0,065    | -0,068    | -0,112    |
| Maksimum                              | 0,046     | 0,049     | 0,087     |
| Ortalama                              | 0,019     | 0,016     | 0,036     |
| Standard sapma                        | 0,017     | 0,019     | 0,039     |
| rms                                   | 0,023     | 0,021     | 0,045     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %76 |           |           |           |

| <b>SLVR 3.GÜN</b>                     | <b>DN</b> | <b>DE</b> | <b>DU</b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Epok Sayısı                           | 4147      | 4147      | 4147      |
| Minimum                               | -0,040    | -0,067    | -0,095    |
| Maksimum                              | 0,026     | 0,050     | 0,077     |
| Ortalama                              | 0,016     | 0,019     | 0,031     |
| Standard sapma                        | 0,012     | 0,023     | 0,035     |
| rms                                   | 0,018     | 0,024     | 0,037     |
| Değerlendirilen/Toplam veri oranı %77 |           |           |           |

## A-2 İSTA Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| İSTA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 8           | 0.13%       | 0.13%  |
| -0.05         | 16          | 0.39%       | 0.26%  |
| -0.025        | 21          | 0.74%       | 0.35%  |
| 0             | 127         | 2.83%       | 2.09%  |
| 0.025         | 2158        | 38.32%      | 35.49% |
| 0.05          | 3013        | 87.86%      | 49.55% |
| 0.075         | 618         | 98.03%      | 10.16% |
| 0.1           | 31          | 98.54%      | 0.51%  |
| 0.125         | 9           | 98.68%      | 0.15%  |
| 0.15          | 11          | 98.87%      | 0.18%  |
| 0.175         | 18          | 99.16%      | 0.30%  |
| 0.2           | 10          | 99.33%      | 0.16%  |
| Diğer         | 41          | 100.00%     | 0.67%  |
| <b>Toplam</b> | <b>6081</b> |             |        |

| İSTA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 118          | 0.90%       | 0.90%  |
| -0.175        | 42           | 1.23%       | 0.32%  |
| -0.15         | 160          | 2.45%       | 1.23%  |
| -0.125        | 199          | 3.97%       | 1.52%  |
| -0.1          | 61           | 4.44%       | 0.47%  |
| -0.075        | 73           | 5.00%       | 0.56%  |
| -0.05         | 177          | 6.36%       | 1.36%  |
| -0.025        | 125          | 7.31%       | 0.96%  |
| 0             | 383          | 10.25%      | 2.93%  |
| 0.025         | 5074         | 49.10%      | 38.85% |
| 0.05          | 4713         | 85.18%      | 36.09% |
| 0.075         | 876          | 91.89%      | 6.71%  |
| 0.1           | 221          | 93.58%      | 1.69%  |
| 0.125         | 218          | 95.25%      | 1.67%  |
| 0.15          | 115          | 96.13%      | 0.88%  |
| 0.175         | 89           | 96.81%      | 0.68%  |
| 0.2           | 95           | 97.54%      | 0.73%  |
| Diğer         | 321          | 100.00%     | 2.46%  |
| <b>Toplam</b> | <b>13060</b> |             |        |

| İSTA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 32          | 1.87%       | 1.87%  |
| -0.175        | 8           | 2.34%       | 0.47%  |
| -0.15         | 2           | 2.46%       | 0.12%  |
| -0.125        | 0           | 2.46%       | 0.00%  |
| -0.1          | 1           | 2.52%       | 0.06%  |
| -0.075        | 27          | 4.10%       | 1.58%  |
| -0.05         | 179         | 14.58%      | 10.48% |
| -0.025        | 60          | 18.09%      | 3.51%  |
| 0             | 52          | 21.14%      | 3.04%  |
| 0.025         | 531         | 52.22%      | 31.09% |
| 0.05          | 736         | 95.32%      | 43.09% |
| 0.075         | 80          | 100.00%     | 4.68%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>1708</b> |             |        |

| İSTA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 11          | 0.18%       | 0.18%  |
| -0.1          | 25          | 0.59%       | 0.41%  |
| -0.075        | 21          | 0.94%       | 0.35%  |
| -0.05         | 32          | 1.46%       | 0.53%  |
| -0.025        | 82          | 2.81%       | 1.35%  |
| 0             | 1547        | 28.25%      | 25.44% |
| 0.025         | 3943        | 93.09%      | 64.84% |
| 0.05          | 414         | 99.90%      | 6.81%  |
| 0.075         | 6           | 100.00%     | 0.10%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>6081</b> |             |        |

| İSTA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 476          | 3.64%       | 3.64%  |
| -0.175        | 46           | 4.00%       | 0.35%  |
| -0.15         | 59           | 4.45%       | 0.45%  |
| -0.125        | 64           | 4.94%       | 0.49%  |
| -0.1          | 89           | 5.62%       | 0.68%  |
| -0.075        | 106          | 6.43%       | 0.81%  |
| -0.05         | 158          | 7.64%       | 1.21%  |
| -0.025        | 257          | 9.61%       | 1.97%  |
| 0             | 3531         | 36.65%      | 27.04% |
| 0.025         | 6336         | 85.16%      | 48.51% |
| 0.05          | 877          | 91.88%      | 6.72%  |
| 0.075         | 147          | 93.00%      | 1.13%  |
| 0.1           | 91           | 93.70%      | 0.70%  |
| 0.125         | 117          | 94.59%      | 0.90%  |
| 0.15          | 118          | 95.50%      | 0.90%  |
| 0.175         | 301          | 97.80%      | 2.30%  |
| 0.2           | 140          | 98.87%      | 1.07%  |
| Diğer         | 147          | 100.00%     | 1.13%  |
| <b>Toplam</b> | <b>13060</b> |             |        |

| İSTA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 1           | 0.06%       | 0.06%  |
| -0.075        | 2           | 0.18%       | 0.12%  |
| -0.05         | 167         | 9.95%       | 9.78%  |
| -0.025        | 73          | 14.23%      | 4.27%  |
| 0             | 324         | 33.20%      | 18.97% |
| 0.025         | 695         | 73.89%      | 40.69% |
| 0.05          | 133         | 81.67%      | 7.79%  |
| 0.075         | 42          | 84.13%      | 2.46%  |
| 0.1           | 1           | 84.19%      | 0.06%  |
| 0.125         | 53          | 87.30%      | 3.10%  |
| 0.15          | 217         | 100.00%     | 12.70% |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>1708</b> |             |        |

| İSTA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 174         | 2.86%       | 2.86%  |
| -0.05         | 649         | 13.53%      | 10.67% |
| -0.025        | 1408        | 36.69%      | 23.15% |
| 0             | 1737        | 65.25%      | 28.56% |
| 0.025         | 862         | 79.43%      | 14.18% |
| 0.05          | 436         | 86.60%      | 7.17%  |
| 0.075         | 197         | 89.84%      | 3.24%  |
| 0.1           | 126         | 91.91%      | 2.07%  |
| 0.125         | 100         | 93.55%      | 1.64%  |
| 0.15          | 97          | 95.15%      | 1.60%  |
| 0.175         | 83          | 96.51%      | 1.36%  |
| 0.2           | 49          | 97.32%      | 0.81%  |
| Diğer         | 163         | 100.00%     | 2.68%  |
| <b>Toplam</b> | <b>6081</b> |             |        |

| İSTA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 501          | 3.84%       | 3.84%  |
| -0.175        | 40           | 4.14%       | 0.31%  |
| -0.15         | 54           | 4.56%       | 0.41%  |
| -0.125        | 77           | 5.15%       | 0.59%  |
| -0.1          | 188          | 6.58%       | 1.44%  |
| -0.075        | 545          | 10.76%      | 4.17%  |
| -0.05         | 1011         | 18.50%      | 7.74%  |
| -0.025        | 1862         | 32.76%      | 14.26% |
| 0             | 2727         | 53.64%      | 20.88% |
| 0.025         | 2718         | 74.45%      | 20.81% |
| 0.05          | 1728         | 87.68%      | 13.23% |
| 0.075         | 543          | 91.84%      | 4.16%  |
| 0.1           | 103          | 92.63%      | 0.79%  |
| 0.125         | 68           | 93.15%      | 0.52%  |
| 0.15          | 43           | 93.48%      | 0.33%  |
| 0.175         | 42           | 93.80%      | 0.32%  |
| 0.2           | 57           | 94.23%      | 0.44%  |
| Diğer         | 753          | 100.00%     | 5.77%  |
| <b>Toplam</b> | <b>13060</b> |             |        |

| İSTA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 11          | 0.64%       | 0.64%  |
| -0.125        | 32          | 2.52%       | 1.87%  |
| -0.1          | 57          | 5.85%       | 3.34%  |
| -0.075        | 92          | 11.24%      | 5.39%  |
| -0.05         | 269         | 26.99%      | 15.75% |
| -0.025        | 324         | 45.96%      | 18.97% |
| 0             | 273         | 61.94%      | 15.98% |
| 0.025         | 185         | 72.78%      | 10.83% |
| 0.05          | 246         | 87.18%      | 14.40% |
| 0.075         | 147         | 95.78%      | 8.61%  |
| 0.1           | 40          | 98.13%      | 2.34%  |
| 0.125         | 24          | 99.53%      | 1.41%  |
| 0.15          | 8           | 100.00%     | 0.47%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>1708</b> |             |        |

### A-3 KCEK Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| KCEK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| 0             | 114         | 1.53%       | 1.53%  |
| 0.025         | 3366        | 46.82%      | 45.28% |
| 0.05          | 3953        | 100.00%     | 53.18% |
| 0.075         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>7433</b> |             |        |

| KCEK 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 30           | 0.19%       | 0.19%  |
| -0.175        | 29           | 0.37%       | 0.18%  |
| -0.15         | 1            | 0.38%       | 0.01%  |
| -0.125        | 1            | 0.39%       | 0.01%  |
| -0.1          | 1            | 0.39%       | 0.01%  |
| -0.075        | 1            | 0.40%       | 0.01%  |
| -0.05         | 150          | 1.35%       | 0.95%  |
| -0.025        | 86           | 1.89%       | 0.54%  |
| 0             | 578          | 5.55%       | 3.66%  |
| 0.025         | 7594         | 53.61%      | 48.06% |
| 0.05          | 6610         | 95.44%      | 41.83% |
| 0.075         | 688          | 99.79%      | 4.35%  |
| 0.1           | 26           | 99.96%      | 0.16%  |
| 0.125         | 3            | 99.97%      | 0.02%  |
| 0.15          | 4            | 100.00%     | 0.03%  |
| 0.175         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>15802</b> |             |        |

| KCEK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 2           | 0.04%       | 0.04%  |
| 0             | 156         | 3.46%       | 3.42%  |
| 0.025         | 2420        | 56.45%      | 52.99% |
| 0.05          | 1870        | 97.39%      | 40.95% |
| 0.075         | 119         | 100.00%     | 2.61%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4567</b> |             |        |

| KCEK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 1           | 0.01%       | 0.01%  |
| 0             | 1961        | 26.40%      | 26.38% |
| 0.025         | 5299        | 97.69%      | 71.29% |
| 0.05          | 172         | 100.00%     | 2.31%  |
| 0.075         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>7433</b> |             |        |

| KCEK 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 4            | 0.03%       | 0.03%  |
| -0.05         | 210          | 1.35%       | 1.33%  |
| -0.025        | 100          | 1.99%       | 0.63%  |
| 0             | 3773         | 25.86%      | 23.88% |
| 0.025         | 11020        | 95.60%      | 69.74% |
| 0.05          | 628          | 99.58%      | 3.97%  |
| 0.075         | 6            | 99.61%      | 0.04%  |
| 0.1           | 2            | 99.63%      | 0.01%  |
| 0.125         | 2            | 99.64%      | 0.01%  |
| 0.15          | 17           | 99.75%      | 0.11%  |
| 0.175         | 40           | 100.00%     | 0.25%  |
| 0.2           | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>15802</b> |             |        |

| KCEK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| 0             | 1464        | 32.06%      | 32.06% |
| 0.025         | 2932        | 96.26%      | 64.20% |
| 0.05          | 171         | 100.00%     | 3.74%  |
| 0.075         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4567</b> |             |        |

| KCEK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 11          | 0.15%       | 0.15%  |
| -0.075        | 245         | 3.44%       | 3.30%  |
| -0.05         | 963         | 16.40%      | 12.96% |
| -0.025        | 2514        | 50.22%      | 33.82% |
| 0             | 2528        | 84.23%      | 34.01% |
| 0.025         | 1008        | 97.79%      | 13.56% |
| 0.05          | 164         | 100.00%     | 2.21%  |
| 0.075         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>7433</b> |             |        |

| KCEK 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 8            | 0.05%       | 0.05%  |
| -0.1          | 147          | 0.98%       | 0.93%  |
| -0.075        | 499          | 4.14%       | 3.16%  |
| -0.05         | 1838         | 15.77%      | 11.63% |
| -0.025        | 4378         | 43.48%      | 27.71% |
| 0             | 5343         | 77.29%      | 33.81% |
| 0.025         | 2580         | 93.61%      | 16.33% |
| 0.05          | 749          | 98.35%      | 4.74%  |
| 0.075         | 158          | 99.35%      | 1.00%  |
| 0.1           | 31           | 99.55%      | 0.20%  |
| 0.125         | 8            | 99.60%      | 0.05%  |
| 0.15          | 4            | 99.63%      | 0.03%  |
| 0.175         | 2            | 99.64%      | 0.01%  |
| 0.2           | 0            | 99.64%      | 0.00%  |
| Diğer         | 57           | 100.00%     | 0.36%  |
| <b>Toplam</b> | <b>15802</b> |             |        |

| KCEK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 6           | 0.13%       | 0.13%  |
| -0.075        | 153         | 3.48%       | 3.35%  |
| -0.05         | 528         | 15.04%      | 11.56% |
| -0.025        | 1200        | 41.32%      | 26.28% |
| 0             | 1545        | 75.15%      | 33.83% |
| 0.025         | 846         | 93.67%      | 18.52% |
| 0.05          | 218         | 98.45%      | 4.77%  |
| 0.075         | 32          | 99.15%      | 0.70%  |
| 0.1           | 5           | 99.26%      | 0.11%  |
| 0.125         | 8           | 99.43%      | 0.18%  |
| 0.15          | 6           | 99.56%      | 0.13%  |
| 0.175         | 4           | 99.65%      | 0.09%  |
| 0.2           | 4           | 99.74%      | 0.09%  |
| Diğer         | 12          | 100.00%     | 0.26%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4567</b> |             |        |

## A-4 PALA Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| PALA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 1           | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.175        | 1           | 0.02%       | 0.01%  |
| -0.15         | 3           | 0.06%       | 0.04%  |
| -0.125        | 0           | 0.06%       | 0.00%  |
| -0.1          | 1           | 0.07%       | 0.01%  |
| -0.075        | 7           | 0.16%       | 0.09%  |
| -0.05         | 10          | 0.28%       | 0.12%  |
| -0.025        | 38          | 0.75%       | 0.47%  |
| 0             | 154         | 2.65%       | 1.90%  |
| 0.025         | 3051        | 40.23%      | 37.58% |
| 0.05          | 4079        | 90.47%      | 50.24% |
| 0.075         | 733         | 99.50%      | 9.03%  |
| 0.1           | 21          | 99.75%      | 0.26%  |
| 0.125         | 3           | 99.79%      | 0.04%  |
| 0.15          | 4           | 99.84%      | 0.05%  |
| 0.175         | 1           | 99.85%      | 0.01%  |
| 0.2           | 1           | 99.86%      | 0.01%  |
| Diğer         | 11          | 100.00%     | 0.14%  |
| <b>Toplam</b> | <b>8119</b> |             |        |

| PALA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 2            | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.175        | 1            | 0.02%       | 0.01%  |
| -0.15         | 1            | 0.03%       | 0.01%  |
| -0.125        | 0            | 0.03%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0            | 0.03%       | 0.00%  |
| -0.075        | 55           | 0.40%       | 0.37%  |
| -0.05         | 60           | 0.80%       | 0.40%  |
| -0.025        | 13           | 0.88%       | 0.09%  |
| 0             | 682          | 5.45%       | 4.57%  |
| 0.025         | 6491         | 48.94%      | 43.49% |
| 0.05          | 6725         | 94.00%      | 45.06% |
| 0.075         | 814          | 99.46%      | 5.45%  |
| 0.1           | 27           | 99.64%      | 0.18%  |
| 0.125         | 3            | 99.66%      | 0.02%  |
| 0.15          | 2            | 99.67%      | 0.01%  |
| 0.175         | 2            | 99.69%      | 0.01%  |
| 0.2           | 0            | 99.69%      | 0.00%  |
| Diğer         | 47           | 100.00%     | 0.31%  |
| <b>Toplam</b> | <b>14925</b> |             |        |

| PALA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 3           | 0.08%       | 0.08%  |
| -0.1          | 1           | 0.11%       | 0.03%  |
| -0.075        | 0           | 0.11%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.11%       | 0.00%  |
| -0.025        | 5           | 0.24%       | 0.13%  |
| 0             | 69          | 2.05%       | 1.81%  |
| 0.025         | 1628        | 44.84%      | 42.79% |
| 0.05          | 1903        | 94.85%      | 50.01% |
| 0.075         | 191         | 99.87%      | 5.02%  |
| 0.1           | 5           | 100.00%     | 0.13%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>3805</b> |             |        |

| PALA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 1           | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.1          | 0           | 0.01%       | 0.00%  |
| -0.075        | 6           | 0.09%       | 0.07%  |
| -0.05         | 6           | 0.16%       | 0.07%  |
| -0.025        | 51          | 0.79%       | 0.63%  |
| 0             | 2179        | 27.63%      | 26.84% |
| 0.025         | 5417        | 94.35%      | 66.72% |
| 0.05          | 442         | 99.79%      | 5.44%  |
| 0.075         | 14          | 99.96%      | 0.17%  |
| 0.1           | 0           | 99.96%      | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 99.96%      | 0.00%  |
| 0.15          | 1           | 99.98%      | 0.01%  |
| 0.175         | 2           | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>8119</b> |             |        |

| PALA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 1            | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.15         | 3            | 0.03%       | 0.02%  |
| -0.125        | 1            | 0.03%       | 0.01%  |
| -0.1          | 0            | 0.03%       | 0.00%  |
| -0.075        | 13           | 0.12%       | 0.09%  |
| -0.05         | 5            | 0.15%       | 0.03%  |
| -0.025        | 73           | 0.64%       | 0.49%  |
| 0             | 4047         | 27.76%      | 27.12% |
| 0.025         | 9876         | 93.93%      | 66.17% |
| 0.05          | 906          | 100.00%     | 6.07%  |
| 0.075         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0            | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>14925</b> |             |        |

| PALA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 5           | 0.13%       | 0.13%  |
| -0.05         | 1           | 0.16%       | 0.03%  |
| -0.025        | 8           | 0.37%       | 0.21%  |
| 0             | 1044        | 27.81%      | 27.44% |
| 0.025         | 2527        | 94.22%      | 66.41% |
| 0.05          | 216         | 99.89%      | 5.68%  |
| 0.075         | 4           | 100.00%     | 0.11%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>3805</b> |             |        |

| PALA 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 8           | 0.10%       | 0.10%  |
| -0.175        | 1           | 0.11%       | 0.01%  |
| -0.15         | 11          | 0.25%       | 0.14%  |
| -0.125        | 19          | 0.48%       | 0.23%  |
| -0.1          | 59          | 1.21%       | 0.73%  |
| -0.075        | 387         | 5.97%       | 4.77%  |
| -0.05         | 913         | 17.22%      | 11.25% |
| -0.025        | 1747        | 38.74%      | 21.52% |
| 0             | 2238        | 66.30%      | 27.56% |
| 0.025         | 1442        | 84.06%      | 17.76% |
| 0.05          | 766         | 93.50%      | 9.43%  |
| 0.075         | 295         | 97.13%      | 3.63%  |
| 0.1           | 93          | 98.28%      | 1.15%  |
| 0.125         | 45          | 98.83%      | 0.55%  |
| 0.15          | 22          | 99.10%      | 0.27%  |
| 0.175         | 13          | 99.26%      | 0.16%  |
| 0.2           | 7           | 99.35%      | 0.09%  |
| Diğer         | 53          | 100.00%     | 0.65%  |
| <b>Toplam</b> | <b>8119</b> |             |        |

| PALA 2.GÜN    |              |             |        |
|---------------|--------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 2            | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.125        | 51           | 0.36%       | 0.34%  |
| -0.1          | 160          | 1.43%       | 1.07%  |
| -0.075        | 418          | 4.23%       | 2.80%  |
| -0.05         | 1039         | 11.19%      | 6.96%  |
| -0.025        | 2325         | 26.77%      | 15.58% |
| 0             | 3905         | 52.93%      | 26.16% |
| 0.025         | 3964         | 79.49%      | 26.56% |
| 0.05          | 2159         | 93.96%      | 14.47% |
| 0.075         | 681          | 98.52%      | 4.56%  |
| 0.1           | 140          | 99.46%      | 0.94%  |
| 0.125         | 51           | 99.80%      | 0.34%  |
| 0.15          | 11           | 99.87%      | 0.07%  |
| 0.175         | 5            | 99.91%      | 0.03%  |
| 0.2           | 2            | 99.92%      | 0.01%  |
| Diğer         | 12           | 100.00%     | 0.08%  |
| <b>Toplam</b> | <b>14925</b> |             |        |

| PALA 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 5           | 0.13%       | 0.13%  |
| -0.175        | 88          | 2.44%       | 2.31%  |
| -0.15         | 249         | 8.99%       | 6.54%  |
| -0.125        | 674         | 26.70%      | 17.71% |
| -0.1          | 982         | 52.51%      | 25.81% |
| -0.075        | 1173        | 83.34%      | 30.83% |
| -0.05         | 456         | 95.32%      | 11.98% |
| -0.025        | 107         | 98.13%      | 2.81%  |
| 0             | 36          | 99.08%      | 0.95%  |
| 0.025         | 14          | 99.45%      | 0.37%  |
| 0.05          | 11          | 99.74%      | 0.29%  |
| 0.075         | 5           | 99.87%      | 0.13%  |
| 0.1           | 1           | 99.89%      | 0.03%  |
| 0.125         | 0           | 99.89%      | 0.00%  |
| 0.15          | 1           | 99.92%      | 0.03%  |
| 0.175         | 0           | 99.92%      | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 99.92%      | 0.00%  |
| Diğer         | 3           | 100.00%     | 0.08%  |
| <b>Toplam</b> | <b>3805</b> |             |        |



## A-5 SİLE Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| SİLE 1.GÜN    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 1           | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.1          | 19          | 0.25%       | 0.23%   |
| -0.075        | 46          | 0.81%       | 0.56%   |
| -0.05         | 62          | 1.57%       | 0.76%   |
| -0.025        | 182         | 3.80%       | 2.23%   |
| 0             | 1152        | 17.93%      | 14.13%  |
| 0.025         | 5024        | 79.54%      | 61.61%  |
| 0.05          | 1443        | 97.24%      | 17.70%  |
| 0.075         | 167         | 99.29%      | 2.05%   |
| 0.1           | 44          | 99.83%      | 0.54%   |
| 0.125         | 11          | 99.96%      | 0.13%   |
| 0.15          | 3           | 100.00%     | 0.04%   |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>8154</b> |             |         |

| SİLE 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1          | 1            | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.075        | 1            | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.05         | 6            | 0.05%       | 0.04%   |
| -0.025        | 145          | 0.99%       | 0.94%   |
| 0             | 2727         | 18.71%      | 17.72%  |
| 0.025         | 9878         | 82.89%      | 64.18%  |
| 0.05          | 2314         | 97.93%      | 15.03%  |
| 0.075         | 258          | 99.60%      | 1.68%   |
| 0.1           | 23           | 99.75%      | 0.15%   |
| 0.125         | 8            | 99.81%      | 0.05%   |
| 0.15          | 2            | 99.82%      | 0.01%   |
| 0.175         | 5            | 99.85%      | 0.03%   |
| 0.2           | 6            | 99.89%      | 0.04%   |
| Diğer         | 17           | 100.00%     | 0.11%   |
| <b>Toplam</b> | <b>15391</b> |             |         |

| SİLE 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| 0             | 809         | 17.56%      | 17.56% |
| 0.025         | 3252        | 88.15%      | 70.59% |
| 0.05          | 511         | 99.24%      | 11.09% |
| 0.075         | 30          | 99.89%      | 0.65%  |
| 0.1           | 1           | 99.91%      | 0.02%  |
| 0.125         | 3           | 99.98%      | 0.07%  |
| 0.15          | 1           | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4607</b> |             |        |

| SİLE 1.GÜN    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.075        | 2           | 0.02%       | 0.02%   |
| -0.05         | 5           | 0.09%       | 0.06%   |
| -0.025        | 71          | 0.96%       | 0.87%   |
| 0             | 1840        | 23.52%      | 22.57%  |
| 0.025         | 5523        | 91.26%      | 67.73%  |
| 0.05          | 628         | 98.96%      | 7.70%   |
| 0.075         | 79          | 99.93%      | 0.97%   |
| 0.1           | 6           | 100.00%     | 0.07%   |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>8154</b> |             |         |

| SİLE 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.075        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.05         | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.025        | 52           | 0.34%       | 0.34%   |
| 0             | 3603         | 23.75%      | 23.41%  |
| 0.025         | 10961        | 94.96%      | 71.22%  |
| 0.05          | 758          | 99.89%      | 4.92%   |
| 0.075         | 17           | 100.00%     | 0.11%   |
| 0.1           | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.125         | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.15          | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175         | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2           | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>15391</b> |             |         |

| SİLE 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 5           | 0.11%       | 0.11%  |
| 0             | 1193        | 26.00%      | 25.90% |
| 0.025         | 3228        | 96.07%      | 70.07% |
| 0.05          | 171         | 99.78%      | 3.71%  |
| 0.075         | 3           | 99.85%      | 0.07%  |
| 0.1           | 0           | 99.85%      | 0.00%  |
| 0.125         | 6           | 99.98%      | 0.13%  |
| 0.15          | 0           | 99.98%      | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 99.98%      | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 99.98%      | 0.00%  |
| Diğer         | 1           | 100.00%     | 0.02%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4607</b> |             |        |

| SİLE 1.GÜN    |             |             |         |
|---------------|-------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 5           | 0.06%       | 0.06%   |
| -0.175        | 35          | 0.49%       | 0.43%   |
| -0.15         | 37          | 0.94%       | 0.45%   |
| -0.125        | 72          | 1.83%       | 0.88%   |
| -0.1          | 197         | 4.24%       | 2.42%   |
| -0.075        | 556         | 11.06%      | 6.82%   |
| -0.05         | 1411        | 28.37%      | 17.30%  |
| -0.025        | 2297        | 56.54%      | 28.17%  |
| 0             | 2055        | 81.74%      | 25.20%  |
| 0.025         | 707         | 90.41%      | 8.67%   |
| 0.05          | 224         | 93.16%      | 2.75%   |
| 0.075         | 122         | 94.65%      | 1.50%   |
| 0.1           | 87          | 95.72%      | 1.07%   |
| 0.125         | 45          | 96.27%      | 0.55%   |
| 0.15          | 43          | 96.80%      | 0.53%   |
| 0.175         | 47          | 97.38%      | 0.58%   |
| 0.2           | 47          | 97.95%      | 0.58%   |
| Diğer         | 167         | 100.00%     | 2.05%   |
| <b>Toplam</b> | <b>8154</b> |             |         |

| SİLE 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 66           | 0.43%       | 0.43%   |
| -0.125        | 127          | 1.25%       | 0.83%   |
| -0.1          | 376          | 3.70%       | 2.44%   |
| -0.075        | 1202         | 11.51%      | 7.81%   |
| -0.05         | 3087         | 31.56%      | 20.06%  |
| -0.025        | 4997         | 64.03%      | 32.47%  |
| 0             | 3760         | 88.46%      | 24.43%  |
| 0.025         | 1090         | 95.54%      | 7.08%   |
| 0.05          | 342          | 97.76%      | 2.22%   |
| 0.075         | 98           | 98.40%      | 0.64%   |
| 0.1           | 68           | 98.84%      | 0.44%   |
| 0.125         | 39           | 99.10%      | 0.25%   |
| 0.15          | 46           | 99.40%      | 0.30%   |
| 0.175         | 33           | 99.61%      | 0.21%   |
| 0.2           | 15           | 99.71%      | 0.10%   |
| Diğer         | 45           | 100.00%     | 0.29%   |
| <b>Toplam</b> | <b>15391</b> |             |         |

| SİLE 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 17          | 0.37%       | 0.37%  |
| -0.125        | 70          | 1.89%       | 1.52%  |
| -0.1          | 136         | 4.84%       | 2.95%  |
| -0.075        | 267         | 10.64%      | 5.80%  |
| -0.05         | 710         | 26.05%      | 15.41% |
| -0.025        | 1221        | 52.55%      | 26.50% |
| 0             | 1299        | 80.75%      | 28.20% |
| 0.025         | 645         | 94.75%      | 14.00% |
| 0.05          | 176         | 98.57%      | 3.82%  |
| 0.075         | 66          | 100.00%     | 1.43%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>4607</b> |             |        |

## A-6 SLVR Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| SLVR 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 37      | 0.42%       | 0.42%  |
| -0.175     | 3       | 0.45%       | 0.03%  |
| -0.15      | 7       | 0.53%       | 0.08%  |
| -0.125     | 12      | 0.66%       | 0.13%  |
| -0.1       | 149     | 2.33%       | 1.67%  |
| -0.075     | 99      | 3.44%       | 1.11%  |
| -0.05      | 203     | 5.72%       | 2.28%  |
| -0.025     | 1431    | 21.77%      | 16.05% |
| 0          | 4557    | 72.90%      | 51.12% |
| 0.025      | 1801    | 93.10%      | 20.20% |
| 0.05       | 196     | 95.30%      | 2.20%  |
| 0.075      | 92      | 96.33%      | 1.03%  |
| 0.1        | 205     | 98.63%      | 2.30%  |
| 0.125      | 115     | 99.92%      | 1.29%  |
| 0.15       | 5       | 99.98%      | 0.06%  |
| 0.175      | 1       | 99.99%      | 0.01%  |
| 0.2        | 1       | 100.00%     | 0.01%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 8914**

| SLVR 2.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 12      | 0.07%       | 0.07%  |
| -0.175     | 2       | 0.09%       | 0.01%  |
| -0.15      | 4       | 0.11%       | 0.02%  |
| -0.125     | 189     | 1.27%       | 1.16%  |
| -0.1       | 507     | 4.37%       | 3.10%  |
| -0.075     | 383     | 6.72%       | 2.35%  |
| -0.05      | 844     | 11.88%      | 5.17%  |
| -0.025     | 4557    | 39.79%      | 27.90% |
| 0          | 7015    | 82.74%      | 42.95% |
| 0.025      | 1869    | 94.18%      | 11.44% |
| 0.05       | 494     | 97.21%      | 3.02%  |
| 0.075      | 280     | 98.92%      | 1.71%  |
| 0.1        | 7       | 98.97%      | 0.04%  |
| 0.125      | 4       | 98.99%      | 0.02%  |
| 0.15       | 11      | 99.06%      | 0.07%  |
| 0.175      | 83      | 99.57%      | 0.51%  |
| 0.2        | 71      | 100.00%     | 0.43%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 16332**

| SLVR 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 9       | 0.17%       | 0.17%  |
| -0.05      | 15      | 0.45%       | 0.28%  |
| -0.025     | 901     | 17.24%      | 16.80% |
| 0          | 3226    | 77.39%      | 60.14% |
| 0.025      | 788     | 92.08%      | 14.69% |
| 0.05       | 42      | 92.86%      | 0.78%  |
| 0.075      | 0       | 92.86%      | 0.00%  |
| 0.1        | 0       | 92.86%      | 0.00%  |
| 0.125      | 0       | 92.86%      | 0.00%  |
| 0.15       | 80      | 94.35%      | 1.49%  |
| 0.175      | 220     | 98.45%      | 4.10%  |
| 0.2        | 83      | 100.00%     | 1.55%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 5364**

| SLVR 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 1       | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.15      | 0       | 0.01%       | 0.00%  |
| -0.125     | 14      | 0.17%       | 0.16%  |
| -0.1       | 17      | 0.36%       | 0.19%  |
| -0.075     | 14      | 0.52%       | 0.16%  |
| -0.05      | 236     | 3.16%       | 2.65%  |
| -0.025     | 315     | 6.70%       | 3.53%  |
| 0          | 1561    | 24.21%      | 17.51% |
| 0.025      | 5852    | 89.86%      | 65.65% |
| 0.05       | 668     | 97.35%      | 7.49%  |
| 0.075      | 79      | 98.24%      | 0.89%  |
| 0.1        | 10      | 98.35%      | 0.11%  |
| 0.125      | 115     | 99.64%      | 1.29%  |
| 0.15       | 17      | 99.83%      | 0.19%  |
| 0.175      | 8       | 99.92%      | 0.09%  |
| 0.2        | 4       | 99.97%      | 0.04%  |
| Diğer      | 3       | 100.00%     | 0.03%  |

**Toplam 8914**

| SLVR 2.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 49      | 0.30%       | 0.30%  |
| -0.175     | 101     | 0.92%       | 0.62%  |
| -0.15      | 9       | 0.97%       | 0.06%  |
| -0.125     | 20      | 1.10%       | 0.12%  |
| -0.1       | 3       | 1.11%       | 0.02%  |
| -0.075     | 178     | 2.20%       | 1.09%  |
| -0.05      | 969     | 8.14%       | 5.93%  |
| -0.025     | 491     | 11.14%      | 3.01%  |
| 0          | 2818    | 28.40%      | 17.25% |
| 0.025      | 7960    | 77.14%      | 48.74% |
| 0.05       | 1808    | 88.21%      | 11.07% |
| 0.075      | 313     | 90.12%      | 1.92%  |
| 0.1        | 484     | 93.09%      | 2.96%  |
| 0.125      | 658     | 97.12%      | 4.03%  |
| 0.15       | 86      | 97.64%      | 0.53%  |
| 0.175      | 16      | 97.74%      | 0.10%  |
| 0.2        | 154     | 98.68%      | 0.94%  |
| Diğer      | 215     | 100.00%     | 1.32%  |

**Toplam 16332**

| SLVR 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 36      | 0.67%       | 0.67%  |
| -0.125     | 248     | 5.29%       | 4.62%  |
| -0.1       | 35      | 5.95%       | 0.65%  |
| -0.075     | 29      | 6.49%       | 0.54%  |
| -0.05      | 403     | 14.00%      | 7.51%  |
| -0.025     | 142     | 16.65%      | 2.65%  |
| 0          | 664     | 29.03%      | 12.38% |
| 0.025      | 2771    | 80.69%      | 51.66% |
| 0.05       | 580     | 91.50%      | 10.81% |
| 0.075      | 65      | 92.71%      | 1.21%  |
| 0.1        | 8       | 92.86%      | 0.15%  |
| 0.125      | 35      | 93.51%      | 0.65%  |
| 0.15       | 65      | 94.72%      | 1.21%  |
| 0.175      | 99      | 96.57%      | 1.85%  |
| 0.2        | 115     | 98.71%      | 2.14%  |
| Diğer      | 69      | 100.00%     | 1.29%  |

**Toplam 5364**

| SLVR 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 24      | 0.27%       | 0.27%  |
| -0.125     | 69      | 1.04%       | 0.77%  |
| -0.1       | 157     | 2.80%       | 1.76%  |
| -0.075     | 646     | 10.05%      | 7.25%  |
| -0.05      | 2040    | 32.94%      | 22.89% |
| -0.025     | 2186    | 57.46%      | 24.52% |
| 0          | 1624    | 75.68%      | 18.22% |
| 0.025      | 938     | 86.20%      | 10.52% |
| 0.05       | 548     | 92.35%      | 6.15%  |
| 0.075      | 227     | 94.90%      | 2.55%  |
| 0.1        | 73      | 95.71%      | 0.82%  |
| 0.125      | 11      | 95.84%      | 0.12%  |
| 0.15       | 5       | 95.89%      | 0.06%  |
| 0.175      | 2       | 95.92%      | 0.02%  |
| 0.2        | 3       | 95.95%      | 0.03%  |
| Diğer      | 361     | 100.00%     | 4.05%  |

**Toplam 8914**

| SLVR 2.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 59      | 0.36%       | 0.36%  |
| -0.175     | 23      | 0.50%       | 0.14%  |
| -0.15      | 41      | 0.75%       | 0.25%  |
| -0.125     | 230     | 2.16%       | 1.41%  |
| -0.1       | 543     | 5.49%       | 3.32%  |
| -0.075     | 1134    | 12.43%      | 6.94%  |
| -0.05      | 1868    | 23.87%      | 11.44% |
| -0.025     | 2902    | 41.64%      | 17.77% |
| 0          | 3194    | 61.19%      | 19.56% |
| 0.025      | 2042    | 73.70%      | 12.50% |
| 0.05       | 784     | 78.50%      | 4.80%  |
| 0.075      | 501     | 81.56%      | 3.07%  |
| 0.1        | 542     | 84.88%      | 3.32%  |
| 0.125      | 601     | 88.56%      | 3.68%  |
| 0.15       | 519     | 91.74%      | 3.18%  |
| 0.175      | 386     | 94.10%      | 2.36%  |
| 0.2        | 233     | 95.53%      | 1.43%  |
| Diğer      | 730     | 100.00%     | 4.47%  |

**Toplam 16332**

| SLVR 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 281     | 5.24%       | 5.24%  |
| -0.175     | 108     | 7.25%       | 2.01%  |
| -0.15      | 76      | 8.67%       | 1.42%  |
| -0.125     | 44      | 9.49%       | 0.82%  |
| -0.1       | 84      | 11.06%      | 1.57%  |
| -0.075     | 147     | 13.80%      | 2.74%  |
| -0.05      | 524     | 23.56%      | 9.77%  |
| -0.025     | 1038    | 42.92%      | 19.35% |
| 0          | 1033    | 62.17%      | 19.26% |
| 0.025      | 933     | 79.57%      | 17.39% |
| 0.05       | 754     | 93.62%      | 14.06% |
| 0.075      | 272     | 98.70%      | 5.07%  |
| 0.1        | 43      | 99.50%      | 0.80%  |
| 0.125      | 2       | 99.53%      | 0.04%  |
| 0.15       | 3       | 99.59%      | 0.06%  |
| 0.175      | 8       | 99.74%      | 0.15%  |
| 0.2        | 1       | 99.76%      | 0.02%  |
| Diğer      | 13      | 100.00%     | 0.24%  |

**Toplam 5364**

## A-7 TERK Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| TERK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 1           | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.125        | 1           | 0.02%       | 0.01%  |
| -0.1          | 1           | 0.03%       | 0.01%  |
| -0.075        | 5           | 0.08%       | 0.05%  |
| -0.05         | 25          | 0.35%       | 0.26%  |
| -0.025        | 850         | 9.35%       | 9.00%  |
| 0             | 6411        | 77.27%      | 67.91% |
| 0.025         | 2040        | 98.88%      | 21.61% |
| 0.05          | 98          | 99.92%      | 1.04%  |
| 0.075         | 5           | 99.97%      | 0.05%  |
| 0.1           | 3           | 100.00%     | 0.03%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>9440</b> |             |        |

| TERK 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 5            | 0.03%       | 0.03%   |
| -0.1          | 11           | 0.10%       | 0.07%   |
| -0.075        | 7            | 0.14%       | 0.04%   |
| -0.05         | 29           | 0.31%       | 0.17%   |
| -0.025        | 1731         | 10.70%      | 10.39%  |
| 0             | 11587        | 80.22%      | 69.52%  |
| 0.025         | 3142         | 99.08%      | 18.85%  |
| 0.05          | 122          | 99.81%      | 0.73%   |
| 0.075         | 28           | 99.98%      | 0.17%   |
| 0.1           | 0            | 99.98%      | 0.00%   |
| 0.125         | 2            | 99.99%      | 0.01%   |
| 0.15          | 0            | 99.99%      | 0.00%   |
| 0.175         | 1            | 99.99%      | 0.01%   |
| 0.2           | 0            | 99.99%      | 0.00%   |
| Diğer         | 1            | 100.00%     | 0.01%   |
| <b>Toplam</b> | <b>16666</b> |             |         |

| TERK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025        | 579         | 10.59%      | 10.59% |
| 0             | 3856        | 81.14%      | 70.55% |
| 0.025         | 958         | 98.66%      | 17.53% |
| 0.05          | 72          | 99.98%      | 1.32%  |
| 0.075         | 1           | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>5466</b> |             |        |

| TERK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 2           | 0.02%       | 0.02%  |
| -0.075        | 2           | 0.04%       | 0.02%  |
| -0.05         | 4           | 0.08%       | 0.04%  |
| -0.025        | 194         | 2.14%       | 2.06%  |
| 0             | 5154        | 56.74%      | 54.60% |
| 0.025         | 4028        | 99.41%      | 42.67% |
| 0.05          | 55          | 99.99%      | 0.58%  |
| 0.075         | 1           | 100.00%     | 0.01%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>9440</b> |             |        |

| TERK 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15         | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125        | 0            | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1          | 1            | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.075        | 0            | 0.01%       | 0.00%   |
| -0.05         | 5            | 0.04%       | 0.03%   |
| -0.025        | 183          | 1.13%       | 1.10%   |
| 0             | 8838         | 54.16%      | 53.03%  |
| 0.025         | 7523         | 99.30%      | 45.14%  |
| 0.05          | 107          | 99.95%      | 0.64%   |
| 0.075         | 2            | 99.96%      | 0.01%   |
| 0.1           | 4            | 99.98%      | 0.02%   |
| 0.125         | 2            | 99.99%      | 0.01%   |
| 0.15          | 1            | 100.00%     | 0.01%   |
| 0.175         | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2           | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer         | 0            | 100.00%     | 0.00%   |
| <b>Toplam</b> | <b>16666</b> |             |         |

| TERK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075        | 3           | 0.05%       | 0.05%  |
| -0.05         | 5           | 0.15%       | 0.09%  |
| -0.025        | 156         | 3.00%       | 2.85%  |
| 0             | 3369        | 64.64%      | 61.64% |
| 0.025         | 1900        | 99.40%      | 34.76% |
| 0.05          | 33          | 100.00%     | 0.60%  |
| 0.075         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15          | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>5466</b> |             |        |

| TERK 1.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 3           | 0.03%       | 0.03%  |
| -0.15         | 5           | 0.08%       | 0.05%  |
| -0.125        | 22          | 0.32%       | 0.23%  |
| -0.1          | 124         | 1.63%       | 1.31%  |
| -0.075        | 728         | 9.34%       | 7.71%  |
| -0.05         | 2022        | 30.76%      | 21.42% |
| -0.025        | 3113        | 63.74%      | 32.98% |
| 0             | 2343        | 88.56%      | 24.82% |
| 0.025         | 828         | 97.33%      | 8.77%  |
| 0.05          | 217         | 99.63%      | 2.30%  |
| 0.075         | 28          | 99.93%      | 0.30%  |
| 0.1           | 3           | 99.96%      | 0.03%  |
| 0.125         | 0           | 99.96%      | 0.00%  |
| 0.15          | 2           | 99.98%      | 0.02%  |
| 0.175         | 2           | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.2           | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer         | 0           | 100.00%     | 0.00%  |
| <b>Toplam</b> | <b>9440</b> |             |        |

| TERK 2.GÜN    |              |             |         |
|---------------|--------------|-------------|---------|
| Aralık        | Frekans      | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2          | 7            | 0.04%       | 0.04%   |
| -0.175        | 19           | 0.16%       | 0.11%   |
| -0.15         | 33           | 0.35%       | 0.20%   |
| -0.125        | 65           | 0.74%       | 0.39%   |
| -0.1          | 299          | 2.54%       | 1.79%   |
| -0.075        | 1402         | 10.95%      | 8.41%   |
| -0.05         | 4250         | 36.45%      | 25.50%  |
| -0.025        | 6057         | 72.79%      | 36.34%  |
| 0             | 3525         | 93.95%      | 21.15%  |
| 0.025         | 811          | 98.81%      | 4.87%   |
| 0.05          | 165          | 99.80%      | 0.99%   |
| 0.075         | 23           | 99.94%      | 0.14%   |
| 0.1           | 1            | 99.95%      | 0.01%   |
| 0.125         | 0            | 99.95%      | 0.00%   |
| 0.15          | 1            | 99.95%      | 0.01%   |
| 0.175         | 2            | 99.96%      | 0.01%   |
| 0.2           | 0            | 99.96%      | 0.00%   |
| Diğer         | 6            | 100.00%     | 0.04%   |
| <b>Toplam</b> | <b>16666</b> |             |         |

| TERK 3.GÜN    |             |             |        |
|---------------|-------------|-------------|--------|
| Aralık        | Frekans     | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2          | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175        | 0           | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15         | 39          | 0.71%       | 0.71%  |
| -0.125        | 66          | 1.92%       | 1.21%  |
| -0.1          | 146         | 4.59%       | 2.67%  |
| -0.075        | 406         | 12.02%      | 7.43%  |
| -0.05         | 1259        | 35.05%      | 23.03% |
| -0.025        | 1953        | 70.78%      | 35.73% |
| 0             | 1222        | 93.14%      | 22.36% |
| 0.025         | 309         | 98.79%      | 5.65%  |
| 0.05          | 43          | 99.58%      | 0.79%  |
| 0.075         | 15          | 99.85%      | 0.27%  |
| 0.1           | 4           | 99.93%      | 0.07%  |
| 0.125         | 1           | 99.95%      | 0.02%  |
| 0.15          | 1           | 99.96%      | 0.02%  |
| 0.175         | 1           | 99.98%      | 0.02%  |
| 0.2           | 0           | 99.98%      | 0.00%  |
| Diğer         | 1           | 100.00%     | 0.02%  |
| <b>Toplam</b> | <b>5466</b> |             |        |

## A-8 TUBİ Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| TUBİ 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 142     | 1.65%       | 1.65%  |
| -0.05      | 521     | 7.69%       | 6.04%  |
| -0.025     | 1808    | 28.65%      | 20.96% |
| 0          | 4878    | 85.20%      | 56.55% |
| 0.025      | 1238    | 99.55%      | 14.35% |
| 0.05       | 39      | 100.00%     | 0.45%  |
| 0.075      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.1        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 8626**

| TUBİ 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 3       | 0.02%       | 0.02%   |
| -0.1       | 126     | 0.82%       | 0.80%   |
| -0.075     | 329     | 2.91%       | 2.09%   |
| -0.05      | 1205    | 10.57%      | 7.66%   |
| -0.025     | 5294    | 44.23%      | 33.66%  |
| 0          | 7211    | 90.07%      | 45.84%  |
| 0.025      | 1456    | 99.33%      | 9.26%   |
| 0.05       | 68      | 99.76%      | 0.43%   |
| 0.075      | 15      | 99.85%      | 0.10%   |
| 0.1        | 22      | 99.99%      | 0.14%   |
| 0.125      | 1       | 100.00%     | 0.01%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

**Toplam 15730**

| TUBİ 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 1       | 0.02%       | 0.02%  |
| -0.05      | 38      | 0.84%       | 0.81%  |
| -0.025     | 1266    | 27.95%      | 27.12% |
| 0          | 2833    | 88.63%      | 60.68% |
| 0.025      | 500     | 99.34%      | 10.71% |
| 0.05       | 23      | 99.83%      | 0.49%  |
| 0.075      | 7       | 99.98%      | 0.15%  |
| 0.1        | 1       | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 4669**

| TUBİ 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025     | 554     | 6.42%       | 6.42%  |
| 0          | 4848    | 62.62%      | 56.20% |
| 0.025      | 2671    | 93.59%      | 30.96% |
| 0.05       | 385     | 98.05%      | 4.46%  |
| 0.075      | 161     | 99.92%      | 1.87%  |
| 0.1        | 7       | 100.00%     | 0.08%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 8626**

| TUBİ 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 6       | 0.04%       | 0.04%   |
| -0.1       | 198     | 1.30%       | 1.26%   |
| -0.075     | 353     | 3.54%       | 2.24%   |
| -0.05      | 50      | 3.86%       | 0.32%   |
| -0.025     | 527     | 7.21%       | 3.35%   |
| 0          | 7942    | 57.70%      | 50.49%  |
| 0.025      | 5653    | 93.64%      | 35.94%  |
| 0.05       | 112     | 94.35%      | 0.71%   |
| 0.075      | 207     | 95.66%      | 1.32%   |
| 0.1        | 521     | 98.98%      | 3.31%   |
| 0.125      | 161     | 100.00%     | 1.02%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

**Toplam 15730**

| TUBİ 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05      | 17      | 0.36%       | 0.36%  |
| -0.025     | 299     | 6.77%       | 6.40%  |
| 0          | 2994    | 70.89%      | 64.13% |
| 0.025      | 1306    | 98.86%      | 27.97% |
| 0.05       | 38      | 99.68%      | 0.81%  |
| 0.075      | 10      | 99.89%      | 0.21%  |
| 0.1        | 5       | 100.00%     | 0.11%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 4669**

| TUBİ 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 81      | 0.94%       | 0.94%  |
| -0.075     | 1705    | 20.70%      | 19.77% |
| -0.05      | 2826    | 53.47%      | 32.76% |
| -0.025     | 1863    | 75.06%      | 21.60% |
| 0          | 901     | 85.51%      | 10.45% |
| 0.025      | 504     | 91.35%      | 5.84%  |
| 0.05       | 281     | 94.61%      | 3.26%  |
| 0.075      | 183     | 96.73%      | 2.12%  |
| 0.1        | 102     | 97.91%      | 1.18%  |
| 0.125      | 71      | 98.74%      | 0.82%  |
| 0.15       | 84      | 99.71%      | 0.97%  |
| 0.175      | 25      | 100.00%     | 0.29%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 8626**

| TUBİ 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 79      | 0.50%       | 0.50%   |
| -0.1       | 444     | 3.32%       | 2.82%   |
| -0.075     | 1357    | 11.95%      | 8.63%   |
| -0.05      | 3345    | 33.22%      | 21.27%  |
| -0.025     | 4227    | 60.09%      | 26.87%  |
| 0          | 2950    | 78.84%      | 18.75%  |
| 0.025      | 1628    | 89.19%      | 10.35%  |
| 0.05       | 787     | 94.20%      | 5.00%   |
| 0.075      | 428     | 96.92%      | 2.72%   |
| 0.1        | 139     | 97.80%      | 0.88%   |
| 0.125      | 146     | 98.73%      | 0.93%   |
| 0.15       | 145     | 99.65%      | 0.92%   |
| 0.175      | 32      | 99.85%      | 0.20%   |
| 0.2        | 7       | 99.90%      | 0.04%   |
| Diğer      | 16      | 100.00%     | 0.10%   |

**Toplam 15730**

| TUBİ 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 5       | 0.11%       | 0.11%  |
| -0.1       | 103     | 2.31%       | 2.21%  |
| -0.075     | 284     | 8.40%       | 6.08%  |
| -0.05      | 605     | 21.35%      | 12.96% |
| -0.025     | 1266    | 48.47%      | 27.12% |
| 0          | 1365    | 77.70%      | 29.24% |
| 0.025      | 701     | 92.72%      | 15.01% |
| 0.05       | 268     | 98.46%      | 5.74%  |
| 0.075      | 56      | 99.66%      | 1.20%  |
| 0.1        | 8       | 99.83%      | 0.17%  |
| 0.125      | 6       | 99.96%      | 0.13%  |
| 0.15       | 2       | 100.00%     | 0.04%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 4669**

## A-9 TUZL Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| TUZL 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 1       | 0.01%       | 0.01%  |
| -0.125     | 0       | 0.01%       | 0.00%  |
| -0.1       | 1       | 0.02%       | 0.01%  |
| -0.075     | 3       | 0.05%       | 0.03%  |
| -0.05      | 12      | 0.18%       | 0.13%  |
| -0.025     | 37      | 0.58%       | 0.40%  |
| 0          | 336     | 4.22%       | 3.63%  |
| 0.025      | 4256    | 50.23%      | 46.01% |
| 0.05       | 4205    | 95.69%      | 45.46% |
| 0.075      | 377     | 99.76%      | 4.08%  |
| 0.1        | 15      | 99.92%      | 0.16%  |
| 0.125      | 6       | 99.99%      | 0.06%  |
| 0.15       | 1       | 100.00%     | 0.01%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

Toplam 9250

| TUZL 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 4       | 0.03%       | 0.03%   |
| -0.15      | 17      | 0.13%       | 0.11%   |
| -0.125     | 80      | 0.64%       | 0.51%   |
| -0.1       | 150     | 1.60%       | 0.96%   |
| -0.075     | 170     | 2.69%       | 1.09%   |
| -0.05      | 154     | 3.67%       | 0.98%   |
| -0.025     | 147     | 4.61%       | 0.94%   |
| 0          | 634     | 8.66%       | 4.05%   |
| 0.025      | 7715    | 57.91%      | 49.25%  |
| 0.05       | 5783    | 94.82%      | 36.92%  |
| 0.075      | 741     | 99.55%      | 4.73%   |
| 0.1        | 64      | 99.96%      | 0.41%   |
| 0.125      | 6       | 100.00%     | 0.04%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

Toplam 15665

| TUZL 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 17      | 0.31%       | 0.31%  |
| -0.075     | 6       | 0.42%       | 0.11%  |
| -0.05      | 1       | 0.44%       | 0.02%  |
| -0.025     | 0       | 0.44%       | 0.00%  |
| 0          | 162     | 3.42%       | 2.98%  |
| 0.025      | 3395    | 65.94%      | 62.51% |
| 0.05       | 1670    | 96.69%      | 30.75% |
| 0.075      | 177     | 99.94%      | 3.26%  |
| 0.1        | 2       | 99.98%      | 0.04%  |
| 0.125      | 1       | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

Toplam 5431

| TUZL 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.05      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.025     | 63      | 0.68%       | 0.68%  |
| 0          | 2654    | 29.37%      | 28.69% |
| 0.025      | 6329    | 97.79%      | 68.42% |
| 0.05       | 195     | 99.90%      | 2.11%  |
| 0.075      | 3       | 99.94%      | 0.03%  |
| 0.1        | 1       | 99.95%      | 0.01%  |
| 0.125      | 1       | 99.96%      | 0.01%  |
| 0.15       | 0       | 99.96%      | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 99.96%      | 0.00%  |
| 0.2        | 2       | 99.98%      | 0.02%  |
| Diğer      | 2       | 100.00%     | 0.02%  |

Toplam 9250

| TUZL 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 76      | 0.49%       | 0.49%   |
| -0.1       | 366     | 2.82%       | 2.34%   |
| -0.075     | 21      | 2.96%       | 0.13%   |
| -0.05      | 35      | 3.18%       | 0.22%   |
| -0.025     | 226     | 4.62%       | 1.44%   |
| 0          | 5178    | 37.68%      | 33.05%  |
| 0.025      | 9152    | 96.10%      | 58.42%  |
| 0.05       | 591     | 99.87%      | 3.77%   |
| 0.075      | 13      | 99.96%      | 0.08%   |
| 0.1        | 6       | 99.99%      | 0.04%   |
| 0.125      | 1       | 100.00%     | 0.01%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

Toplam 15665

| TUZL 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 10      | 0.18%       | 0.18%  |
| -0.05      | 1       | 0.20%       | 0.02%  |
| -0.025     | 45      | 1.03%       | 0.83%  |
| 0          | 2031    | 38.43%      | 37.40% |
| 0.025      | 3214    | 97.61%      | 59.18% |
| 0.05       | 129     | 99.98%      | 2.38%  |
| 0.075      | 1       | 100.00%     | 0.02%  |
| 0.1        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

Toplam 5431

| TUZL 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 36      | 0.39%       | 0.39%  |
| -0.125     | 44      | 0.86%       | 0.48%  |
| -0.1       | 54      | 1.45%       | 0.58%  |
| -0.075     | 263     | 4.29%       | 2.84%  |
| -0.05      | 1066    | 15.82%      | 11.52% |
| -0.025     | 2270    | 40.36%      | 24.54% |
| 0          | 2267    | 64.86%      | 24.51% |
| 0.025      | 1896    | 85.36%      | 20.50% |
| 0.05       | 958     | 95.72%      | 10.36% |
| 0.075      | 333     | 99.32%      | 3.60%  |
| 0.1        | 49      | 99.85%      | 0.53%  |
| 0.125      | 8       | 99.94%      | 0.09%  |
| 0.15       | 0       | 99.94%      | 0.00%  |
| 0.175      | 1       | 99.95%      | 0.01%  |
| 0.2        | 1       | 99.96%      | 0.01%  |
| Diğer      | 4       | 100.00%     | 0.04%  |

Toplam 9250

| TUZL 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 84      | 0.54%       | 0.54%   |
| -0.175     | 25      | 0.70%       | 0.16%   |
| -0.15      | 42      | 0.96%       | 0.27%   |
| -0.125     | 76      | 1.45%       | 0.49%   |
| -0.1       | 150     | 2.41%       | 0.96%   |
| -0.075     | 441     | 5.22%       | 2.82%   |
| -0.05      | 1426    | 14.32%      | 9.10%   |
| -0.025     | 3482    | 36.55%      | 22.23%  |
| 0          | 4952    | 68.16%      | 31.61%  |
| 0.025      | 2957    | 87.04%      | 18.88%  |
| 0.05       | 1215    | 94.80%      | 7.76%   |
| 0.075      | 347     | 97.01%      | 2.22%   |
| 0.1        | 176     | 98.14%      | 1.12%   |
| 0.125      | 161     | 99.16%      | 1.03%   |
| 0.15       | 69      | 99.60%      | 0.44%   |
| 0.175      | 33      | 99.81%      | 0.21%   |
| 0.2        | 21      | 99.95%      | 0.13%   |
| Diğer      | 8       | 100.00%     | 0.05%   |

Toplam 15665

| TUZL 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 12      | 0.22%       | 0.22%  |
| -0.125     | 14      | 0.48%       | 0.26%  |
| -0.1       | 24      | 0.92%       | 0.44%  |
| -0.075     | 88      | 2.54%       | 1.62%  |
| -0.05      | 431     | 10.48%      | 7.94%  |
| -0.025     | 969     | 28.32%      | 17.84% |
| 0          | 1642    | 58.55%      | 30.23% |
| 0.025      | 1368    | 83.74%      | 25.19% |
| 0.05       | 593     | 94.66%      | 10.92% |
| 0.075      | 223     | 98.77%      | 4.11%  |
| 0.1        | 64      | 99.94%      | 1.18%  |
| 0.125      | 2       | 99.98%      | 0.04%  |
| 0.15       | 0       | 99.98%      | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 99.98%      | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 99.98%      | 0.00%  |
| Diğer      | 1       | 100.00%     | 0.02%  |

Toplam 5431

## A-10 YALI Noktasının 3 günlük kümülatif değerleri ( $\Delta N$ , $\Delta E$ , $\Delta N$ )

| YALI 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 2       | 0.02%       | 0.02%  |
| -0.125     | 1       | 0.03%       | 0.01%  |
| -0.1       | 3       | 0.07%       | 0.03%  |
| -0.075     | 6       | 0.13%       | 0.07%  |
| -0.05      | 53      | 0.72%       | 0.59%  |
| -0.025     | 890     | 10.55%      | 9.83%  |
| 0          | 5734    | 73.91%      | 63.36% |
| 0.025      | 2131    | 97.46%      | 23.55% |
| 0.05       | 167     | 99.30%      | 1.85%  |
| 0.075      | 35      | 99.69%      | 0.39%  |
| 0.1        | 17      | 99.88%      | 0.19%  |
| 0.125      | 10      | 99.99%      | 0.11%  |
| 0.15       | 1       | 100.00%     | 0.01%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 9050**

| YALI 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.075     | 2       | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.05      | 54      | 0.33%       | 0.31%   |
| -0.025     | 2339    | 13.95%      | 13.63%  |
| 0          | 11592   | 81.49%      | 67.54%  |
| 0.025      | 3012    | 99.04%      | 17.55%  |
| 0.05       | 161     | 99.98%      | 0.94%   |
| 0.075      | 3       | 99.99%      | 0.02%   |
| 0.1        | 0       | 99.99%      | 0.00%   |
| 0.125      | 1       | 100.00%     | 0.01%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

**Toplam 17164**

| YALI 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.075     | 1       | 0.02%       | 0.02%  |
| -0.05      | 14      | 0.28%       | 0.26%  |
| -0.025     | 911     | 17.16%      | 16.89% |
| 0          | 3771    | 87.06%      | 69.90% |
| 0.025      | 582     | 97.85%      | 10.79% |
| 0.05       | 24      | 98.29%      | 0.44%  |
| 0.075      | 5       | 98.39%      | 0.09%  |
| 0.1        | 52      | 99.35%      | 0.96%  |
| 0.125      | 35      | 100.00%     | 0.65%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 5395**

| YALI 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 2       | 0.02%       | 0.02%  |
| -0.075     | 2       | 0.04%       | 0.02%  |
| -0.05      | 5       | 0.10%       | 0.06%  |
| -0.025     | 10      | 0.21%       | 0.11%  |
| 0          | 1310    | 14.69%      | 14.48% |
| 0.025      | 7103    | 93.17%      | 78.49% |
| 0.05       | 586     | 99.65%      | 6.48%  |
| 0.075      | 26      | 99.93%      | 0.29%  |
| 0.1        | 6       | 100.00%     | 0.07%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 9050**

| YALI 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.1       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.075     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.05      | 1       | 0.01%       | 0.01%   |
| -0.025     | 20      | 0.12%       | 0.12%   |
| 0          | 1595    | 9.42%       | 9.29%   |
| 0.025      | 13483   | 87.97%      | 78.55%  |
| 0.05       | 2051    | 99.92%      | 11.95%  |
| 0.075      | 14      | 100.00%     | 0.08%   |
| 0.1        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

**Toplam 17164**

| YALI 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 89      | 1.65%       | 1.65%  |
| -0.125     | 2       | 1.69%       | 0.04%  |
| -0.1       | 0       | 1.69%       | 0.00%  |
| -0.075     | 1       | 1.71%       | 0.02%  |
| -0.05      | 0       | 1.71%       | 0.00%  |
| -0.025     | 4       | 1.78%       | 0.07%  |
| 0          | 589     | 12.70%      | 10.92% |
| 0.025      | 4135    | 89.34%      | 76.65% |
| 0.05       | 570     | 99.91%      | 10.57% |
| 0.075      | 5       | 100.00%     | 0.09%  |
| 0.1        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.125      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%  |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%  |

**Toplam 5395**

| YALI 1.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 13      | 0.14%       | 0.14%  |
| -0.075     | 203     | 2.39%       | 2.24%  |
| -0.05      | 900     | 12.33%      | 9.94%  |
| -0.025     | 2290    | 37.64%      | 25.30% |
| 0          | 2846    | 69.08%      | 31.45% |
| 0.025      | 1668    | 87.51%      | 18.43% |
| 0.05       | 670     | 94.92%      | 7.40%  |
| 0.075      | 247     | 97.65%      | 2.73%  |
| 0.1        | 119     | 98.96%      | 1.31%  |
| 0.125      | 55      | 99.57%      | 0.61%  |
| 0.15       | 17      | 99.76%      | 0.19%  |
| 0.175      | 12      | 99.89%      | 0.13%  |
| 0.2        | 3       | 99.92%      | 0.03%  |
| Diğer      | 7       | 100.00%     | 0.08%  |

**Toplam 9050**

| YALI 2.GÜN |         |             |         |
|------------|---------|-------------|---------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde % |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%   |
| -0.15      | 9       | 0.05%       | 0.05%   |
| -0.125     | 45      | 0.31%       | 0.26%   |
| -0.1       | 142     | 1.14%       | 0.83%   |
| -0.075     | 828     | 5.97%       | 4.82%   |
| -0.05      | 2881    | 22.75%      | 16.79%  |
| -0.025     | 5157    | 52.80%      | 30.05%  |
| 0          | 5031    | 82.11%      | 29.31%  |
| 0.025      | 2225    | 95.07%      | 12.96%  |
| 0.05       | 582     | 98.46%      | 3.39%   |
| 0.075      | 203     | 99.64%      | 1.18%   |
| 0.1        | 57      | 99.98%      | 0.33%   |
| 0.125      | 4       | 100.00%     | 0.02%   |
| 0.15       | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.175      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| 0.2        | 0       | 100.00%     | 0.00%   |
| Diğer      | 0       | 100.00%     | 0.00%   |

**Toplam 17164**

| YALI 3.GÜN |         |             |        |
|------------|---------|-------------|--------|
| Aralık     | Frekans | Kümülatif % | Yüzde% |
| -0.2       | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.175     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.15      | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.125     | 0       | 0.00%       | 0.00%  |
| -0.1       | 5       | 0.09%       | 0.09%  |
| -0.075     | 52      | 1.06%       | 0.96%  |
| -0.05      | 192     | 4.62%       | 3.56%  |
| -0.025     | 924     | 21.74%      | 17.13% |
| 0          | 1842    | 55.89%      | 34.14% |
| 0.025      | 1606    | 85.65%      | 29.77% |
| 0.05       | 539     | 95.64%      | 9.99%  |
| 0.075      | 113     | 97.74%      | 2.09%  |
| 0.1        | 19      | 98.09%      | 0.35%  |
| 0.125      | 11      | 98.29%      | 0.20%  |
| 0.15       | 25      | 98.76%      | 0.46%  |
| 0.175      | 36      | 99.43%      | 0.67%  |
| 0.2        | 18      | 99.76%      | 0.33%  |
| Diğer      | 13      | 100.00%     | 0.24%  |

**Toplam 5395**

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Mahmut Oğuz SELBESOĞLU  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 12.10.1984 / İstanbul  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**E-posta** : oguzselbesoglu@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

| Derece    | Alan        | Okul/Üniversite | Mezuniyet Yılı    |
|-----------|-------------|-----------------|-------------------|
| Y. Lisans | Harita Müh. | YTÜ             | 2008-Devam ediyor |
| Lisans    | Harita Müh. | YTÜ             | 2008              |
| Lise      | Fen         | Beşiktaş Lisesi | 2003              |

## İŞ TECRÜBESİ

| Yıl  | Firma/Kurum                            | Görevi                         |
|------|----------------------------------------|--------------------------------|
| 2011 | YTÜ                                    | Arş.Gör.                       |
| 2010 | Paksoy Teknik Hizmetler Ltd. Şti.      | Ölçüm aletleri eğitmeni        |
| 2008 | Bimtaş                                 | Lazer Tarayıcı Ekibi (stajyer) |
| 2007 | Gama-Nurol Adi Ortaklığı Marmaray BC-1 | Stajyer                        |
| 2006 | Gama-Nurol Adi Ortaklığı Marmaray BC-1 | Stajyer                        |

## YAYINLARI

### Bildiri

1. Meltem Vatan, M. Oğuz Selbesoğlu, Bülent Bayram, "**The use of 3D laser scanning technology in preservation of historical structures**", 13th Scientific-Technical Conference, REMO 2009, Journal of The Association of Monument Conservations, ISSN: 0860-2395 p.659-669, Wroclaw, Poland, 2-4 December, 2009.

## ÖDÜLLERİ

Yıldız Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü 2007-2008 Eğitim Öğretim Yılı Bölüm 2.si.