



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



**CORS-TR İSTASYONLARININ 3 BOYUTLU**  
**TEKTONİK HIZLARININ DOĞRULUK**  
**ANALİZİ**

**Ahmet Doğan DOĞRULUK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Şubat-2020**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet Doğan DOĞRULUK tarafından hazırlanan ‘‘CORS-TR İstasyonlarının 3 Boyutlu Tektonik Hızlarının Doğruluk Analizi’’ adlı tez çalışması 07/02/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Doç. Dr. Tamer BAYBURA

#### Danışman

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi S. Sermet Öğütçü

### İmza



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

Ahmet Doğan DOĞRULUK

Tarih: 07.02.2020

## ÖZET

# YÜKSEK LİSANS TEZİ CORS-TR İSTASYONLARININ 3 BOYUTLU TEKTONİK HIZLARININ DOĞRULUK ANALİZİ

**Ahmet Doğan DOĞRULUK**

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

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

**2020, xv+134 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
Doç. Dr. Tamer BAYBURA  
Dr. Öğr. Üyesi S. Sermet ÖĞÜTÇÜ**

Uydu teknolojisinin gelişimi ile birlikte günümüzde uydularla konum belirleme sistemleri ve hassas nokta konumlama tekniği dikkat çekici bir konu haline gelmiştir. Tek bir GNSS alıcısının kullanıldığı PPP tekniğinde, uydu ve saat düzeltmelerinin kullanımıyla yüksek konum doğruluklarına ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada tektonik açıdan büyük risk taşıyan ülkemizde, çevrimiçi olarak kullanılabilen CSRS-PPP servisi kullanılarak, istasyon konum sapmaları, istasyon hız analizleri ve oluşan sapmaların depremlerle ilgisi araştırılmıştır.

TKGM tarafından yayınlanan 24 saatlik uydu gözlem verileri ayrıştırılıp değerlendirildikten sonra 141 istasyon için konum sapmaları hesaplanmıştır. Bölgesel incelemeler yapılarak, istasyonların ortak bir merkeze doğru hareket etmediği, sapma yönlerinin bölgesel olmadığı, sapma şiddetlerinin benzerlik gösterebildiği ve fay hatlarına yakın istasyonlarda genellikle daha şiddetli sapmalar oluştuğu ortaya konulmuştur.

141 CORS-TR istasyonunda 18'i yatayda ve 17'si düşey konumda olmak üzere 35 istasyon için diğer istasyonlara göre daha fazla konum sapmaları tespit edilmiştir. Yatay yönlü maksimum konum sapması 5.14 cm ile HAT1 ve düşey yönlü maksimum konum sapması ise -19.1 cm ile çökme yönünde KNY1 istasyonunda meydana gelmiştir.

Konum sapması fazla olan 11 istasyon için geçmişe yönelik tekrarlı değerlendirilmeler yapılarak, KNY1, EDİR, MUR1, MUUS, SALH ve SEMD gibi istasyonlarda oluşan ve düzenli şekilde artan konum sapmaları tespit edilmiştir. Ayrıca EDİR, HAT1, DEİR, MUR1, SALH, SEMD, TUF1, YENC gibi istasyonlarda ise geçmiş zamanda oluşan bir etkiden dolayı oluşan konum sapmalarının devam ettiği görülmüştür. Ölçü tarihlerinde oluşan 4 ve üzeri şiddetli depremlerle konum sapması fazla olan istasyonlar karşılaştırıldığında ise EDİR ve KNY1 istasyonlarında deprem dışında lokal bir etkiden dolayı, DEİR, YENC, DATC, HAT1, SALH, MUR1, MUUS ve SEMD istasyonlarında ise depremlerin konum sapmalarına yol açtığı ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** CORS-TR, CSRS-PPP, Fay, GNSS, PPP, Tektonik

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

## **ACCURACY ANALYSIS OF 3-DIMENSIONAL TECTONIC SPEED OF CORS-TR STATIONS**

**Ahmet Doğan DOĞRULUK**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN GEOMATICS ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr. İbrahim KALAYCI**

**2020, xv+134 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
Assoc. Prof. Dr. Tamer BAYBURA  
Asst. Prof. Dr. S. Sermet ÖĞÜTÇÜ**

Positional systems through satellites and precise point positioning technique have become a remarkable issue with the development of satellite technology. In the PPP technique utilizing a single GNSS receiver, high position accuracy can be achieved by using satellite and clock corrections. This research explored station position deviations, station speed analyzes and the relation of deviations with earthquakes by means of CSRS-PPP service which can be used online in our country that has a great risk in terms of tectonics.

After separating and evaluating the 24-hour satellite observation data published by TKGM, location deviations were calculated for 141 stations. Regional survey revealed that the stations did not move to a common centre, the deviation directions were non-regional, the deviation intensities might be similar, and more severe deviations generally occurred in the stations akin to the fault lines.

141 CORS-TR stations were identified to have more position deviations for 35 stations, 18 of them were horizontal and 17 of which were vertical compared to the other stations. The maximum horizontal deviation occurred in HAT1 station with 5.11 cm, while the maximum vertical deviation emerged in KNY1 station and collapse direction with -19.1 cm.

Repeated evaluations were made for 11 stations whose position deviations were high; moreover, the constantly increasing position deviations were detected in stations such as KNY1, EDIR, MUR1, MUUS, SALH and SEMD. Besides, the position deviations continue in stations such as EDIR, HAT1, DEIR, MUR1, SALH, SEMD, TUF1, YENC due to the effect experienced in the past. When 4 and more severe earthquakes occurring in measurement dates were overlapped with the stations having so many deviations, local effect except for earthquakes was found to result in position deviations in EDIR ve KNY1stations; whereas, earthquakes caused position deviations in DEIR, YENC, DATC, HAT1, SALH, MUR1, MUUS and SEMD stations.

**Keywords:** CORS-TR, CSRS-PPP, Fault line, GNSS, PPP, Tectonic

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Türkiye ve KKTC’de bulunan, çok çeşitli ölçme uygulamaları başta olmak üzere tektonik hareketliliklerin de belirlenmesinde büyük rol oynayan ve sürekli olarak gözlem yapan CORS-TR istasyonlarının tektonik hızları, yatay ve düşey boyuttaki konum sapmaları, depremsellikten dolayı oluşan değişiklikler araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim süresince benden hiçbir desteğini esirgemeyen, her türlü sorunumu ivedilik ile çözen, engin mesleki tecrübesi ile bana yol gösteren çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. İbrahim KALAYCI’ ya teşekkürlerimi ve saygımı sunarım.

Tez yazım süresince bilgi ve birikimlerine sürekli olarak başvurduğum ve hiçbir zaman desteğini üzerimden çekmeyen Dr. Öğr. Üyesi Salih Sermet ÖĞÜTÇÜ’ ye içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde sürekli yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini asla benden esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ahmet Doğan DOĞRULUK  
KONYA-2020

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>x</b>
<b>ÇİZELGE LİSTESİ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemin Tanımlanması .....	1
1.2. Kaynak Araştırması .....	2
1.3. Tezin Amacı.....	4
1.4. Tezin Önemi .....	5
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>6</b>
<b>3. TEKTONİK HAREKETLER VE HIZ HESABI .....</b>	<b>8</b>
3.1. Tektonik Hareketler .....	9
3.1.1. Levhaların Birbirine Doğru Yakınlaşma Hareketi.....	9
3.1.2. Levhaların Birbirlerine Göre Uzaklaşma Hareketi .....	10
3.1.3. Levhaların Birbirine Göre Yanal Hareketi .....	11
3.2. Türkiye İçin Tektonik Yapı .....	11
3.3. Tektonik Hareketlerin Saptanmasında Kullanılan Jeodezik Sistemler .....	12
3.3.1. VLBI .....	13
3.3.2. SLR .....	14
3.3.3. GNSS .....	15
3.3.4. GNSS Konum Belirleme Yöntemleri .....	17
3.4. Tektonik Hızların Hesaplanması .....	19
3.4.1. GNSS Gözlem Verileri İle Hızların Hesaplanması .....	19
3.5. Tektonik Hızlarla Koordinatların Hesaplanması .....	21
<b>4. CORS-TR VE PPP TEKNİĞİ .....</b>	<b>23</b>
4.1. CORS-TR Projesi .....	23
4.1.1. CORS-TR Projesinin Amacı.....	23
4.1.2. CORS-TR Projesinin Kapsamı .....	24
4.1.3. Benchmark (BM) Testleri ve CORS-TR Projesinin Tasarımı.....	25
4.1.4. CORS Sistemleri ve Çalışma Prensipleri.....	26
4.1.5. Aktif CORS Modellemelerinde Kullanılan Düzeltme Teknikleri .....	27

4.1.6. Ulusal CORS Ağı.....	30
4.1.7. Ulusal Datum Dönüşümü.....	31
4.1.8. CORS-TR Projesinin Ekonomik Katkıları .....	31
4.1.9. Dünyadaki Diğer CORS Sistemleri .....	32
4.2. PPP TEKNİĞİ.....	34
4.2.1. PPP Tekniğinin Tanımı ve Gelişimi .....	34
4.2.2. PPP Tekniğinin Bileşenleri .....	35
4.2.3. PPP Tekniğinin Matematiksel Modeli .....	36
4.2.4. PPP İçin Tamsayı Belirsizliğinin Çözümü .....	37
4.2.5. PPP Tekniği Çözümleri ve Hesaplamaları.....	38
4.2.6. PPP Algoritmaları İçin Geliştirilen Yazılımlar.....	38
<b>5. UYGULAMA .....</b>	<b>40</b>
5.1. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Verilerin Toplanması .....	40
5.2. CSRS-PPP Servisi.....	40
5.3. Koordinatların Dönüştürülmesi ve Ötelenmesi .....	41
5.4. Koordinat Farklarının Hesaplanması ve Dönüştürülmesi.....	42
5.5. Türkiye ve KKTC İçin Genel İstasyon Konum Sapmaları ve Analizleri .....	44
5.6. Türkiye ve KKTC İçin Bölgesel Konum Sapmaları ve Analizleri.....	50
5.6.1. Bölge-1 Yatay Konum Sapma Analizi .....	51
5.6.2. Bölge-1 Düşey Konum Sapma Analizi.....	53
5.6.3. Bölge-2 Yatay Konum Sapma Analizi .....	55
5.6.4. Bölge-2 Düşey Konum Sapma Analizi.....	57
5.6.5. Bölge-3 Yatay Konum Sapma Analizi .....	59
5.6.6. Bölge-3 Düşey Konum Sapma Analizi.....	61
5.6.7. Bölge-4 Yatay Konum Sapma Analizi .....	63
5.6.8. Bölge-4 Düşey Konum Sapma Analizi.....	65
5.6.9. Bölge-5 Yatay Konum Sapma Analizi .....	67
5.6.10. Bölge-5 Düşey Konum Sapma Analizi.....	69
5.6.11. Bölge-6 Yatay Konum Sapma Analizi .....	71
5.6.12. Bölge-6 Düşey Konum Sapma Analizi.....	73
5.6.13. Bölge-7 Yatay Konum Sapma Analizi .....	75
5.6.14. Bölge-7 Düşey Konum Sapma Analizi.....	77
5.6.15. Bölge-8 Yatay Konum Sapma Analizi .....	79
5.6.16. Bölge-8 Düşey Konum Sapma Analizi.....	81
5.6.17. Bölge-9 Yatay Konum Sapma Analizi .....	83
5.6.18. Bölge-9 Düşey Konum Sapma Analizi.....	85
5.6.19. Bölge-10 Yatay Konum Sapma Analizi .....	87
5.6.20. Bölge-10 Düşey Konum Sapma Analizi.....	89
5.6.21. Bölge-11 Yatay Konum Sapma Analizi .....	91
5.6.22. Bölge-11 Düşey Konum Sapma Analizi.....	93
5.6.23. Bölge-12 Yatay Konum Sapma Analizi .....	95
5.6.24. Bölge-12 Düşey Konum Sapma Analizi.....	97
5.6.25. Bölge-13 Yatay Konum Sapma Analizi .....	99
5.6.26. Bölge-13 Düşey Konum Sapma Analizi.....	101
5.7. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Tespit Edilmesi.....	102
5.8. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Geçmişe Yönelik Değerlendirilmesi .....	103
5.9. Yıllık ve Altı Aylık Periyotlarla Sapma Miktarlarının Görselleştirilmesi.....	104

5.9.1. DATC İstasyonu .....	105
5.9.2. DEIR İstasyonu.....	106
5.9.3. EDİR İstasyonu.....	107
5.9.4. HAT1 İstasyonu.....	108
5.9.5. KNY1 İstasyonu .....	109
5.9.6. MUR1 İstasyonu .....	110
5.9.7. MUUS İstasyonu.....	111
5.9.8. SALH İstasyonu.....	112
5.9.9. SEMD İstasyonu .....	113
5.9.10. TUF1 İstasyonu.....	114
5.9.11 YENC İstasyonu .....	115
5.10. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Depremlerle İlişkisi.....	116
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>118</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>120</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>125</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>134</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

km	: kilometre
m	: metre
cm	: santimetre
dm	: desimetre
mm	: milimetre
$\Phi$	: enlem
$\lambda$	: boylam
h	: yükseklik
°	: derece
'	: dakika
"	: saniye
$V_X$	: X boyutu için doğrusal hız
$V_Y$	: Y boyutu için doğrusal hız
$V_Z$	: Z boyutu için doğrusal hız
$t_1$	: ölçünün yapıldığı 1. zaman
$t_2$	: ölçünün yapıldığı 2. zaman
$X(t_1)$	: ölçünün yapıldığı 1. zamana ait X koordinat değeri
$X(t_2)$	: ölçünün yapıldığı 2. zamana ait X koordinat değeri
$Y(t_1)$	: ölçünün yapıldığı 1. zamana ait Y koordinat değeri
$Y(t_2)$	: ölçünün yapıldığı 2. zamana ait Y koordinat değeri
$Z(t_1)$	: ölçünün yapıldığı 1. zamana ait Z koordinat değeri
$Z(t_2)$	: ölçünün yapıldığı 2. zamana ait Z koordinat değeri
GG	: ölçü zamanının yıl içerisindeki gün sayısı
GA	: geçmiş ayların günleri toplamı
İA	: ölçünün yapıldığı ayın günü
T	: ölçü zamanına ait ondalıklı yıl değeri
YY	: ölçü zamanının yılı
$\Delta X$	: yatay yönlü sapma miktarı
A	: azimut açısı
N	: dönüşüm sonucu hesaplanan north vektörü değeri
E	: dönüşüm sonucu hesaplanan east vektörü değeri

### Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADSL	: Asymmetric Digital Subscriber Line
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AM	: Amplitude Modulation
APPS	: Automatic Precise Positioning Service
AUSPOS	: Online GPS Processing Service
BBK	: Bitlis Bindirme Kuşağı
BKG	: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BM	: Benchmark Test
C/A	: Coarse/Acquisition Code
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri

CNES	: Centre National d'Etudes Spatiales
CODE	: Center for Orbit Determination in Europe
CORS	: Continuously Operating Reference Station
CSRS	: Canadian Spatial Reference System
CSRS-PPP	: Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
DGNSS	: Diferansiyel GNSS
ED50	: European Datum 1950
EDGE	: Enhanced Data Rates For GSM Evolution
EGS	: Ege Graben Sistemi
EPS	: Essensium Positioning System
ESA	: European Space Agency
EUREF	: Reference Frame Sub Commission for Europe
FKP	: Flächen Korrektur Parameter
FM	: Frequency Modulation
FTP	: File Transfer Protocol
GAMIT	: GPS Analysis at MIT
GEONET	: GPS Earth Observation Network
GFZ	: Deutsches GeoForschungs Zentrum
GHPS	: Geodetic High Precision Positioning Service
GIPSY-OASIS	: GNSS-Inferred Positioning System Orbit Analysis Simulation
GLOB:	: Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program
GLONASS	: Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems
GPSS	: Geodetic Precise Positioning Service
GPRS	: General Packet Radio Service
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communications
HEPS	: High Precision Real Time Positioning Service
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
IGS	: International GNSS Service
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame
IUGG	: International Union of Geodesy And Geophysics
İKÜ	: İstanbul Kültür Üniversitesi
KKTC	: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
LLR	: Lunar Laser Ranging
MAC	: Master Auxiliary Concept
MATLAB	: Matrix Laboratory
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NASA-JPL	: NASA Jet Propulsion Laboratory
NRCan	: Naturel Resources Canada
OPUS	: Online Positioning User Service
PPP	: Precise Point Positioning Service
PRN	: Pseudorandom Noise
RINEX	: Receiver Independent Exchange Format
RTCM	: Radio Technical Commission for Maritime Services
RTK	: Real time Kinematic
SAPOS	: Satellitenpositionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung
SCOUT	: Scripps Coordinate Update Tool

SLR	: Satellite Laser Ranging
SPP	: Single Point Positioning
TKGM	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
TUSAGA-Aktif	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı - Aktif
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UHF	: Ultra High Frequency
VHF	: Very High Frequency
VLBI	: Very Long Baseline Interferometry
VRS	: Virtual Reference Station



## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1. ADN1 istasyonuna ait ardışık 10 güne ait hesaplanan koordinatlar .....	41
Çizelge 5.2. Bölge-1 yatay konum sapma verileri.....	52
Çizelge 5.3. Bölge-1 düşey konum sapma verileri.....	54
Çizelge 5.4. Bölge-2 yatay konum sapma verileri.....	56
Çizelge 5.5. Bölge-2 düşey konum sapma verileri.....	58
Çizelge 5.6. Bölge-3 yatay konum sapma verileri.....	60
Çizelge 5.7. Bölge-3 düşey konum sapma verileri.....	62
Çizelge 5.8. Bölge-4 yatay konum sapma verileri.....	64
Çizelge 5.9. Bölge-4 düşey konum sapma verileri.....	66
Çizelge 5.10. Bölge-5 yatay konum sapma verileri.....	68
Çizelge 5.11. Bölge-5 düşey konum sapma verileri.....	70
Çizelge 5.12. Bölge-6 yatay konum sapma verileri.....	72
Çizelge 5.13. Bölge-6 düşey konum sapma verileri.....	74
Çizelge 5.14. Bölge-7 yatay konum sapma verileri.....	76
Çizelge 5.15. Bölge-7 düşey konum sapma verileri.....	78
Çizelge 5.16. Bölge-8 yatay konum sapma verileri.....	80
Çizelge 5.17. Bölge-8 düşey konum sapma verileri.....	82
Çizelge 5.18. Bölge-9 yatay konum sapma verileri.....	84
Çizelge 5.19. Bölge-9 düşey konum sapma verileri.....	86
Çizelge 5.20. Bölge-10 yatay konum sapma verileri.....	88
Çizelge 5.21. Bölge-10 düşey konum sapma verileri.....	90
Çizelge 5.22. Bölge-11 yatay konum sapma verileri.....	92
Çizelge 5.23. Bölge-11 düşey konum sapma verileri.....	94
Çizelge 5.24. Bölge-12 yatay konum sapma verileri.....	96
Çizelge 5.25. Bölge-12 düşey konum sapma verileri.....	98
Çizelge 5.26. Bölge-13 yatay konum sapma verileri.....	100
Çizelge 5.27. Bölge-13 düşey konum sapma verileri.....	102
Çizelge 5.28. Konum sapmasının çok olduğu istasyonlar ve sapma miktarları .....	103
Çizelge 5.29. 1 yıl aralıklı değerlendirme yapılan istasyonlar ve değerlendirme tarihleri .....	104
Çizelge 5.30. 6 ay aralıklı değerlendirme yapılan istasyonlar ve değerlendirme tarihleri .....	104
Çizelge 5.31. Konum sapmasının fazla olduğu tarihlerde oluşan 4.0 şiddetli ve üzeri depremler .....	116

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Yerin iç yapısı (Anonim1, 2018).....	8
Şekil 3.2. Yerküreyi oluşturan levhalar (Anonim2, 2019) .....	9
Şekil 3.3. Levha hareketleri (Anonymous1, 2018).....	11
Şekil 3.4. Türkiye'nin tektonik yapıları (Demirtaş ve Erkmen, 2009).....	12
Şekil 3.5. VLBI'nın çalışma prensibi (Anonymous2, 2018).....	13
Şekil 3.6. SLR'nin çalışma prensibi (Anonymous3, 2019).....	14
Şekil 3.7. Mutlak konum belirleme yöntemi (Anonymous6, 2019).....	18
Şekil 3.8. Bağıl konum belirleme yöntemi (Anonymous6, 2019).....	19
Şekil 4.1. TUSAGA-Aktif istasyon noktalarının konumları (Anonim3, 2019) .....	26
Şekil 4.2. TUSAGA-Aktif noktalarının 80-100 km mesafede oluşturdukları ağ (Yılmaz, 2011) .....	26
Şekil 4.3. Üç referans istasyon noktası için FKP tekniği (Gülal, 2000).....	28
Şekil 4.4. Dört referans istasyon noktası için FKP tekniği (Gülal, 2000) .....	28
Şekil 4.5. VRS Tekniği (Anonim4, 2019) .....	29
Şekil 4.6. MAC tekniği (Gülal, 2000) .....	30
Şekil 4.7. CORS-TR sistemi 2014 yılı kullanım yoğunluk haritası (Anonim5, 2019)...	32
Şekil 4.8. GEONET ağı istasyon noktaları (Anonymous7, 2019).....	32
Şekil 4.9. SAPOS ağı istasyon noktaları (Anonymous8, 2019).....	33
Şekil 5.1. Kartezyen koordinat farklarının MATLAB ile toposentrik koordinat farklarına dönüştürülmesi. ....	43
Şekil 5.2. Türkiye ve K.K.T.C için yatay yönlü konum sapmaları .....	46
Şekil 5.3. Türkiye ve KKTC için düşey yönlü konum sapmaları.....	47
Şekil 5.4. Türkiye ve KKTC için yükselme yönlü konum sapmaları.....	48
Şekil 5.5. Türkiye ve KKTC için çökme yönlü konum sapmaları .....	49
Şekil 5.6. Bölge-1 yatay konum sapmaları.....	51
Şekil 5.7. Bölge-1 düşey konum sapmaları .....	53
Şekil 5.8. Bölge-2 yatay konum sapmaları.....	55
Şekil 5.9. Bölge-2 düşey konum sapmaları .....	57
Şekil 5.10. Bölge-3 yatay konum sapmaları.....	59
Şekil 5.11. Bölge-3 düşey konum sapmaları .....	61
Şekil 5.12. Bölge-4 yatay konum sapmaları.....	63
Şekil 5.13. Bölge-4 düşey konum sapmaları .....	65
Şekil 5.14. Bölge-5 yatay konum sapmaları.....	67
Şekil 5.15. Bölge-5 düşey konum sapmaları .....	69
Şekil 5.16. Bölge-6 yatay konum sapmaları.....	71
Şekil 5.17. Bölge-6 düşey konum sapmaları .....	73
Şekil 5.18. Bölge-7 yatay konum sapmaları.....	75
Şekil 5.19. Bölge-7 düşey konum sapmaları .....	77
Şekil 5.20. Bölge-8 yatay konum sapmaları.....	79
Şekil 5.21. Bölge-8 düşey konum sapmaları .....	81
Şekil 5.22. Bölge-9 yatay konum sapmaları.....	83
Şekil 5.23. Bölge-9 düşey konum sapmaları .....	85
Şekil 5.24. Bölge-10 yatay konum sapmaları.....	87
Şekil 5.25. Bölge-10 düşey konum sapmaları .....	89
Şekil 5.26. Bölge-11 yatay konum sapmaları.....	91
Şekil 5.27. Bölge-11 düşey konum sapmaları .....	93
Şekil 5.28. Bölge-12 yatay konum sapmaları.....	95

Şekil 5.29. Bölge-12 düşey konum sapmaları .....	97
Şekil 5.30. Bölge-13 yatay konum sapmaları .....	99
Şekil 5.31. Bölge-13 düşey konum sapmaları .....	101
Şekil 5.32. DATC istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	105
Şekil 5.33. DATC istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları.....	105
Şekil 5.34. DEIR istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	106
Şekil 5.35. DEIR istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	106
Şekil 5.36. EDİR istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları.....	107
Şekil 5.37. EDİR istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	107
Şekil 5.38. HAT1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	108
Şekil 5.39. HAT1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	108
Şekil 5.40. KNY1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	109
Şekil 5.41. KNY1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları.....	109
Şekil 5.42. MUR1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	110
Şekil 5.43. MUR1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	110
Şekil 5.44. MUUS istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları.....	111
Şekil 5.45. MUUS istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları.....	111
Şekil 5.46. SALH istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları.....	112
Şekil 5.47. SALH istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	112
Şekil 5.48. SEMD istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	113
Şekil 5.49. SEMD istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	113
Şekil 5.50. TUF1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları.....	114
Şekil 5.51. TUF1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları .....	114
Şekil 5.52. YENC istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları .....	115
Şekil 5.53. YENC istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları.....	115
Şekil 5.54. Konum sapması fazla olan istasyonların depremlerle ilişkisi .....	117

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Problemin Tanımlanması

İnsanoğlu dñnyanın var olduğu gñnden bugñne dñnya ile ilgili sñrekli olarak merak içerisinde olmuştur. Bu merak edilen konuların önemli bir kısmını ise doğada oluşan olaylar oluşturmaktadır. nkñ doğada oluşan heyelan, sel, taşkın, tsunami, kasırga, hortum, volkanizma ve deprem gibi felaketler sonucu birçok lñmler ve yıkımlar yaşanmıştır. Bu ktñ tecrñbeler sonucunda insanlar sñrekli olarak bu tñr felaketleri önlemek ve yaşanan kayıpları azaltmak için uğraşmıştır. Tñm çabalara rağmen gñnñmñzde hala tam olarak alınan önlemler ve tedbirler bu felaketleri engelleyebilmiş değildir. zerinde bulunduğumuz dñnyamız yapı itibari ile canlı ve dinamik bir yapıdadır. Levha diye adlandırılan bñyñk kara kñtleleri ve okyanuslar sñrekli olarak hareket halindedir ve bu hareketten kaynaklı olarak depremler oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak depremler en çok ilgi uyandıran konulardan birisi haline gelmiştir.

Depremlere sebebiyet veren levhaların hareketliliklerin izlenmesi, incelenmesi ve analizi geçmişten gñnñmñze oldukça dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Levha hareketliliklerinden kaynaklı oluşabilecek deformasyonlar gibi bu levhaların sahip olduğu hız vektörlerinin hesaplanması ve modellenmesi konusunda birçok teknik geliştirilmiştir. Yakın bir geçmişte kullanılmış olan klasik yöntemler ve klasik lme cihazları yeterli hassasiyete ve doğruluğa sahip değillerdi.

1950 yılının sonlarında dñnyada yeni gelişmeye başlayan uydu ve uzay teknolojisi klasik yöntemlere ve klasik aletlere olan bağımlılığın ortadan kalkacağının sinyallerini verdi. Sñrekli olarak gelişim gösteren bu teknoloji ile jeodezik çalışmalara bñyñk oranda katkılar sağlandı. Yerkabuđundaki hareketlerin tespiti için VLBI, SLR, LLR gibi yeni teknolojik yöntemlerle elde edilen daha doğru sonuçlar üretilmesine rağmen bu sistemlerinin maddi olarak pahalı olmaları, kurulum aşamasında yaşanan gñlñkler ve kullanım kolaylığı olmadığı için bazı zorluklar ve sorunlar oluşmuştur.

1980'li yıllardan sonra ABD'nin sahip olduğu GPS ile kñresel olarak konum belirleme çalışmaları ve navigasyon bilgileri üretilmeye başlandı. GPS ile Rusya'nın sahip olduğu GLONASS sisteminin entegre bir şekilde kullanılmaya başladıktan sonra GNSS olarak isimlendirilen sistem ortaya çıkmıştır. Hem in Devletinin BeiDou

sistemi hem de yakın gelecekte Avrupa Birliği'nin Galileo sisteminin aktif olmasıyla küresel ölçekte çok amaçlı ve çok güçlü bir GNSS yapısı oluşacaktır.

Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (IUGG) sürekli gözlem yapan GNSS istasyonları fikri ile bir takım çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda levha hareketliliklerinin saptanması, periyodik aralıklarla hız vektörlerinin hesaplanması ve deformasyon analizlerinin gerçekleştirilebileceği anlaşılmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti'nde de sürekli gözlem gerçekleştiren GNSS istasyonlarının kurulması İstanbul Kültür Üniversitesi, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM), TÜBİTAK ve sonradan dâhil olan HGK ile sözleşme imzalanarak CORS-TR projesi gerçekleştirilmiştir.

CORS-TR projesi ile Türkiye'nin her yerinde kesintisiz şekilde çalışan 146 istasyon noktalarından kesintisiz ve günün her anında çalışır şekilde birçok alanda faydalanılmaktadır. Bu proje, tektonik açıdan oldukça büyük bir risk taşıyan ülkemizin plaka hareketlerini yüksek duyarlıklı ve doğru şekilde belirlemek, oluşan deformasyonların analizlerini yapmak amacıyla kullanılmaktadır.

## 1.2. Kaynak Araştırması

Dünyada ve Türkiye'de oluşan tektonik hareketler ve bu hareketlerin sonucunda oluşan depremler ve deformasyonlarla ilgili olarak yapılan farklı amaçları hedefleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemler GNSS kaynaklıdır. Aşağıda GNSS teknolojisi yardımıyla tektonik hareketlerin belirlenmesi ve analizlerine ilişkin çalışmalar gösterilmiştir.

Meade vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada GPS gözlem ve verileri kullanılarak Marmara Denizi'ne ait deprem hız vektörleri ve hız alanını belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yılda ortalama 25 mm hız ve 6-15 km' ye uzanan derinliklerde değişen tektonik hareketler ortaya konulmuştur.

Tsakiri (2008) tarafından yapılan çalışmada GNSS verilerinin analizi için kullanılan web tabanlı online değerlendirme servisleri karşılaştırılmıştır. CSRS-PPP, Auto-GIPSY, SCOUT, AUSPOS ve OPUS' da değerlendirilen veriler arasındaki farklar 5-10 cm seviyesinde sonuçlar üretebileceği ortaya konmuştur

Uzel vd. (2011) tarafından sunulan "TUSAGA-Aktif Verileri ile Tektonik Plaka Hareketlerinin İzlenmesi" isimli bildiriye CORS-TR ağına ait 150 istasyonun 2008-2010 yılları arasındaki tüm ayları kapsayacak şekilde ve her ay içerisinde 7 günlük

ardışık veriler GAMIT\_GLOBK yazılımı ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda birkaç noktanın hız alanları bulunduğu bölgenin hız alanı ile uyumsuz olacak şekilde hareket ettiği saptanmıştır. Bu noktaların 6-7 tanesi sürekli yerel deformasyonlara uğrarken, 2-3 tanesinde ise geçici yerel deformasyonlar olduğu ortaya konmuştur.

Yılmaz (2011) tarafından yapılan ‘‘CORS-TR Verileriyle Belirlenen Türkiye Tektonik Plaka Hareketlerinin Görselleştirilmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde CORS-TR Sistemi ile Bölgesel İyonosfer Modellemesi ve Yerkabuğu Hareketlerinin İzlenmesi Projesi dâhilinde Türkiye plakasına ait olan levha hareketleri, deformasyon analizi ve hız vektörlerinin hesaplanması verilerinden yararlanılarak MATLAB ve Google Earth programları yardımıyla hız vektörlerini ve hata elipslerini içeren farklı ve yeni olan iki model oluşturulmuştur.

Farisoğulları (2013) tarafından ‘‘Sürekli ve Kampanya Tipi GPS Gözlemlerinin Birleştirilmesi ile Doğu Anadolu’nun Güncel Hız Alanının Belirlenmesi’’ isimli tez çalışmasında TUSAGA-Aktif projesine ait toplam 19 adet istasyon noktasında 6 farklı zaman dilimine ait veri alınarak GAMIT-GLOBK akademik GNSS değerlendirme yazılımı ile değerlendirilip hızlar hesaplanmıştır. Ortaya çıkan hız değerleri 3.77mm/yıl  $\pm$ 0.52 mm/yıl ile 24.94 mm/yıl  $\pm$  5.34 mm/yıl arasında değişim gözlenmiştir. Bulunan sonuçların bölgenin sahip olduğu tektonik yapı ile uyumlu olduğu ortaya konmuştur.

Kızılarıslan (2014) tarafından ‘‘GPS-PPP ve GPS/GLONASS-PPP Yöntemlerinin Konum Belirleme Performansının Değerlendirilmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde özellikle tektonik anlamda yerkabuğunda oluşan yatay ve düşey deformasyonların incelenmesinde GPS-PPP yerine GPS/GLONASS-PPP yönteminin ölçü süresi ve elde edilen hassasiyeti arttırdığı ortaya konulmuştur.

Yıldırım vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada Van depreminden sonra bölge etrafından seçilmiş TUSAGA-Aktif istasyonlarının depremden öncesine ait 10 günlük ve deprem sonrasına ait 5 günlük gözlem verileri akademik GNSS yazılımı ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonrası bu istasyonların yer değiştirme miktarları ve yer değiştirme grafikleri oluşturularak depremin bu istasyonlara olan etkileri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda Muradiye (MURA) istasyonunda düşey yönlü 42.7 mm, kuzey yönlü -60.3 mm ve doğu yönlü ise -18.7 mm yer değişimi ortaya konularak diğer istasyonların yer değişim miktarları çizelge halinde sunulmuştur.

Özdemir (2016) tarafından ‘‘ İnternet Tabanlı Hassas Konum Belirleme (PPP) Yazılımlarının İrdelenmesi ve Belirsizlik Analizi ‘’ isimli tez çalışmasında sabit GNSS

istasyonlarında elde edilen verileri PPP tekniği kullanmak üzere farklı web tabanlı online değerlendirme servisleri kullanmıştır. 2 saat ve üzeri gözlem süresine sahip olan verilerde yatay yönde 3 cm ve yükseklikte 5 cm'den daha düşük konum farklılıkları ortaya konmuştur.

Bülbül vd. (2017) tarafından yapılmış olan bildiride Orta Anadolu bölgesinde bulunan TUSAGA-Aktif istasyon noktalarının TKGM tarafından yayınlanmış olan koordinatlar ve hızları, IGS istasyon noktalarının referans kabul edilerek ve Bernese akademik GNSS değerlendirme yazılımında değerlendirme sonucu çıkan koordinatlar ve hızlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucunda aradaki farklılıklar milimetre mertebesinde daha küçük olduğundan ortaya çıkan her iki sonucunda kullanılabilirliği ortaya koyulmuştur. Karşılaştırma farklılıklarının hesaplama işlemi için kullanılan IGS istasyon noktalarının farklı seçilmesinden dolayı olabileceği sonucu çıkarılmıştır.

Alkan vd. (2017) tarafından yayınlanan ‘‘ Klasik GNSS Veri Değerlendirme Yazılımlarına Alternatif Olarak Web-tabanlı Online Değerlendirme Servisleri’’ isimli makalede web tabanlı online GNSS değerlendirme yazılımları ile klasik GNSS veri değerlendirme yazılımları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda online olarak çalışan web tabanlı GNSS değerlendirme servislerinden yatay konumlama da cm, yükseklik belirlemede ise cm mertebelerinde doğruluklar elde edilerek online sistemlerin kolay, pratik ve ucuz bir yöntem olarak ölçme çalışmalarında konum belirleme amaçlı kullanmanın mümkün olduğu ortaya koyulmuştur.

Başkan (2018) tarafından yapılan ‘‘Karakoçan ve Halepçe Depremlerinin TUSAGA-Aktif istasyonlarına etkilerinin web tabanlı GNSS Servisiyle İncelenmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde deprem bölgelerindeki yer değiştirme ve yönünü belirlemek amacıyla bölgeye yakın olan istasyonların deprem öncesi ve sonrası 5 günlük verileri incelenmiştir. Bu istasyonlardaki yer değiştirme miktarları, istasyonların kendilerine özgü karesel ortalama hatalarının üç katından düşük olduğu görüldüğünden dolayı oluşan yer değiştirmenin anlamlı olmadığı ifade edilmiştir.

### **1.3. Tezin Amacı**

Bu tez çalışmasında Türkiye’ nin sahip olduğu tektonik yapı ve bu yapıdan kaynaklanan tektonik hareketlilikleri tespit etmek amacıyla küresel konumlama sistemleri ve PPP (precise point positioning) olarak adlandırılan hassas nokta konumlama yöntemi kullanılarak CORS-TR (continuously operating reference station)

istasyon noktalarında tektonik sebeplerden dolayı değişen koordinat ve hız değişiklikleri online tabanlı olarak PPP değerlendirme servisi yardımıyla araştırılacaktır. Bu referans istasyonlarında noktasal, yönsel ve bölgesel analizler yapılacaktır. Böylelikle hız farklılığının ve koordinat değişikliğinin fazla olduğu noktaların bilinen fay hatları üzerinde bulunup, bulunmadığı ve bölgelere göre bu oluşan farkların daha çok hangi yönde oluştuğu tespit edilecektir.

#### **1.4. Tezin Önemi**

Bu tez çalışması kapsamında tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde CORS-TR istasyon noktaları seçilip, bu seçilen istasyonlarda gözlenen veriler 10 gün ardışık ve günlük gözlemler olmak üzere temin edilip, gereken yeterlilikte olmayan gözlem verileri elimine edilip, online olarak CSRS-PPP servisinde değerlendirilmiştir. Daha önceden koordinatları kesin olarak kabul edilen istasyon noktalarının koordinatları, bu yöntem ile elde edilen koordinatlar ile karşılaştırılıp farklar ortaya koyulmuştur. Günümüzde pratik ve kullanımı oldukça kolay olan online PPP değerlendirme servislerinin tektonik hareketliliğin saptanmasında kullanılabilirliğini ortaya koymuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması genel olarak 12 aşamadan oluşmaktadır.

Çalışmanın kapsamında TKGM tarafından yayınlamış olan CORS-TR istasyon noktalarının 2005 yılına ait olan ve ITRF 96 sisteminde tesis edilen istasyon koordinatları ve bu istasyon hız değerleri temin edilmiştir. Bu istasyonların koordinatları ve hızları EK-1’de gösterilmiştir. Bu istasyon noktalarına ait 21-30 Kasım 2018 tarihleri arasında yapılmış olan ham gözlem verileri TKGM’nin ftp servisinden indirilmiştir.

141 adet CORS-TR istasyon noktasının güncel ham gözlem verileri, Kanada Devleti’ne ait olan web tabanlı PPP servisi (CSRS-PPP) ile değerlendirilerek koordinat bilgileri elde edilmiştir. Her istasyona ait ortalama 10 koordinat verisinin ortalaması alınarak istasyona ait kesin koordinat belirlenmiştir.

Hesaplanan koordinatlar 2018 yılı ITRF2014 sisteminde, TKGM tarafından yayınlanan koordinatlar ise 2005 yılı ITRF96 sisteminde olmasından dolayı koordinat dönüşümü gerekli olmuştur. Koordinat dönüşümleri için EUREF (Avrupa Bölgesel Referans Çerçevesi Alt Komisyonu) organizasyonunun sunmuş olduğu GNSS servislerinden faydalanılmıştır.

2005 yılına ait TKGM tarafından yayınlamış olan istasyon koordinatları ve hızlarını, 2018 yılında web tabanlı online PPP servisi ile hesaplanan koordinatlar ile kıyaslanması yapılırken, 2005 yılı koordinatları ve hızları 2018 e ötelenmemiştir. Bunun sebebi 2005 yılı koordinatlarının dönüştürülmesine ek olarak istasyon hızlarının da dönüştürülmesinin duyarlılık kaybına neden olmaması içindir. Bunun yerine 2018 yılı hesaplanan koordinatlar 2005 yılı koordinatlarına koordinat dönüşümleri yapıldıktan sonra hız bileşenleri geriye çevrilerek yapılmıştır.

Tüm bu işlemlerin sonucunda istasyonların hızları hesaba katılarak istasyonların olması gerektiği konum ile mevcut bulunduğu konum arasındaki sapmalar yatay ve dikey olarak tespit edilip ortaya konmuştur.

MATLAB programında yazılmış olan dönüşüm programı ile kartezyen koordinatlar oluşan sapmalar, toposentrik sapma vektörlerine dönüştürülerek görsel haritalar oluşturulmak için saklanmıştır.

ARCGIS programı aracılığı ile CORS-TR istasyon noktalarının olması gereken konum ile mevcut bulunduğu konum arasındaki sapmalar görsel bir şekilde yatay ve dikey olmak üzere iki farklı boyutta ortaya konmuştur.

Türkiye ve KKTC'yi kapsayan çalışma alanı daha anlamlı sonuçlar ve yorumlar üretilmek amacı ile 13 farklı bölgeye bölünerek, bölgede bulunan fay hatları da projeye eklenmiştir.

Hem Türkiye'nin tümünde hem de oluşturulan her bir bölge için fay hatlarının istasyonlara etkisi, istasyon konumlarındaki sapmalar, istasyon hızlarındaki değişimler, bölgesel, yönsel, noktasal, konumsal ve şiddetsel olarak analiz edilip yorumlanmıştır.

Konum sapmalarının çok olduğu 11 istasyon yatay ve dikey olarak iki farklı boyutta seçilerek, geriye yönelik olarak özellikle sapmaların olduğu zamanların kestirimi için, anlamlı gözlem verileri göz önünde bulundurularak 6 aylık veya 1 yıllık periyotlar ile geriye yönelik olarak tekrar tekrar konumları hesaplanmıştır.

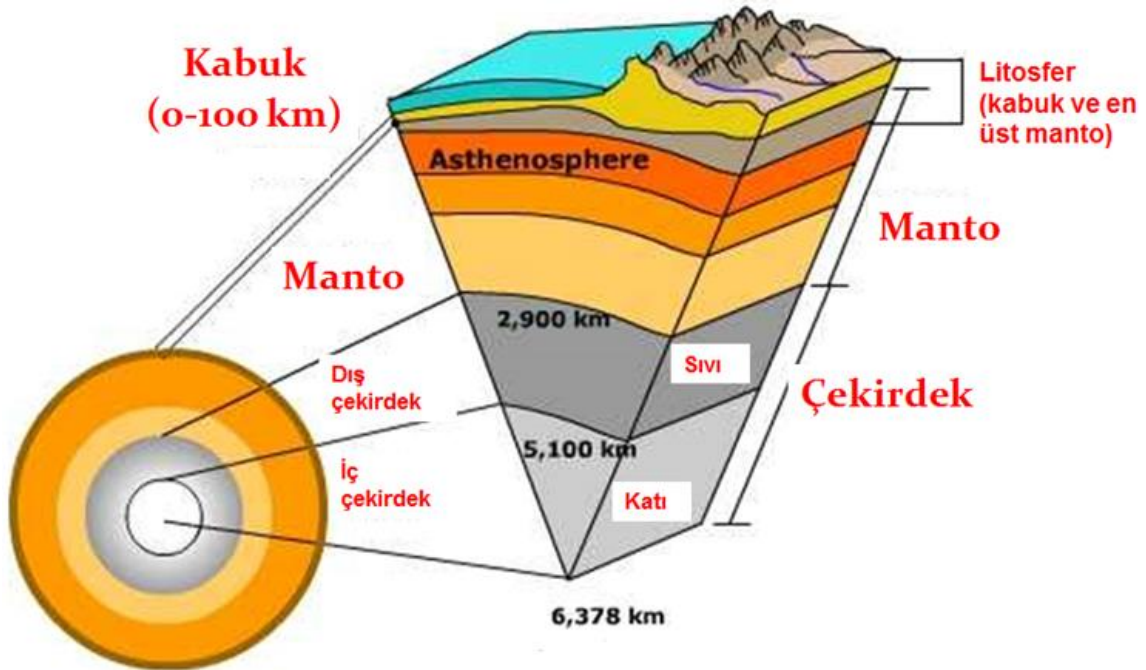
Sapma miktarı çok olan istasyonların geçmişe yönelik konum sapmaları Microsoft Excel programında grafik verilere dönüştürülerek sapmaların daha çok hangi zaman diliminde ya da düzenli olarak bir konum sapması olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. İstasyon yakınlarındaki depremler AFAD aracılığı ile indirilip ayrıştırılarak istasyonlara olan etkisi gözlemlenmiştir.

Son olarak konum sapmasının diğer istasyonlarda fazla olduğu 13 istasyon ve 2011 Kasım – 2018 Kasım tarihleri arasında oluşan deprem verileri karşılaştırılıp özellikle 11 istasyona depremlerin etkisi ortaya konmuştur.

### 3. TEKTONİK HAREKETLER VE HIZ HESABI

Üzerinde bulunduğumuz yerküre; yerkabuğu, manto ve çekirdek olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır. Yerkabuğu en dış kısımda bulunarak litosferin üst kısmını oluştururken, astenosferin üst kısmı ve litosferin alt kısmı ise mantoyu oluşturmaktadır. Yerkürenin en iç bölgesi ise çekirdek olarak isimlendirilen özden oluşmaktadır. Yerin iç yapısı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir (Kaimal ve Finnigan, 1994).

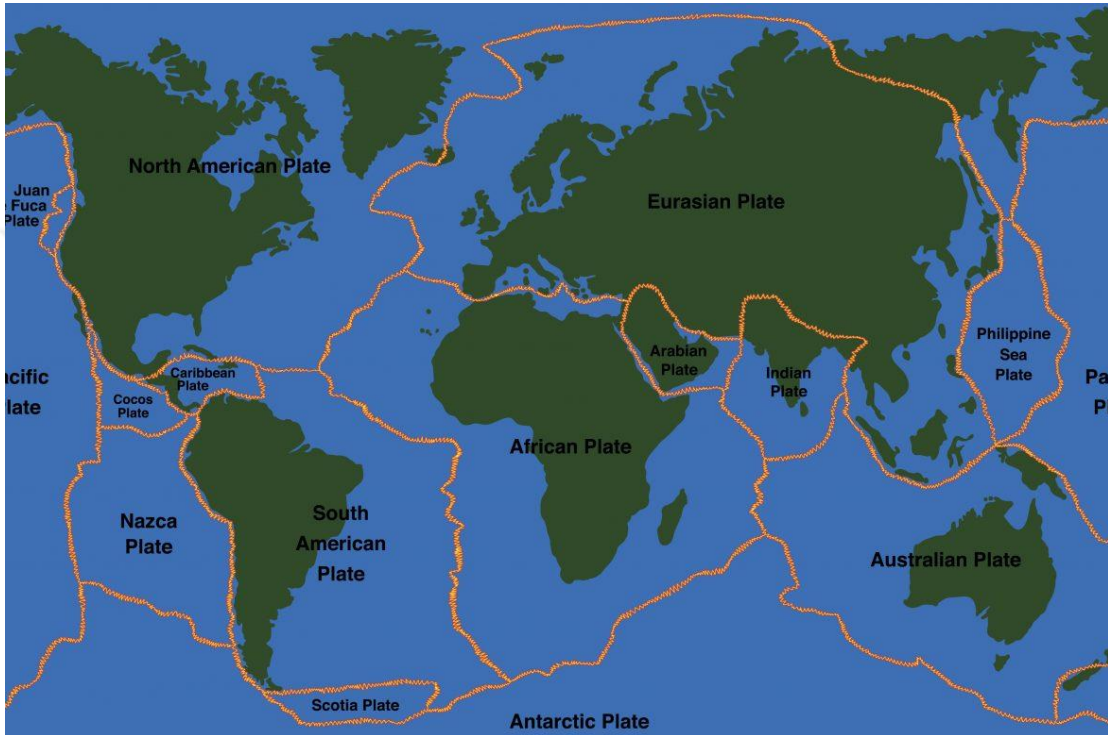
Çekirdeğin iç bölümünden yeryüzüne doğru yüksek sıcaklıktan kaynaklı bir enerji yayılımı ve çıkışı gerçekleşmektedir. Bu enerjinin çıkışından dolayı magmada ısınmalar meydana gelir ve ısınma arttıkça magmanın yoğunluğunda azalmalar oluşarak, magma yukarı yönlü olarak yükselmeye geçer ve yüksekliği astenosfere kadar uzanır. Yükselmiş olan sıcak magma ve ısınmamış olan soğuk magma belirli bir etkileşime girerek yer değiştirme yani konveksiyonel bir akım oluştururlar. Ortaya çıkan bu akım döngü halinde milyonlarca senelerden bu yana halen sürmektedir. Magmaların oluşturduğu bu akımlar, plakaların astenosfer tabakasının üst kısmında hareket etmesini sağlayan kuvvet olarak adlandırılır ve levha tektoniği kuramını oluşturur (Falvey, 1974).



Şekil 3.1. Yerin iç yapısı (Anonim1, 2018)

### 3.1. Tektonik Hareketler

Yerküremiz yedi tane büyük olmak üzere çok sayıda daha küçük levhalardan oluşmuştur. Bu levhalar birbirine nispeten farklı şekilde hareket etme kabiliyetlerine sahiptir ve bu hareketlerin sonucunda farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Şekil 3.2.'de yerküreyi oluşturan levhalar ve Şekil 3.3.'de ise levha hareketleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Yerküreyi oluşturan levhalar (Anonim2, 2019)

Levha tipleri isimlendirilme aşamasında kıtaların alt kısımlarında bulunan levhalara kıtasal levhalar, okyanusların alt kısımlarında bulunan levhalara ise okyanusal levha denir. Bazı levhalar hem kıtaların altında hem de okyanusların altında bulunabildiğinden dolayı bu levhalar ise kıtasal-okyanusal levha olarak isimlendirilir. Yine bu farklı yapıda bulunan levhaların birbirine göre farklı hareketlerinden dolayı yeryüzünde farklı sonuçlar oluşmaktadır (Gill, 2012).

#### 3.1.1. Levhaların Birbirine Doğru Yakınlaşma Hareketi

Levhalar birbirine doğru hareket ettiklerinde belirli bir süre sonra çarpışma potansiyeline sahiptirler. Bu çarpışma olduğunda yeryüzünde farklı olaylar gerçekleşir ve bu olaylar levhaların türlerinden dolayı farklı sonuçlar ortaya çıkar.

### **3.1.1.1. İki Kıtasal Levhanın Birbirine Yakınlaşma Hareketi**

İki kıtasal levha birbirine doğru yakınlaşma hareketi gerçekleştirdiğinde çarpışma meydana gelir. Çarpışma sonrasında levhaların uç kısımları yeryüzünde yukarı yönlü olacak şekilde bükülmeye uğrarlar. Bu bükülme sonucunda sıradağlar oluşur. Himalaya Dağları bu şekilde oluşan sıradağlara örnektir (Landalf, 1998).

### **3.1.1.2. İki Okyanusal Levhanın Birbirine Yakınlaşma Hareketi**

İki okyanusal levhanın yakınlaşma hareketi sonucu levhalar birbirlerinin alt kısmına girmeye çalışır. Bu harekette daha yoğun olan levha, yoğunluğu az olan levhayı alttan sıkıştıracağı için bu bölgelerde derin hendekler oluşmaktadır. Yoğunluğu fazla olup diğer levhanın altına dalarak magma ile karışıp tekrardan yüksek ısının etkisiyle yukarı doğru yükselme hareketi yapar. Bu hareket sonucunda yüzeyde volkanik adalar oluşmaktadır. Bu volkanik adalara örnek olarak Filipinler'deki birçok ada gösterilebilir (Landalf, 1998).

### **3.1.1.3. Kıtasal Levha ile Okyanusal Levhanın Birbirine Yakınlaşma Hareketi**

Kıtasal levha ile okyanusal levhanın yakınlaşma hareketi sonrası yine yoğunluk farkından dolayı yoğunluğu büyük olan okyanusal levha, kıtasal levhanın alt kısmına yönelik bir dalma olayı gerçekleştirir. Bu şekilde olayın olduğu bölgeye dalma batma bölgesi ve bu olaya da dalma batma olayı denir. Okyanusal levha bu şekilde derinliklere indikçe magma ile etkileşime girer ve sıcaklığın yüksek olmasından dolayı erimeye başlar. Erime gerçekleştikçe açığa çıkan enerji, tekrardan yukarı yönlü hareket ile yeryüzüne yükselmeye başlar. Olayın sonucunda ise yanardağlar oluşur. Nazca Okyanusal Levhası ile Güney Amerika Kıtasal Levhasının birbirine doğru hareket etmesinin sonucu olarak oluşan And Yanardağları bu yakınlaşma hareketine bir örnektir (Landalf, 1998).

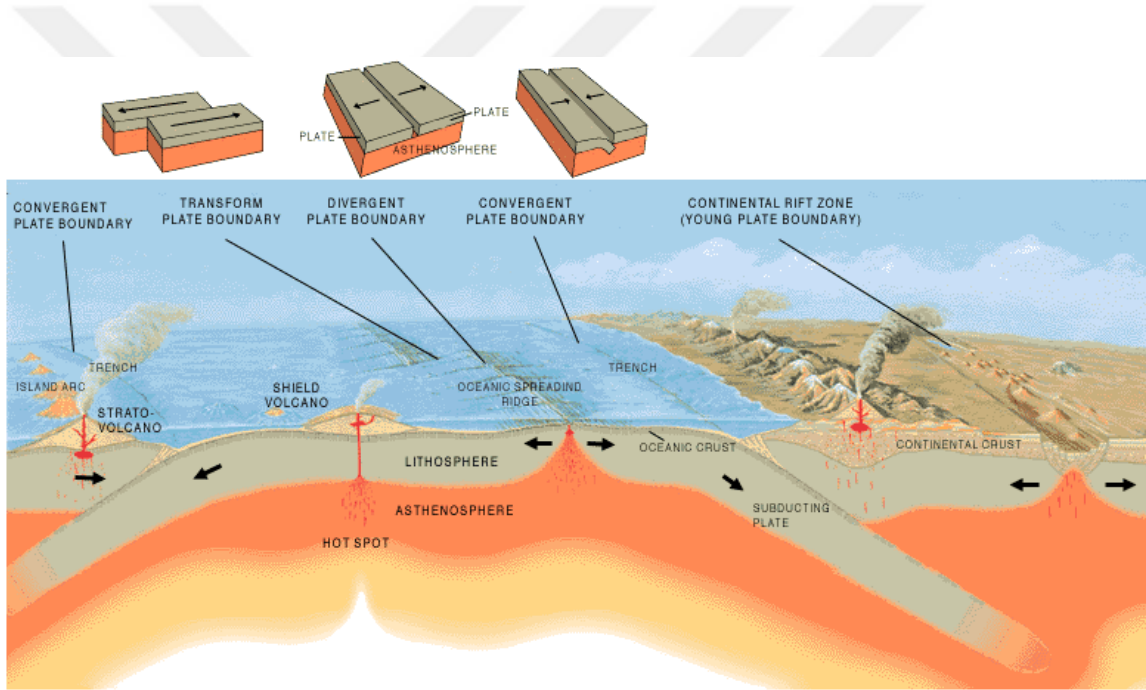
### **3.1.2. Levhaların Birbirlerine Göre Uzaklaşma Hareketi**

Levhaların yaptıkları hareketler birbirlerinden uzaklaşma yönünde olduğunda yüzey üzerinde yarıklar oluşmaktadır. Sıcaklığı çok yüksek olan magma bu yarıklardan

yukarı yönlü hareket ederek soğuma gerçekleştirir. Oluşan bu hareketlerden dolayı ise okyanusların meydana gelmesi ve hâlihazırdaki okyanus sınırlarının değişmesi ile sonuçlanır (McKenzie, 1972).

### 3.1.3. Levhaların Birbirine Göre Yanal Hareketi

Levhalar bazen de birbirlerine doğru ya da birbirlerinin zıt yönüne doğru hareket edebilmektedir. Bu hareket yanal hareket olarak isimlendirilmektedir. Bu hareketlerin sonucunda levhaların sınırlarında oluşan çarpışmalarla birlikte yüzeyde büyük miktarlarda yamulma (strain) enerjisi meydana getirirler. Yeryüzünde bu enerji bir takım etkilere sebep olur ve bu doğal etkilere deprem denir (Eyidoğan, 1983).



Şekil 3.3. Levha hareketleri (Anonymous1, 2018)

## 3.2. Türkiye İçin Tektonik Yapı

Türkiye tektonik açıdan incelendiğinde topraklarının hemen hemen %98' lik kısmı ülkenin bulunduğu bölgenin tektonik yapısı ve coğrafi konumundan dolayı deprem riski taşımaktadır. Türkiye konum itibari ile Alp-Himalaya Dağ Kuşağı'nın Akdeniz kısmında bulunmaktadır. Bu sistem batıdan doğuya doğru Asya Kıtası'na doğru hareket halindedir. Anadolu Plakasının güney kısmında Afrika ve Arap Plakaları, kuzeyinde Avrasya Plakası, batısı Ege Bloğu ve doğusu Doğu Anadolu Bloğu ile

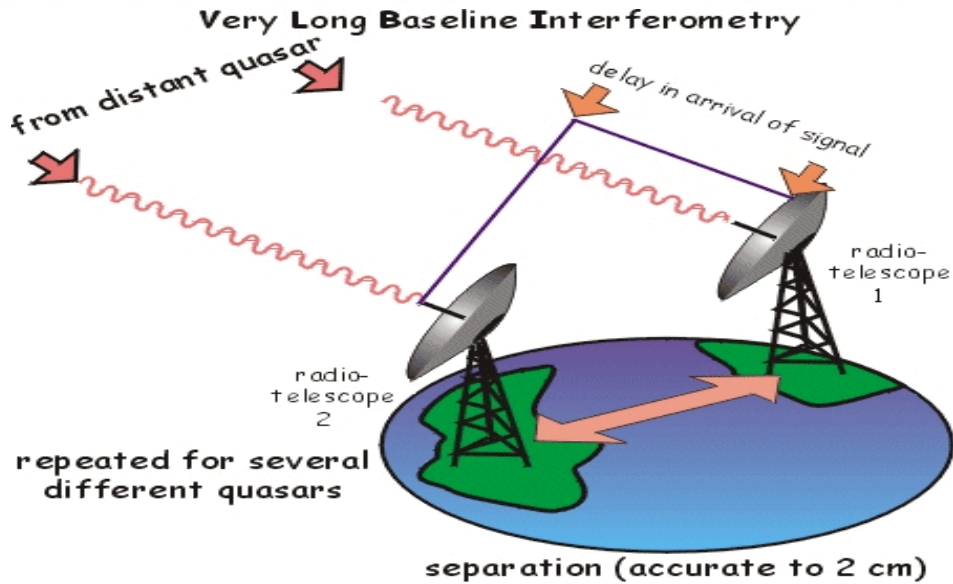


kullanılması ile devam etmekteydi. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte tektonik hareketlerin belirlenmesi ve izlenmesinde VLBI, SLR ve GNSS kullanılmaktadır.

### 3.3.1. VLBI

VLBI yani çok uzun bazlı interferometri sistemleri, uzayda bulunan ve radyo dalgaları gönderen astrogalaktik cisimlerin yaymış olduğu radyo sinyallerini alarak ve bu sinyaller yardımıyla istasyonların mevcut konumlarını yaklaşık olarak 1 cm'nin altında olacak doğruluklarla belirleyebilmektedir (Yeats ve dig., 1997; Dong, 1993; Murray, 1991).

Dünyada Bulunan radyo sinyali algılayabilen teleskoplar, astrogalaktik radyo dalgalarının yaymış olduğu sinyalleri kaydedip, bu sinyalleri yayın kaynakları ile izlemektedirler. VLBI istasyonlarında kaydedilen sinyallerin yapıları, kayıt altına alındıkları zaman haricinde birbirlerinin aynısıdır. İki veya daha fazla istasyon arasındaki uzaklığın tespiti için, sinyallerin bu istasyonlara ulaşması ve arada oluşan gecikme farkı kullanılır (Yeats ve dig., 1997). Şekil 3.5.'de VLBI'nın çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 3.5. VLBI'nın çalışma prensibi (Anonymous2, 2018)

1970'li yıllarda NASA tarafından VLBI çalışmaları başlatılıp 1990'lı yıllarda global bir ağ haline gelmiştir. Dünyada farklı bölgelerde ve ülkelerde dağılmış durumda

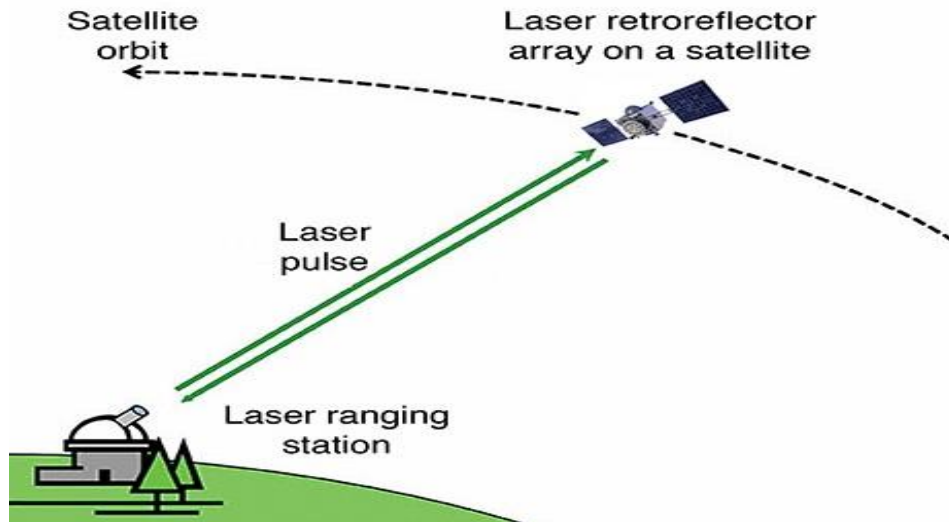
bulunan sabit ve gezici olarak birçok VLBI istasyonu bulunmaktadır (Murray 1991; Yeats ve dig., 1997; akmak, 2001).

VLBI sistemi sayesinde hava şartlarından etkilenmeden; yerkabuğu hareketlerinin saptanması, yeryuvarı dönme hızının kestirimi, dönme ekseninin yaptığı hareketlerin izlenmesinin yanı sıra tektonik hareketler ve sismik bir şekilde oluşan deformasyonların saptanmasında kullanılmaktadır (Yeats ve dig., 1997; Oral, 1994).

Sistemin bu şekilde sahip olduğu büyük avantajların yanı sıra yine sistemin kurulması için gereken büyük bir ekipman, maliyet açısından pahalı ve taşınabilir olmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

### 3.3.2. SLR

SLR (Satellite Laser Ranging – Yapay Uydu Lazer Ölçmeleri) sistemi ise global anlamda levha hareketlerinin belirlenebildiği diğer bir tekniktir. Bu sistemin çalışma prensibi tanımlanırsa, yeryüzündeki istasyon noktasından çıkan sinyal uyduya gönderilir. Bu sinyal uyduya ulaşarak tekrar yansır. Yansıyan sinyalin istasyon noktasına gelmesi ile ölçüm sonlandırılır. Burada sinyalin gidiş-dönüş süresi çok hassas bir şekilde ölçülerek istasyon ve uydu arasında bulunan mesafe yine oldukça hassas bir şekilde hesaplanmaktadır. Şekil 3.6.'da SLR'nin çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 3.6. SLR'nin çalışma prensibi (Anonymous3, 2019)

SLR sisteminin gerçekleştirmiş olduğu görevler; yer istasyonu ile uydu arasındaki uzaklık, uyduların bulunduğu konum ve ölçünün gerçekleştirildiği zamanlara

ait verileri saklamaktır. Bu saklanan verilerden iki şekilde istifade edilmektedir (Altın, 2006).

- Saklanmış olan gözlem verileri eş zamanlı olacak şekilde aynı uyduya yöneltme yapmış olan diğer istasyonların verileri ile karşılaştırılır ve bunun sonucunda iki istasyon arasındaki mesafenin tespiti yüksek bir doğrulukla hesaplanır.
- Yeryüzünde bulunan tüm SLR istasyon noktalarının toplamış olduğu veriler değerlendirilerek, uyduların sahip olduğu yörüngeler periyodik bir şekilde hesaplanarak istasyonların konumları belirlenir.

SLR istasyon noktalarının konumlarının doğrulukları yaklaşık olarak 1-3 cm ile 1-6 cm olarak farklılık göstermektedir. SLR sistemi, küresel ölçekte yerkağı hareketlerinin tespitini, yeryuvarının yapmış olduğı dönüşü, çekim alanını oluşturan parametrelerin üretimini ve yersel olarak referans sistemlerinin elde edilmesini mümkün kılmıştır (Yeats ve dig.,; Çakmak, 2001).

### 3.3.3. GNSS

#### 3.3.3.1. GPS

GPS ilk zamanlarda hedef bulma, arama-kurtarma gibi askeri amaçlı öncelikler için kullanılan ve 1980'li yıllarda sivil kullanıma açılan bir uydu bazlı konum belirleme sistemidir. Sivil olarak hava, deniz, kara araçları için navigasyon bilgisi üretmede, jeodezik uygulamalarda, deformasyon ölçümlerinde, turizm, güvenlik, tarım gibi birçok farklı alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kalaycı, 2003).

GPS sistemi bölümlere ayrıldığında kontrol bölümü, uzay bölümü ve kullanıcı bölümlerinden oluşmak üzere üç bölümden meydana gelmektedir. 6 yörünge düzlemine sahip, Ekvator ile aralarında 55 derecelik açı oluşturan 32 adet uydudan meydana gelmektedir. Uyduların uzaklık değerleri ise yer merkezinden 26560 km ve yeryüzünden yaklaşık 20200 km'dir. Bu uyduların bir tam devri ise 11 saat 58 dakikada mümkün olmaktadır (King vd., 1987).

GPS sisteminin uyduları iki farklı frekansta taşıyıcı dalga gönderir. Bu farklı frekanstaki taşıyıcı dalgalar L1 ve L2'dir. L1'in frekansı 1575.42 MHz iken L2'nin frekansı ise 1227.60 MHz'dir. Bu taşıyıcı L1 ve L2 frekansları, yeryüzünde bulunan

alıcılara; uydu saat düzeltme bilgileri ve yörünge parametreleri gibi verileri göndermek amacı ile çeşitli kodların yanı sıra navigasyon mesajı bilgileri ile modüle edilmiş durumdadır. Her bir uydu için modülasyon işlemi gerçekleştirilmek için anlamlı PRN (Pseudo Random Numbers) kod numaraları verilmiş durumdadır. Sistem dâhilinde bulunan uyduların yapmış oldukları taşıyıcı frekans verileri aynı olmasına rağmen, PRN kod tekniği ile frekanslar karışmamaktadır. L1 taşıyıcı frekansının taşıdığı kodlar P kod, C/A kod ve navigasyon mesajıdır. L2 taşıyıcı frekansı farklı olarak P kod ve navigasyon mesajı taşırken C/A kod taşımamaktadır. L1 ve L2 frekansının dışında GPS sisteminin elektromanyetik spektrumunda frekansı 1381.05 MHz olan L3 taşıyıcısına da sahiptir. GPS sinyal yenileştirilmesi kapsamında uydulara L2C ve L5 sinyalleri de eklenmiş durumdadır. L5 sinyalinin frekansı ise 1176.45 MHz'dir (Derelioğlu, 2007; Pany, 2007).

### 3.3.3.2. GLONASS

ABD'nin sahip olduğu GPS sistemine rakip olmak amacıyla Sovyet Rusya'nın geliştirmiş olduğu konum belirleme sistemine GLONASS denilmektedir. Bu sistemin tasarlanması 1980' li yıllarda başlamıştır. Sistemin ilk fırlatılan uydusu 1982 yılında gönderilmiştir. GLONASS sisteminin gelişim sürecinde ise 2003'te GLONASS M ve 2005'de GLONASS K uydularının hizmet vermesi amacıyla fırlatılmasından sonra 3 yörüngeye sahip olarak 21 adet aktif ve 3 adet yedek olmak üzere toplamda 24 uydu ile hizmet vermektedir (Yalçın, 2007).

### 3.3.3.3. Diğer Uydu Sistemleri

Galileo Sistemi, ABD'nin sahip olduğu GPS sistemine Avrupa olarak alternatif oluşturmak üzere tasarlanmış bir uydu sistemidir. 28 Aralık 2005 yılında Kazakistan'da bulunan uzay istasyonundan sistemin ilk uydusu ise Giove uydusudur (Pany, 2007).

Avrupa'nın sahip olduğu bu Galileo sistemi 27 tanesi asıl ve 3 tanesi yedek olarak toplamda 30 tane uydudan oluşturulması planlanmıştır. Bu uyduların sahip olacağı yörünge yüksekliği ise 23616 km civarındadır. Her bir uydunun bir devir süresi 14 saat 4 dakika olarak planlanmış ve bu yörüngelerin ekvator ile yapacakları açı ise 56 derece olarak hesaplanmıştır (Seber, 2003).

Çin Devleti ise denizlerde kullanılan deniz araçlarına navigasyon hizmeti sunabilmek amacı ile 1983 yılında bağımsız uydu sistemini oluşturmaya başlamıştır. BeiDou olarak isimlendirilen bu konumlama sisteminin sahip olduğu ilk uydusu 2000 yılında fırlatılmıştır (Anonymous4, 2019).

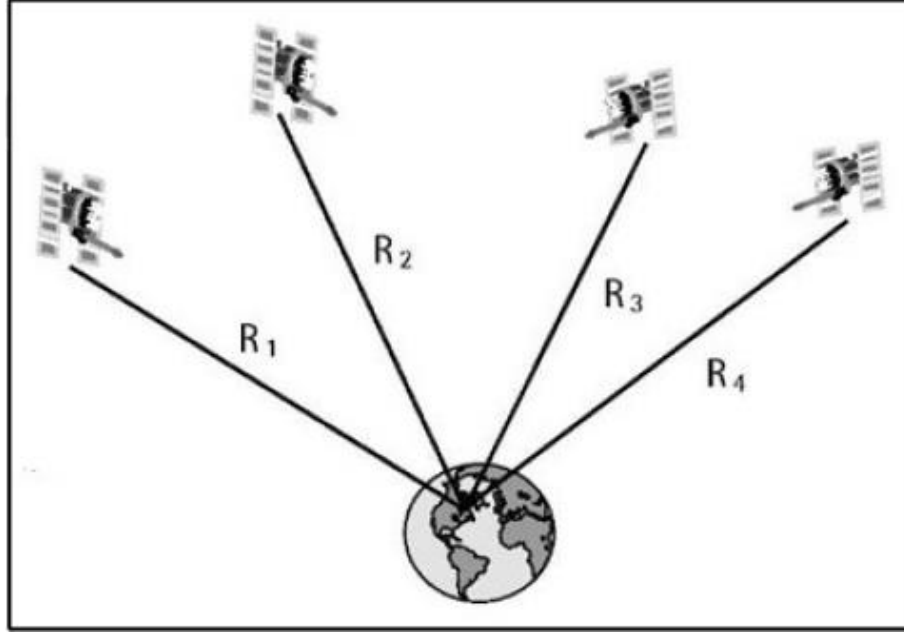
2007 yılında diğer küresel konumlama uydu sistemlerine uyum sağlamak amacıyla planlamada değişiklikler yapılarak BeiDou ismi yerine COMPASS ismini almıştır. Sistemin tam hizmet vermesi ise 35 uydu ile 2020 yılı olarak planlanmıştır. Bu uyduların sahip olduğu yörüngelerin yüksekliği 21500 km civarında olması planlanırken, her bir uydu için ise devir süresi olarak 12 saat 35 dakika uygun görülmüştür. Uydu yörüngeleri ise GPS gibi ekvator ile 55 derecelik açı yapılması plana dâhil edilmiştir (Seeber, 2003; Anonymous5, 2019).

### **3.3.4. GNSS Konum Belirleme Yöntemleri**

GNSS sistemlerinin gerçekleştirdiği gözlemler kod ve faz olmak üzere iki farklı şekilde olur. Bu gözlemler içerisinde kod gözlemlerinden doğruluğu düşük navigasyon verisi alınabilirken, taşıyıcı faz gözlemleri sayesinde ise hassasiyeti yüksek olan konum verisi elde edilmektedir (Leick, 2004).

#### **3.3.4.1. Mutlak Konum Belirleme Yöntemi**

GNSS uydularının sahip olduğu konumları yardımıyla tek bir alıcıdan yapılan kod (pseudorange) gözlemi temeline dayanmaktadır. Bu yöntemde büyük miktarda hatalara sebep olan iyonosfer gibi unsurlar navigasyon mesajının içeriğinde bulunan bilgiler sayesinde ya da harici olarak yapılmış bir model yardımıyla düzeltilebilir. Yapılan bu uygulama çalışmasına SPP (tek nokta konumlandırma) ismi verilmektedir ve çoğunlukla navigasyon bilgisi elde etme amaçlı kullanılır. SPP tekniği çift ya da çok frekanslı kod gözlemleri ile birlikte de yapılabilir. Bu şekilde işlem yapıldığında iyonosferik gecikme hataları elimine edilir. PPP (hassas nokta konumlama) olarak bilinen nokta konumlama tekniğinde ise yörünge ve saat hatalarının modellenmesi hassas bir biçimde yapılırken tek ya da çok frekanslı hem kod hem de faz gözlemleri kullanılır (Teunissen vd., 2017). Başlık 4.2.'de PPP tekniği ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır. Şekil 3.7'de mutlak konum belirleme yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Mutlak konum belirleme yöntemi (Anonymous6, 2019)

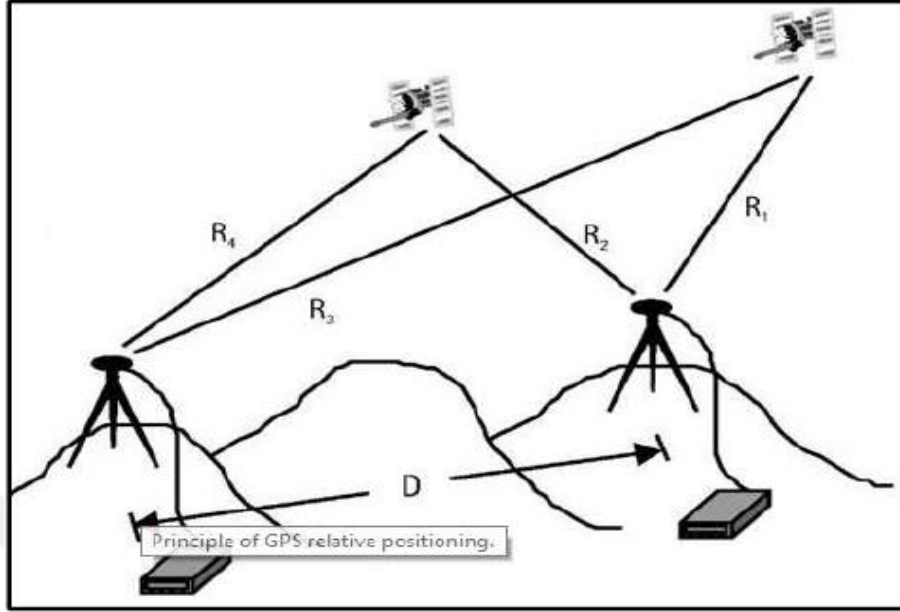
### 3.3.4.2. Bağlı Konum Belirleme Yöntemi

Bağlı konum belirleme yöntemi birden çok alıcının yapmış olduğu gözlemlerin toplamı birleştirildiği, alıcıların aralarında oluşan hataların ya tamamen giderildiği ya da azaltılabildiği yöntemdir. Taşıyıcı dalga faz belirsizliklerinin tamsayı değerlerinin kestirilmesi ve dolayısıyla konum belirleme doğruluklarının büyük oranda geliştirilmesi bu yöntemin sağlamış olduğu en önemli avantajlardan birisidir (Teunissen vd., 2017).

RTK sistemi uygulamasında bir tane baz alıcısı, birden çok gezici alıcı ve bu alıcılar arasında iletişim bağlantısı olması gerekmektedir. Gezici alıcı istasyonları, baz alıcı istasyonunun yayınlamış olduğu mesajları alarak, kendi yapmış oldukları gözlemlerle birleştirip baz çözümü adımını gerçekleştirir. Daha sonra gezici alıcı konumlandırma anlamında cm seviyesinde doğruluklara ulaşabilir. Bu yöntemde dezavantaj olan durum ise gözlem hatalarının genellikle mekânsal ilişkilerden kaynaklandığından dolayı, alıcı istasyonlar ile baz istasyonunun arasındaki mesafe daima 10 km ile sınırlandırılmaktadır (Shi, 2012). Şekil 3.8.'de bağlı konum belirleme yöntemi gösterilmiştir.

Zamanla farklı sebeplerden kaynaklı olarak CORS-TR istasyonlarının konumları değiştirilmektedir. Konumu değiştirilen istasyonlarda hesaplanan yeni konumlar doğruluk anlamında yetersiz olabilmektedir. Bu istasyon kullanılarak yapılan ağ bazlı

RTK tekniklerinin tümünde koordinat faktöründe sistematik şekilde hatalar oluşturmaktadır (Öğütçü ve Kalaycı, 2017).



Şekil 3.8. Bağıl konum belirleme yöntemi (Anonymous6, 2019)

### 3.4. Tektonik Hızların Hesaplanması

Tektonik hızların belirlenme aşamasında iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birincisi jeolojik yöntemdir ve çalışma alanında direkt yapılan ölçme çalışmalarına dayanmaktadır. Bu yöntemde levhaların yaptığı hareketlerin incelenmesi ikinci yöntem olan uydu tabanlı ölçmelere kıyasla daha uzun zaman dilimlerinde gerçekleşmektedir. Uydu tabanlı olan yöntemlerde ise farklı etkilerden kaynaklanan farklı hatalar oluşabilmektedir.

#### 3.4.1. GNSS Gözlem Verileri İle Hızların Hesaplanması

Levhaların diğer levhalara yapmış olduğu hareketlerden dolayı istasyon noktalarının koordinatlarında değişimler meydana gelmektedir. Bu hareketlerin sonucunda meydana gelen hem yatay hem de düşey yönlü koordinat farklarının hesaplanıp, zaman ile orantılanması sonucu doğrusal tektonik hız hesaplanabilmektedir. Bu teknik aynı zamanda bölgesel bazda yapılan deformasyon ölçmeleri için de kullanılabilir. Levha hareketlerinin sebep olduğu etkiler ölçüm sonuçlarından

çıkarılarak geri kalan kayma, çökme gibi hareketlerin sebep olduğu deformasyon miktarları da yine koordinat farklarının geçen zaman farkına orantılanması ile doğrusal bir şekilde deformasyonun hızı tespit edilebilmektedir. GNSS gözlem verilerinin değerlendirilmesi yapılırken servis ve yazılımlarda genellikle koordinatları etkileyen unsurlar ya isteğe bağlı olarak ya da direkt olarak hesaplama işlemine dâhil edilmektedir. Koordinatları etkileyen unsurlar ise;

- Atmosfer kaynaklı etkiler
- Yerin dönme parametreleri
- Gel-git etkileri (okyanus, kutup, yer, atmosfer)
- Radyasyon kaynaklı etkiler
- Okyanus ve atmosfer yüklemesi

gibi örneklendirilebilir. Bu etkiler değerlendirme işlemi sırasında modellenip, hesaplama dâhil edilmezse koordinatlara ve hızlara hata olarak etki etmektedir.

GPS istasyon hızları genel olarak mm/yıl olarak gösterilmektedir. Bu tektonik hız vektörü belirlenirken hem yatay hem de düşey boyutlu olarak iki farklı düzlemde hesaplanmaktadır. Yatay ve düşey bileşen için hesaplama yöntemi aynıdır ve iki farklı zamana ait koordinat değerlerinin arasındaki farkın, koordinatların hesaplandığı iki zaman arasındaki farka orantılanması ile hesaplanır. Hızların hesaplanması;

$$V_X = \frac{X(t_2) - X(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (3.1)$$

$$V_Y = \frac{Y(t_2) - Y(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (3.2)$$

$$V_Z = \frac{Z(t_2) - Z(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (3.3)$$

eşitlikleri yardımıyla gerçekleştirilir. Burada;

$V_x, V_y, V_z$  : sırası ile X, Y ve Z boyutları için doğrusal hız (mm/yıl)

$t_1, t_2$  : sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait ondalıklı yıl değeri

$X(t_1), X(t_2)$  : sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait X koordinat değeri

$Y(t_1), Y(t_2)$  : sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait Y koordinat değeri  
 $Z(t_1), Z(t_2)$  : sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait Z koordinat değeri  
olarak ifade edilir.

Hız bilgilerinin üretilmesi aşamasında yatay hız vektörü için doğu-batı ve kuzey-güney bileşenler hesaplandıktan sonra bileşkesi alınır. Düşey hız vektörü hesabı için ise aşağı ya da yukarı yönlü olarak tek doğrultu kullanılmaktadır.

GPS istasyon hızları, ölçümün yapıldığı zamanlarda hesaplanan koordinat bilgisinden direkt olarak etkilenmektedir. Değerlendirme yazılımlarının bünyesinde jeofiziksel etkilerle ilgili model eksik ya da bulunmuyorsa koordinat değerleri ve bundan dolayı hız vektörleri içerisinde hatalar meydana gelmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan CORS-TR istasyon hız verileri 7-8 yıllık ölçümlerle belirlenmiştir.

### 3.5. Tektonik Hızlarla Koordinatların Hesaplanması

Koordinatı ve hızı bilinen herhangi bir GNSS istasyonu için geçmişte ya da gelecekte bulunması gereken konum, levha hareketleri dışındaki konuma etki eden hatalar modellendikten sonra istasyon hız vektörleri yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalar için ölçünün yapıldığı zaman ve hesabı yapılacak olan koordinatın zaman bilgisi gereklidir. Bu zaman değerleri gün-ay-yıl formatından ondalıklı yıl formatına dönüştürülmelidir. Zaman dönüşümü için;

$$GG = GA + \dot{A} \quad (3.4)$$

$$T = YY + (GG \times (1/365)) \quad (3.5)$$

eşitlikleri kullanılır. Burada;

$GG$  : ölçü zamanının yıl içerisindeki gün sayısı

$GA$  : geçmiş ayların günleri toplamı

$\dot{A}$  : ölçünün yapıldığı ayın günü

$T$  : ölçü zamanına ait ondalıklı yıl değeri

$YY$  : ölçü zamanının yılı

$(1/365)$  : ondalıklı yıl dönüşüm katsayısı ( Artık yıllar için  $1/366$  )

olarak ifade edilir. Ölçünün yapıldığı birinci zamana ve koordinatların hesaplanacağı ikinci zamana ait ondalıklı yıl değerleri elde edildikten sonra ikinci zamana ait koordinat değerleri hesaplanırken;

$$X_2 = X_1 + (t_2 - t_1) * V_X \quad (3.6)$$

$$Y_2 = Y_1 + (t_2 - t_1) * V_Y \quad (3.7)$$

$$Z_2 = Z_1 + (t_2 - t_1) * V_Z \quad (3.8)$$

Eşitlikleri kullanılır. Burada;

$V_x, V_y, V_z$  : sırası ile X, Y ve Z boyutları için doğrusal hız (mm/yıl)

$t_1, t_2$  : sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait ondalıklı yıl değeri

$X(t_1), X(t_2)$  sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait X koordinat değeri

$Y(t_1), Y(t_2)$  sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait Y koordinat değeri

$Z(t_1), Z(t_2)$  sırası ile ölçünün yapıldığı 1. ve 2. zamana ait Z koordinat değeri

olarak ifade etmektedir.

## 4. CORS-TR VE PPP TEKNİĞİ

### 4.1. CORS-TR Projesi

Günümüz zamanında artık insanların hayatında bilgi teknolojileri çok büyük bir paya sahip olmuştur. Günümüzdeki insanlar yaşam alanlarını planlayıp düzenli bir hale getirmek ve hızla azalan kaynakların oldukça verimli bir şekilde kullanılması için coğrafi yani mekânsal verilere ihtiyaç duymaktadır.

Bu ihtiyaç kapsamında Türkiye için oldukça büyük önem taşıyan bir projeyi, yürütücü ismi ile İKÜ (İstanbul Kültür Üniversitesi) ve müşterek müşteri ismi ile TKGM (Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü) birlikte TÜBİTAK'a sunmuşlardır. Yaptığı bilimsel çalışmalar ve değerlendirmeler neticesinde 18 Nisan 2006'da TÜBİTAK bu ulusal projeyi desteklemeye karar vermiştir. Bu proje kısaca CORS-TR diye isimlendirilen "Ağ ilkesiyle çalışan gerçek zamanlı kinematik (RTK) prensipli sabit GNSS istasyonlarının kurulması ve hücrel dönüşüm parametrelerinin belirlenmesine ilişkin araştırma ve uygulama" projesidir. Projeye ait sözleşme 8 Mayıs 2006'da TÜBİTAK, İKÜ, TKGM ve sonradan projeye müşterek müşteri ismi ile dâhil olan HGK (Harita Genel Komutanlığı) arasında imzalanmıştır (Uzel ve Eren, 2008).

#### 4.1.1. CORS-TR Projesinin Amacı

Mekânsal bilgilerin hayati öneme sahip olduğu haritacılık, kadastro, coğrafi bilgi sistemleri ve kent bilgi sistemi çalışmalarında bu verilerin güvenilir şekilde doğru olarak belirlenmesi gereklidir. Aksi takdirde elde edilen verilerde oluşabilen uyumsuzluk gibi etkenler entegrasyon aşamasında sorunlar ortaya çıkartabilmektedir.

Günümüz dünyasında konumların hesaplanıp belirlenmesinde uzay bazlı GPS teknikleri çok büyük bir katkı sağlamıştır. GPS' in çok kullanışlı olan teknikleri ülkemizde 1990'lı yıllarda kullanılmaya başlanmasına rağmen sistemin kullanıcıları, ekonomik açıdan pahalı olan ve referans istasyonlarının yerel olmasını gerektiren zahmetli teknikleri kullanmaktaydı. Bu şekilde kullanımı zor ve verimsiz olan teknikleri, ülke içerisinde oldukça hızlı, ekonomik açıdan uygun ve daha sağlam çalışma prensibine sahip olan yeni teknikler ile değiştirmek için CORS-TR projesi amaçlanmıştır. Bu proje ile birlikte önceki zaman diliminde kullanılan ED50

datumundan, dönüşüm parametrelerini hesaplayarak ITRFyy datumun aktarılması da amaçlanmıştır (Eren vd., 2007).

Ulusal niteliğe sahip olan CORS-TR projesinde belirlenen amaçlar genel itibari ile aşağıdaki maddelerle açıklanabilir (Eren vd., 2007).

- Günün her anı ülkenin tamamında hizmet verecek olan CORS-TR istasyonlarının kurulumu tamamlandıktan sonra datum dönüşümü için hesaplanan parametrelerin belirlenmesi ile birlikte ülkenin hem savunma sistemi hem de ülkenin kalkınmasında rol oynamak için yüksek hassasiyetli konum bilgilerinin oldukça hızlı ve daha ekonomik olarak elde edilmesi.
- Ulaşım açısından navigasyon bilgileri ile beraber araç takip sistemlerinin daha sağlıklı ve hassas çalışmasını sağlamak
- TKGM ve HGK gibi haritalarla ilgili bilgiler üreten kurum ve kuruluşlara hücresel dönüşüm parametrelerinin saptanmasında sorun oluşturan konuları çözmek
- Klasik tekniklerle üretilmiş olan, analog türdeki kadastro ölçülerinin ve paftalarının datum dönüşümlerini gerçekleştirerek TAKBİS'e entegre edilmesini sağlamak.
- Tektonik açıdan oldukça risk taşıyan ülkemizin plaka hareketlerini yüksek duyarlılıkta kesintisiz olarak takip ederek oluşan deformasyonları belirlemek.
- Türkiye'nin bulunduğu bölgedeki iyonosferin ve atmosferin modellenmesini sağlamak ve daha doğru meteorolojik tahminlerin yapılması ile iletişim, sinyal konuları gibi birçok bilimsel projelere katkılar sağlamak.
- TKGM ve HGK kurum ve kuruluşlar için; jeodezik özelliğe sahip nirengi, poligon gibi noktaların tesisi, ölçülmesi, hesaplanması, kadastro ölçümleri ve yersel haritaların üretilmesini sağlamak.

#### **4.1.2. CORS-TR Projesinin Kapsamı**

Bu proje aracılığı ile ülkenin tamamında hizmet sağlayabilecek ve ağ prensibi ile hareket eden gerçek zamanlı kinematik (RTK) özellikli, konumu sabit olan GPS istasyonları kurulup, ED50 datumundaki verileri ITRFyy datumuna dönüştürebilmek

için imkân sağlanacaktır. Bu şekilde ülkemizdeki haritacılık sektöründeki zemin tesis etme zorunluluğu önemli ölçüde ortadan kaldırılacaktır (Uzel ve Eren, 2008).

#### 4.1.3. Benchmark (BM) Testleri ve CORS-TR Projesinin Tasarımı

CORS-TR projesinde üretilecek çözümler ve proje tasarımı ile ilgili olarak şirketler, araştırmacılar ve kullanıcılar birbirlerinden farklı görüşlerde bulunmuştur. Türkiye'nin atmosfer, topografya ve iletişim olanakları gibi koşulların teste tabi tutulmasına karar verilmiştir. Testte hedeflenen amaçlar maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır;

- GNSS alıcılarının ve antenlerinin verimini ölçmek
- Kontrol merkezinde bulunan yazılımı test etmek
- İstasyon noktaları arasındaki en kısa mesafeyi belirlemek
- Türkiye'nin internet ve iletişim alanındaki altyapı bilgisini öğrenmek
- Atmosferin sebep olduğu etkileri gözlemlemek

gibi kriterler göz önüne alınarak testler yapılmıştır.

Benchmark test sonuçlarından ve daha sonra gerçekleştirilen araştırmalardan, CORS istasyonlarının arasındaki en uygun uzaklığın ülkemizin bulunduğu koşullar altında 80-100 km arasında olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca CORS-TR projesi için seçilecek olan istasyon noktalarının arasındaki mesafeden farklı olarak başka unsurların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu unsurlar;

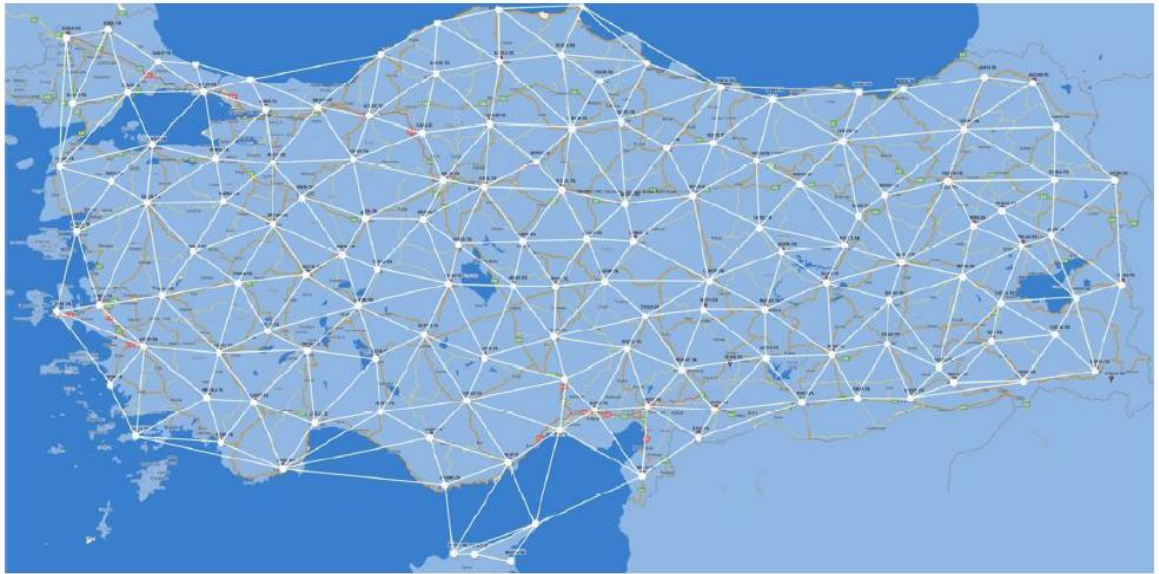
- Kullanıcıların özellikle yoğun olarak bulunduğu il merkezlerinde olması
- Tesis yapılacak bölgenin sağlam ve ulaşımına uygun bir zemin olması
- İletişimin ve elektrik imkânlarının bulunması
- Tektonik levha hareketliliklerinin gözlemlenmesine imkân sunacak konumlar olması

gibi etkenler de göz önünde bulundurulularak ülkenin tamamını ve KKTC'yi de kapsama alanına dahil eden bir tasarım yapıp İKÜ, HGK ve TKGM'nin beraber çalışmasıyla 146 adet istasyon noktası konumu belirlenmiştir (Uzel ve Eren, 2010a). Şekil 4.1.'de

TUSAGA-Aktif istasyon noktalarının konumları ve Şekil 4.2.'de ise TUSAGA-Aktif noktalarının 80-100 km mesafede oluşturdukları ağ gösterilmiştir.



Şekil 4.1. TUSAGA-Aktif istasyon noktalarının konumları (Anonim3, 2019)



Şekil 4.2. TUSAGA-Aktif noktalarının 80-100 km mesafede oluşturdukları ağ (Yılmaz, 2011)

#### 4.1.4. CORS Sistemleri ve Çalışma Prensipleri

CORS (Continuously Operating Referans Stations) sistemlerinde ülkenin tamamını kapsayan, koordinatları hassas bir şekilde bilinen referans olarak kabul edilen istasyon noktalarına konumlandırılan GNSS alıcılarının yaptığı gözlemler, ADSL ya da

GPRS yardımı ile kontrol merkezine aktarılır. Kontrol merkezinde özellikle atmosfer ve diğer hatalar düzeltilerek, düzeltme verileri tekrardan RTCM formatında gezici alıcılara ulaştırılmaktadır.

Türkiye genelinde hâlihazırda üç binden daha fazla GPS alıcısı bulunmaktadır. Bu kullanıcılar ya mevcut bulunan kontrol noktalarını kullanmakta ya da statik veya RTK yöntemleri ile kendi istasyon noktalarını oluşturmaktadır. Bu noktalar sayesinde gezici alıcılara koordinat belirlemektedirler. Statik olarak yapılan ölçme çalışmalarında, baz mesafeleri ve kullanılan yöntemeye dayalı olarak gezici alıcılar için ölçü zamanları dakikalardan saatlere kadar uzanmaktadır. RTK tekniğinin kullanımında ise gezici alıcıların baz kabul edilen istasyon noktasından 5-10 km mesafeye kadar koordinat hesaplaması yapılmaktadır. Anlatıldığı üzere oldukça zahmetli olan, zaman açısından uzun süren ve maddi olarak pahalı bir yöntem sonucu belirlenmiş olan bu jeodezik kontrol noktaları, farklı boyutlarda zemin tesisleri arazide yapılabilmektedir.

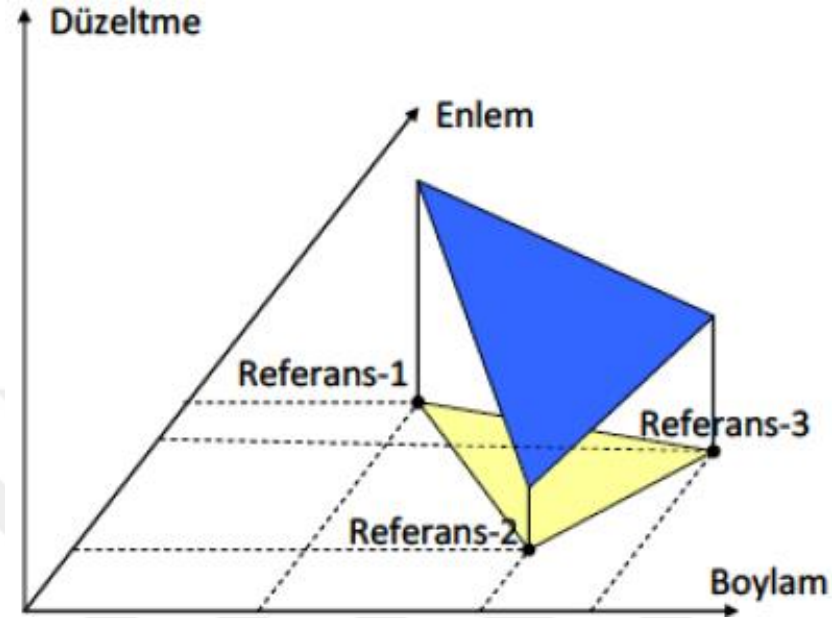
CORS-TR sisteminde ise aktif CORS düşüncesi benimsenmiştir. Yine tüm ülkeyi kapsama alanı içerisine alan CORS istasyonları merkeze bağlanmıştır. Bu merkezde istasyon noktalarının konumlarını ve atmosferik etkiler sürekli olarak gözlenip, hesaplanmaktadır. Böylelikle atmosfer ve konumlara ait düzeltmeler sürekli olarak ülkenin tamamında modellenip alıcılara gönderilmektedir. Bu yaklaşım ile birlikte GNSS ile yapılan ölçümlerin süreleri saniyelere kadar inebiliyorken, baz mesafeleri ise 10 kata kadar büyümektedir (Uzel ve Eren, 2008).

#### **4.1.5. Aktif CORS Modellemelerinde Kullanılan Düzeltme Teknikleri**

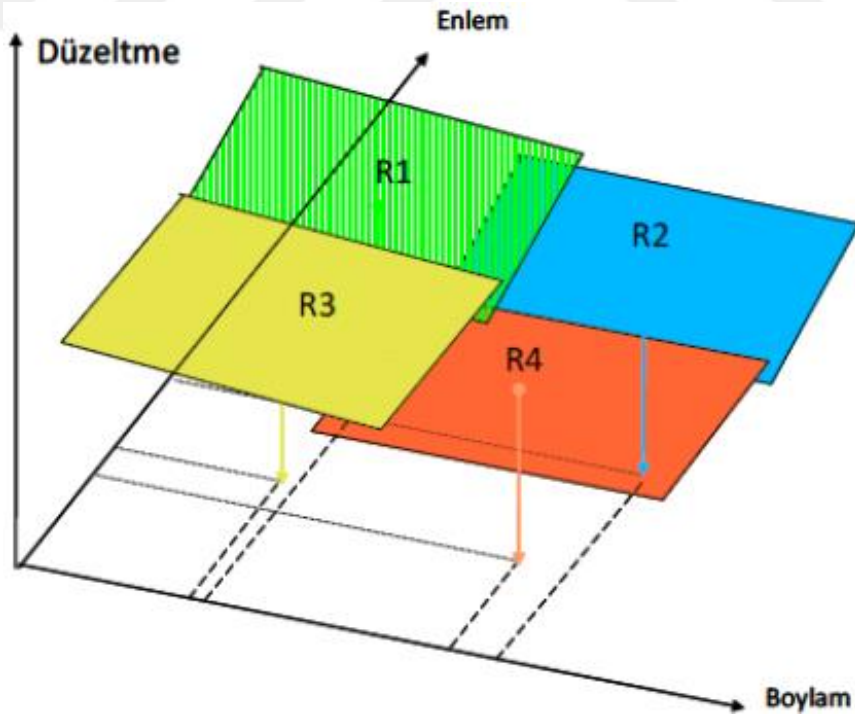
##### **4.1.5.1. FKP Alan Düzeltme Tekniği**

FKP tekniğinde CORS ağına bağlı tüm sabit istasyonlarda atmosferik etkilerin ve taşıyıcı faz düzeltmelerinin hesaplaması yapılmaktadır. Bu hesaplanan düzeltmeleri gezici alıcılar kullanabilmektedir. Gezici alıcının yaklaşık konum bilgisi bu teknikte kullanılmamaktadır ve kullanıcı sayısı için herhangi bir kısıtlama bulunmamaktadır. Referans istasyonun elde ettiği veriler hesap merkezinde toplanılarak, analiz edilir. Bu merkezden tek yönlü olarak gezici alıcılara iletişim kurulur. Yayınlanan ya da gönderilen veriler, referans bilgileri ile bulunduğu ağa dayalı olarak modeli oluşturulmuş iyonosferik düzeltme bilgileridir. Böylelikle gezici alıcılar referans istasyonuna ait olan verileri ve iyonosferik etkileri gidermek için düzeltme bilgilerini

kullanarak RTK işlemini tamamlamış olur (Kahveci, 2009; Öğütçü 2014). Şekil 4.3.'de üç referans istasyon noktası için FKP tekniği ve Şekil 4.4.'de dört referans istasyon noktası için FKP tekniği gösterilmiştir.



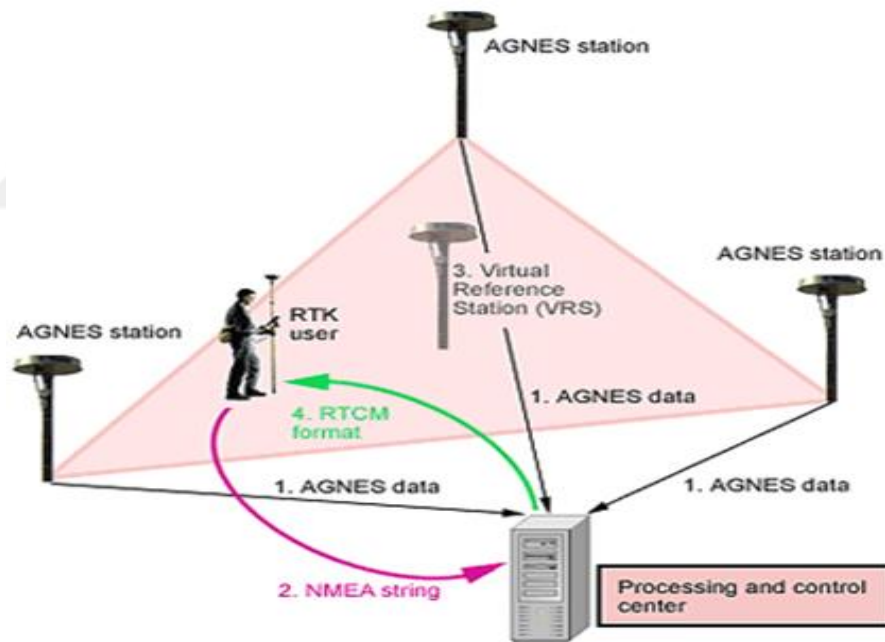
Şekil 4.3. Üç referans istasyon noktası için FKP tekniği (Gülal, 2000)



Şekil 4.4. Dört referans istasyon noktası için FKP tekniği (Gülal, 2000)

#### 4.1.5.2. VRS Tekniği

VRS tekniğinde ağın tamamında hesaplanan d¼zeltmeler gezici alıcının yakınında sanal olarak oluşturulan istasyon noktasından yayınlanmaktadır (Dabove ve ark., 2012). Bu teknikte ağ içerisinde bulunan bir referans istasyonunda sorun meydana gelse bile gereken d¼zeltmeler başka bir istasyona ait veriler yardımı ile hesaplanabilmektedir. Üstelik bu teknikte gezici alıcıların uydulara bağlantıları ve ol¼ yapmaya başlama s¼releri de azalmıştır (Kahveci, 2009). VRS sisteminin uygulamasında ki ¼n şart ağda bulunan kontrol merkezi ve gezici alıcıların birbirlerine iki y¼nl¼ olarak iletişim kurmasıdır. Gezici alıcı yaklaşık konumunu iletişim sağlayarak kontrol merkezine yollar ve kontrol merkezinde t¼m ağa ait bilgiler kullanılarak, bu gezici alıcının konumunun belirlenmesi için VRS referans verileri oluşturulur (Uzel ve Eren, 2008). şekil 4.5.'de VRS tekniği g¼sterilmektedir.

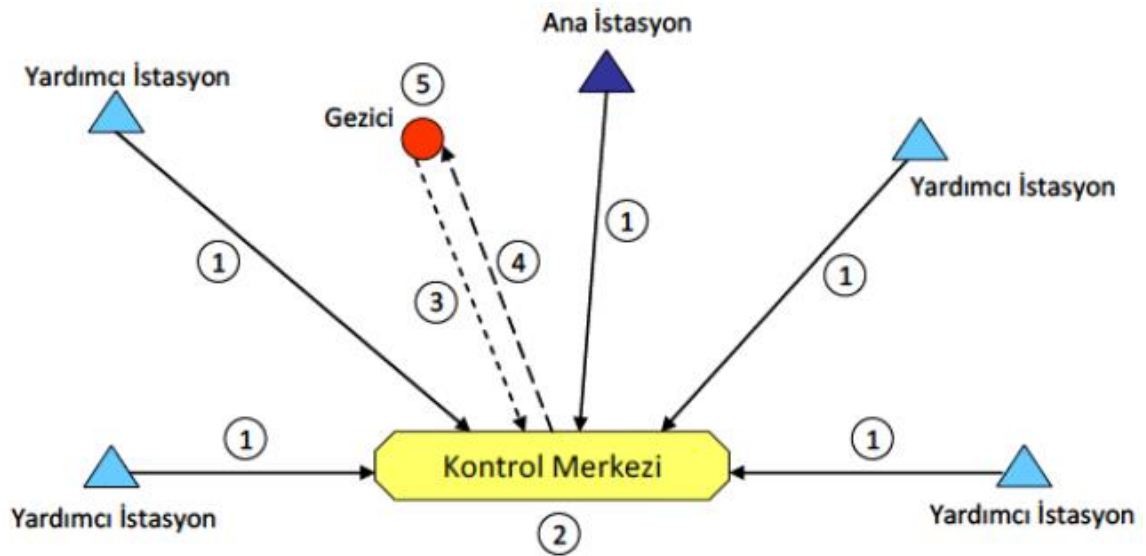


şekil 4.5. VRS Tekniği (Anonim4, 2019)

#### 4.1.5.3. MAC D¼zeltme Tekniği

MAC tekniğinde asıl olan prensip GNSS ağı ve ağ içerisindeki g¼zlemlerle ilgili hata bilgisinin alıcılara iletilmesidir. Bu teknikte merkez olarak bir referans istasyonu ve onun formatında olan t¼m ham ol¼ bilgileri ile diğer istasyonların azaltılmış verileri beraber kullanılmaktadır (Dabove ve ark., 2012).

Bu teknikte gezici alıcılara en yakın istasyon ana istasyon olmak zorunda değildir. Önemli olan husus yapılan gözlemlerin aynı uydular için olmasıdır. Ana istasyonun yapması gereken düzeltme verilerini yayınlayıp, göndermektedir. Herhangi bir şekilde veriler ana istasyondan alınamazsa bu görevi yardımcı referans istasyonları yapabilmektedir. Sistemde modelleme gezici alıcıların üzerinden gerçekleştirildiği için bu alıcılarının oldukça güçlü işlemcileri olmalıdır (Kahveci, 2009). Şekil 4.6.'da MAC tekniği gösterilmiştir.



Şekil 4.6. MAC tekniği (Gülal, 2000)

#### 4.1.6. Ulusal CORS Ağı

GNSS sisteminin kullanıcıları, çalışma ya da uygulama yapılan alandaki verilerin daha hassas ve sonuçların daha güvenilir özellikte olmasını beklemektedir. Bu beklentiler özellikle GNSS' de oluşan hataların düzeltilip modellenmesi şartıyla elde edilebilir. Jeodezik ağ tasarımında ve işletilmesinde en önemli konu hataların doğru şekilde modellenmesidir (Avcı, 2007).

GNSS gözlem verileri CORS referans istasyon noktalarından her saniye ADSL ya da EDGE yardımı ile merkez kontrol istasyonuna aktarılmaktadır. Bu merkezde hatalar için modeller oluşturulup her saniye için düzeltmeler hesaplanmaktadır. Ayrıca sonradan değerlendirme amacıyla GNSS gözlem verileri ftp olarak kullanıma açılmıştır. Anlatılan bu işlemlerden dolayı sistem iki farklı şekilde hizmet sunmaktadır. Bu

hizmetlerin biri gerçek zamanlı olarak koordinat temini ikincisi ise sonradan değerlendirme yöntemi için veri dosyası oluşturulmasıdır.

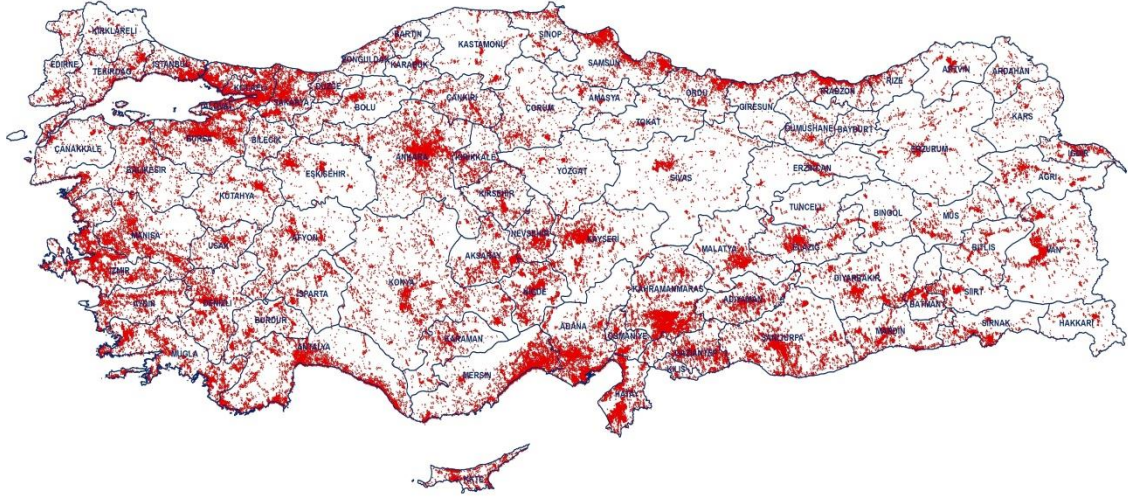
#### 4.1.7. Ulusal Datum Dönüşümü

CORS-TR sistemi dâhilinde hücresel dönüşüm parametreleri sayesinde 1/5000 ve daha büyük ölçeğe sahip hâlihazır haritalar ile birlikte kadastral paftalar ITRFyy datumu için dönüştürülmektedir. Böylelikle TKGM ve İller Bankası'nda bulunan 300.000' den fazla pafta ve kadastro verilerinin koordinatlarının dönüşümü sağlanmış olacaktır (Uzel ve Eren, 2010a).

#### 4.1.8. CORS-TR Projesinin Ekonomik Katkıları

CORS-TR sisteminin sağlamış olduğu hız, kolaylık, süreklilik ve kullanım pratikliği ekonomik olarak hesaplandığında Türkiye için çok büyük bir yatırım ve yeniliktir. Aşağıda sistemin ekonomik olarak sağlamış olduğu katkıların bazıları açıklanmıştır. Ayrıca Şekil 4.7.'de CORS-TR sisteminin 2014 yılı kullanım yoğunluk haritası gösterilmiştir.

- TKGM'nin yapmış olduğu kadastral çalışmalarda oldukça büyük bir paya sahip olan jeodezik çalışmalar bu sistem sayesinde daha tasarruflu olarak gerçekleştirilmektedir.
- Devlet Planlama Teşkilatı' nın yürüttüğü bazı programlarda kullanılması için gereken CBS alt yapısının oluşturulması için gereken verilerin temin edilmesinde CORS-TR sistemi önemli oranda katkı sağlamamaktadır.
- HGK başta olmak üzere askeri birimler, belediyeler ve diğer kullanıcılar düşünüldüğünde CORS-TR projesi yıllık bazda ekonomik açıdan önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

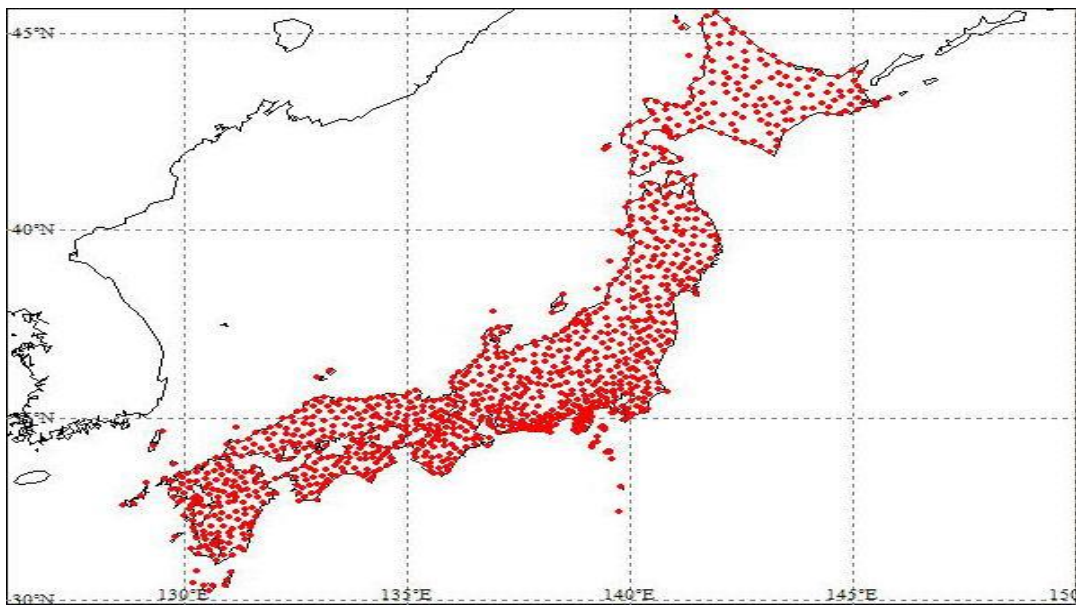


Şekil 4.7. CORS-TR sistemi 2014 yılı kullanım yoğunluk haritası (Anonim5, 2019)

## 4.1.9. Dünyadaki Diğer CORS Sistemleri

### 4.1.9.1. Japonya GEONET Ağı

Japonya’ da 1993 yılında GSI tarafından 110 adet sabit GPS istasyon noktası ile kurulmuş bir ağıdır. Daha sonra 1200 civarında istasyon noktası, ortalama olarak 25 km sıklıkta tesis edilmiştir. Bütün istasyon noktalarında çift frekanslı alıcılar mevcuttur. Bu sistem 2003 yılında 7 gün 24 saat gerçek zamanlı olarak veri aktarımı yapabilir duruma gelmiştir. Şekil 4.8.’de GEONET istasyon noktaları gösterilmiştir.



Şekil 4.8. GEONET ağı istasyon noktaları (Anonymous7, 2019)

GEONET sistemi özellikle depremler ve yer kabuğu ile ilgili hareketlerin izlenmesi için kurulmuştur. Fakat GRAPES projesinin başlatılmasıyla birlikte volkanizma alanlarının izlenmesi ve deprem sırasında oluşan değişimlerinde izlenebilirliği görülmüştür. GEONET ağı ile günümüzde kadastro, mühendislik ve jeodezik ölçmeler gibi alanlarda oldukça faydalanılmaktadır.

#### 4.1.9.2. Almanya SAPOS Ağı

SAPOS ağında yüksek doğruluklu ve gerçek zamanlı olarak uydularla konum belirleme yöntemi kullanılmaktadır. SAPOS Ağı aracılığı ile DGNSS ve RTK yöntemleri faal olarak tüm eyaletlerde kullanılmaktadır. Bu sistemde 40-70 km aralıklı olarak toplamda 250 adet istasyon noktası mevcuttur. Referans istasyonlarda kullanılan GNSS alıcıları çift frekanslıdır. Şekil 4.9.'da SAPOS Ağı istasyon noktaları gösterilmiştir.



Şekil 4.9. SAPOS ağı istasyon noktaları (Anonymous8, 2019).

SAPOS ağında düzeltme verileri GSM, internet, AM, FM ve UHF üzerinden yayınlanmaktadır. Bu ağın kullanıcılarına farklı hizmetler verilmektedir. Bu hizmetler aşağıda gösterilmiştir;

- GPPS (Geodetic Precise Positioning Service) : Yüksek hassasiyet gereken çalışmalar için yatay ve düşey olarak 1 cm'nin altında doğruluğa sahip konum bilgisi verilmektedir. Bu veriler RINEX formatındadır. Ulusal anlamda jeodezik uygulamalar, deprem takip amaçlı projeler ve datum parametreleri belirleme gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. GHPS hizmeti de bu sistem gibidir.
- EPS (Real Time Positioning Service) : Bu hizmet daha çok CBS, denizcilik, araç takip gibi alanlarda kullanılmaktadır. VHF ya da GSM üzerinden 0,5 – 3 m aralığında doğruluğa sahip veriler yayınlanmaktadır.
- HEPS (High Precision Real Time Positioning Service) : Mühendislik alışmaları, kadastro ve CBS alanlarında kullanılan bu hizmet yatayda 1-2 cm ve düşey yönde ise 2-6 cm doğruluk sağlayabilmektedir. Faz düzeltme verilerini 1 saniyelik aralıklarla GSM hatları üzerinden yayınlarak gerçek zamanlı olarak konum belirleme hizmeti sunmaktadır.

## 4.2. PPP TEKNİĞİ

### 4.2.1. PPP Tekniğinin Tanımı ve Gelişimi

PPP tekniğinin gelişimi Anderle'nin yapmış olduğu çalışma ile başlamıştır. Anderle'nin yapmış olduğu çalışmada kutuplardaki hareketliliği belirlemek amacıyla Doppler gözlemlerinde hassas yörünge çözümlerini sabit (fixed) olarak kabul ederek sonuçlar üretmiştir (Anderle, 1976).

GPS ile PPP bağlantısının kullanıldığı çalışma ise ilk kez Zumberge ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Zumberge ve arkadaşları çok hızlı şekilde artan GPS verilerinin değerlendirilmesinde ki zorluklardan dolayı bir takım araştırmalar yapmışlardır. PPP tekniğinin modelini oluşturmak için yapılan bu araştırmada hem kod hem de taşıyıcı faz gözlemlerini iyonosfer-bağımsız kombinasyonlar kullanılmıştır (Ebner, 2008; Zumberge vd., 1997).

Ayrıca Kouba ve Héroux ile Gao ve Shen'in yaptıkları araştırmalar ve yayınlardan sonra PPP tekniğinin gelişimi oldukça hızlanmıştır (Kouba ve Héroux, 2001; Gao ve Shen, 2001).

Zumberge ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada PPP tekniğinin tanımı SPP tekniğinin ilkesi ile karşılaştırılmalı olarak yapılmıştır. SPP tekniğinde tek bir GNSS alıcısı yardımıyla navigasyon mesajında bulunan yörünge parametreleri sabit (fixed) alınarak kod gözlemleri ile yapılan ölçümlerin mutlak konumlama ilkesine göre noktanın bulunduğu konum saptanır. PPP tekniğinin SPP tekniğinden iki önemli farkı vardır. Birinci farklılık SPP tekniğinde sadece kod gözlemleri kullanılırken PPP tekniğinde hem kod hem de taşıyıcı faz gözlemleri kullanılır. İkinci farklılık ise PPP tekniğinde konum doğruluğunu arttırmak için daha yüksek kaliteye sahip hassas uydu parametreleri hesaplamaya dâhil edilmektedir. Bu teknik için gereken uydu yörünge ve saat bilgileri global ya da yerel olarak hizmet sağlayan sabit GPS/GNSS istasyon noktaları ağlarından elde edilebilmektedir (Ebner, 2008; Zumberge vd., 1997).

PPP olarak isimlendirilen teknik, mutlak konum belirleme mantığı ile çalışan, bir tane GNSS alıcısının kullanıldığı hassas nokta konum belirleme yöntemidir. Avantajları arasında ise diferansiyel konum belirleme yöntemlerinden farklı olarak koordinatı bilinen herhangi bir referans istasyon noktası gerekmemektedir. Buna karşın bu teknikte hem kod hem de taşıyıcı faz gözlemleri birlikte kullanılmaktadır ve yüksek doğruluklar için gerekli olan tamsayı belirsizliğinin çözümü için gereken yakınsama süresinin biraz daha uzun olmasıdır (Rizos vd., 2012).

#### **4.2.2. PPP Tekniğinin Bileşenleri**

PPP tekniği için bu zamana kadar çift frekanslı alıcılar için çalışmalar yapılmış, değerlendirme süreci için bilimsel yazılımlar, ticari yazılımlar ve online internet (web) tabanlı hizmetler için algoritmalar araştırılmıştır. Bunun sonucunda PPP tekniğinin statik ölçmelerde ve potansiyel bir şekilde kinematik uygulamalarda kullanılabileceği anlaşılmıştır (Rizos vd., 2012b; Zumberge vd., 1997).

Son zamanlarda IGS, NRCAN, JPL, CODE, BKG, CNES, GFZ gibi kuruluşlar ve Geo++, GMV ve Trimble gibi ticari şirketler bu teknik ile gerçek zamanlı uygulamaların yapılması ve yüksek doğruluğa sahip olan uydu yörünge ve saat bilgilerinin daha doğru hesaplanması konusunda çalışmaktadır.

PPP tekniği günümüzde ölçme çalışmaları ve harita üretimi aşamasında kısıtlayıcı unsurlara sahip olmasına rağmen, depremler ve yeryuvarında oluşan hareketlerin tespiti, troposferik gecikmelerin modellenmesi gibi birçok jeodezik uygulamada kullanılmaktadır. PPP tekniği diferansiyel kaynaklı GNSS tekniklerine oldukça önemli bir alternatif olmuştur (Rizos vd., 2012b).

### 4.2.3. PPP Tekniğinin Matematiksel Modeli

PPP tekniğinde özellikle bilinen ve kullanılan iki tane matematiksel model vardır. Bu modellerde hem çift frekanslı sinyaller hem de taşıyıcı faz gözlemleri kullanılmaktadır. Bu modellerden biri geleneksel model olarak kabul gören Kouba ve Héroux'un geliştirdiği matematiksel modeldir. Diğer matematiksel model ise Gao ve Shen'in geliştirdiği P1-P2-CP modelidir (Kouba ve Héroux, 2001; Gao ve Shen, 2001).

#### 4.2.3.1. Geleneksel Model

Kouba ve Héroux'un geliştirdiği bu matematiksel model fark alınmamış taşıyıcı faz gözlemleri ile birlikte çift frekanslı kod ölçüleri kullanılarak PPP tekniğinin büro hesaplamalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu modelde çift frekans özellikli bir GPS alıcısı kullanılır. Doğruluk olarak cm mertebesine sahip hem statik hem de kinematik olarak jeodezik konumlama çalışmaları için PPP tekniğinin geleneksel matematik modeli olarak kabul edilmiştir (Kouba ve Héroux, 2001; Ebner, 2008).

PPP tekniği açısından doğruluk ve duyarlılığın yüksek olması için kod gözlemleri ile birlikte taşıyıcı faz gözlemleri kullanılmaktadır. İyonosferden kaynaklı oluşan hataların oluşturduğu etkiyi azaltmak amacıyla geleneksel yöntemde çift frekanslı GPS gözlem modelleri kabul edilerek benimsenmiştir. Böylece iyonosfer-bağımsız taşıyıcı faz ve kod gözlemlerini, L3 olarak isimlendirilen entegre edilmiş iyonosfer-bağımsız bir yapıya çevirmiştir. Bundan kaynaklı GPS sinyallerinde iyonosferden geçişleri sırasında etkiye maruz kalıp oluşan kayıklıklar (refraksiyon bias) önemli ölçüde ortadan kaldırılmaktadır (Kouba ve Héroux, 2001; Ebner, 2008).

#### 4.2.3.2. P1-P2-CP Modeli

Statik yöntemle toplanan verilerin büro değerlendirmesi yoluyla yapılan analizlerinde geleneksel model kullanıldığında konum bilgilerinin hesaplanması için yakınsama süresi 30 dakikanın üzerine çıkmaktadır. Bu sürenin kısaltılması için iki yol vardır. Birincisi bilinmeyenlerin sayısının azaltılması ve ikinci olarak da ölçülmüş gürültü seviyesinin azaltılmasıdır. Gao ve Shen'in önerdiği P1-P2-CP gözlem modeli gürültü seviyesinin ve oluşan artık hataların azaltılması esasına dayanmaktadır. Bu önerilen model hem bilinmeyen sayısını azaltmaktadır hem de tamsayı belirsizliğinin hesaplanmasını sabit (fixed) olarak kabul etme imkanı sağlamaktadır (Ebner, 2008; Gao ve Shen, 2001).

Geleneksel modelde olduğu gibi P1-P2-CP modelinde de yine iyonosfer-bağımsız kombinasyonlarından yararlanır. Geleneksel modelde kullanılan L1 ve L2 sinyaller için faz ve kod ölçülerinin arasında birbirinden ayrı kombinasyonlar uygulanırken, P1-P2-CP modelinde ise kod ve faz gözlemlerinin arasında kombinasyon yeni bir gözlem gibi oluşturulmaktadır. Hem geleneksel hem de P1-P2-CP modelinde kullanılan frekans, kod ve faz gözlemleri için aynıdır. Bundan dolayı aynı şekilde iyonosferik etkiye uğrarlar (Ebner, 2008; Gao ve Shen, 2001).

P1-P2-CP modelinde L1 ve L2'de bulunan tamsayı belirsizliği birbirinden ayrı ayrı kestirilebilmektedir. Ayrıca tamsayı belirsizliği sabit çözüm verisini doğru bir şekilde elde edebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı bu model hem tamsayı belirsizliğinin çözümünü geliştirmiştir hem de sabit (fixed) belirsizlik çözümü yardımıyla konum belirleme için gereken yakınsama süresi azaltılmıştır. Bu gelişen çözüm ve azalan süre için bilinmeyen parametre verilerinin azaltılması yolundan faydalanılmıştır (Ebner, 2008; Gao ve Shen, 2001).

#### 4.2.4. PPP İçin Tamsayı Belirsizliğinin Çözümü

PPP tekniğinin performansının iyileştirilmesi için süreklilik, hassasiyet gibi kavramların yanı sıra yakınsama zamanı da oldukça önemli bir faktördür. Bu yakınsama zamanı için ise en önemli etmen tamsayı belirsizliğinin çözümünün oluşturulmasıdır (Martin, 2013; Takasu, 2012).

Görelî konum belirleme yöntemleri ile yapılan değerlendirmelerde tamsayı belirsizliğinin çözümü genellikle ikili fark gözlemlerinin sahip olduğu algoritmaların

çözüm sürecinde uygulanmaktadır. Bu sayede önemli miktarda tamsayı belirsizliği ve sinyallerde oluşan kayıklıklar giderilmektedir. Fakat PPP tekniğinde verilerin değerlendirilmesi kısmında fark alma tekniklerinden yararlanılmadığı için öncelikli olarak tamsayı belirsizliğinin çözümünde ve bundan kaynaklı oluşan yakınsama süresinde bir takım sorunlar ve zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bu zorlukların aşılması için PPP tekniğinde güvenli bir şekilde tamsayı belirsizliğinin çözümü için bir çok metot geliştirilmiştir (Rizos vd., 2012b).

Başlangıçta PPP tekniğinde konumun hassasiyeti bütünüyle kod ve faz gözlemlerine bağlıdır. Fakat sürenin geçmesiyle dm derecesinde hassasiyet daha sonrada cm ve daha düşük mertebelerde hassasiyetler elde etmek ve tamsayı belirsizliğinin yeterli olacak şekilde saptanması için ortalama 30 dakikalık bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır (Bisnath ve Gao, 2008).

#### **4.2.5. PPP Tekniği Çözümleri ve Hesaplamaları**

Günümüzde hala büyük bir ivme ile gelişen PPP tekniği için birçok değerlendirme yazılımı mevcuttur. Bilimsel yazılımlarla birlikte kullanımı giderek popüler hale gelen ve ücretsiz olarak sunulan online (web) tabanlı servisler bulunmaktadır. IGS gibi dünya üzerinde farklı kuruluşların sunmuş oldukları hassas yörünge ve saat bilgilerinin yanı sıra yayın efemerisi gibi ürünler ile birlikte PPP tekniği için bu yazılım ve hizmetlerin kullanımı sürekli olarak artış göstermektedir. Bilimsel yazılımlar ve online web tabanlı servislerin dışında kullanıcılar için hem statik hem de kinematik PPP çalışmaları için ticari firmalar tarafından geliştirilen ticari PPP değerlendirme yazılımları da mevcuttur.

#### **4.2.6. PPP Algoritmaları İçin Geliştirilen Yazılımlar**

##### **4.2.6.1. Bilimsel ve Ticari PPP Değerlendirme Yazılımları**

PPP tekniğinde sonradan yapılan büro hesaplamaları kullanılarak, veri değerlendirilmesi yapmak amacıyla çeşitli algoritmalara sahip bilimsel yazılımlar geliştirilmiştir. İsviçre’ de bulunan Bern Üniversitesi’nin geliştirdiği Bernese, NASA-JPL tarafından geliştirilmiş olan GIPSY-OASIS özellikle bilinen bilimsel

yazılımlardandır. Bunların yanı sıra Lamber Wanniger'in geliştirdiği WaPPP, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen gLAB gibi yazılımlar mevcuttur.

PPP tekniğinin hem bilimsel hem de ticari yazılım servisleri günümüzde üniversiteler, araştırma kuruluşları ve firmalar tarafından halen geliştirilmektedir. PPP tekniğinde oluşan bazı zorluklar ve dezavantajlara rağmen, tamsayı belirsizliğinin çözümünü sağlamak için geliştirilen ve geliştirilmeye devam eden algoritmalarla birlikte kısa bir süre içerisinde oldukça önemli bir teknik haline gelecektir (Soycan, 2012).

#### **4.2.6.2. İnternet (Web) Tabanlı Online PPP Değerlendirme Servisleri**

Dünya üzerinde sürekli olarak sayıları artan CORS yapısındaki GNSS istasyonları özellikle rölatif yöntemlerle belirlenen konumlar için gereken referans istasyonu gerekliliğini önemli ölçüde karşılamıştır. Büro çalışmalarını gerektiren bazı rölatif konumlama hesaplamalarında genellikle ücretsiz ve kaliteli olarak sunulan GNSS gözlem verileri de ihtiyaçları karşılamıştır. Böylelikle bilimsel ya da ticari yazılımlar sayesinde gerçekleştirilen manuel olarak yapılan verilerin değerlendirilmesi ve analiz edilmesi daha nitelikli bir biçimde konum bilgilerinin daha hassas olarak elde edilmesini sağlamıştır. Bu işlemlerle birlikte geçen süre ile beraber internet tabanlı olarak rölatif konum belirleme prensibinde çalışan servis hizmetlerinin (SCOUT, OPUS, AUSPOS) gelişimini mümkün kılmıştır (Öcalan vd., 2015).

PPP tekniğinin gün geçtikçe hızlı gelişimi ile birlikte online olarak internet bazlı servis hizmetleri de gelişim göstermektedir. Gelecek dönemler için gelişimin yönü de özellikle bu servislere yönelmektedir. Sürekli olarak artan online tabanlı değerlendirme servislerinin en çok bilinenleri ise CSRS-PPP, APPS, Trimble Center Point RTX, GAPS, Magic-GNSS'tir.

## 5. UYGULAMA

### 5.1. Çalışmada Kullanılan İstasyonlar ve Verilerin Toplanması

Tez çalışması kapsamında Türkiye ve KKTC dâhil olmak üzere tüm istasyon noktalarında çalışma yapılmasına karar verilmiş olup, bazı istasyon noktalarının konumlarındaki değişiklik ve seçilmiş olan 21-30 Kasım 2018 tarihlerinde yetersiz verilerin bulunmasından dolayı 141 adet CORS-TR istasyon noktası seçilmiştir. Seçilmiş olan bu istasyon noktalarının isimleri işlemler sırasında gösterilecektir.

Bu çalışmada kullanılan veriler ise TKGM'nin ftp servisinden temin edilmiştir. Verilerin toplanması aşamasında 21-30 Kasım tarihine ait günlük rinex verileri indirilmiştir. Toplamda 2000 civarı rinex verisi indirilip, değerlendirilmek üzere ayrıştırılmıştır.

### 5.2. CSRS-PPP Servisi

Dünya genelinde kullanıcıların kendi elde ettiği işlenmemiş ham gözlem verilerini değerlendirmeye yarayan Kanada Devleti'nin sunmuş olduğu web tabanlı online PPP değerlendirme servisidir. Bu servis işlenmemiş gözlem verilerini hem statik hem de kinematik olarak değerlendirebilmektedir. Çalışma kapsamındaki veriler statik olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca uydu yükseklik açısı 7.5 derece ve epok aralığı ise 30 saniyedir. Değerlendirilen gözlem verileri ise GPS+GLONASS verileridir. Ayrıca yatay konumda cm altı ve düşey konumda ise cm mertebesinde doğruluklar sağlamaktadır.

Her bir istasyona ait günlük rinex verileri kendi içerisinde klasörlerde toplanarak, zip formatında sıkıştırılmıştır. Bu veriler CSRS-PPP servisine ücretsiz bir şekilde üyelik oluşturularak değerlendirilmek üzere sisteme yüklenmiştir. Sistem verileri hızlı bir şekilde işleyerek kullanıcıların mail adreslerine değerlendirme sonuçlarını göndermektedir. Tüm sonuçlar indirilip istasyonlara ait veriler kendi içerisinde ayrıştırılmıştır böylelikle bir istasyona ait on farklı güne ait on günlük koordinat verilerinin ortalamaları alınmıştır. Bu koordinatlar 2018 yılına ait ITRF2014 sistemindedir. Bu ortalama koordinatlar, ITRF96 sistemine dönüştürülmüştür ve dönüşüm yapılmış durumdaki koordinatlarla birlikte verilecektir. Çizelge 5.1.'de ADN1 istasyonu için hesaplanmış ardışık 10 güne ait koordinatlar gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1.** ADN1 istasyonuna ait ardışık 10 güne ait hesaplanan koordinatlar

ADN1	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	4159856.8510	2950113.5599	3817800.0145
2	4159856.8508	2950113.5592	3817800.0155
3	4159856.8473	2950113.5589	3817800.0124
4	4159856.8487	2950113.5591	3817800.0130
5	4159856.8458	2950113.5595	3817800.0117
6	4159856.8523	2950113.5616	3817800.0178
7	4159856.8476	2950113.5583	3817800.0144
8	4159856.8529	2950113.5590	3817800.0163
9	4159856.8488	2950113.5607	3817800.0136
10	4159856.8453	2950113.5550	3817800.0096
ADN1	X ort (m)	Y ort (m)	Z ort (m)
	4159856.8491	2950113.5591	3817800.0139

### 5.3. Koordinatların Dönüştürülmesi ve Ötelenmesi

CSRS-PPP servisi ile koordinatları hesaplanan 141 adet CORS-TR istasyon noktasının koordinatlarının dönüşümü için EUREF ( Avrupa Bölgesel Referans Çerçevesi Alt Komisyonu) organizasyonunun sağlamış olduğu GNSS hizmetlerinden yararlanılmıştır. EUREF sisteminden koordinatların dönüştürülmesi sırasında koordinatların epok değeri girilmelidir. 21-30 Kasım 2018 tarihi için 25 Kasım 2018 ortalama ölçüm zamanı kabul edilmiştir. 25 Kasım 2018 tarihi için epok değeri hesaplanırken Eşitlik 3.4 ve Eşitlik 3.5 kullanılmıştır. Sonuç olarak ölçü zamanının epok değeri 2018.9 olarak hesaplanmıştır. İşlem sonucunda ITRF2014 sisteminde bulunan tüm koordinatlar ITRF96 sistemine dönüştürülmüştür.

Dönüşümü yapılan hesaplanmış koordinatlar ITRF96 2018.9 sistemindedir. Fakat TKGM tarafından yayınlanmış koordinatlar ise ITRF96 2005.0 sisteminde bulunduğundan dolayı koordinatların karşılaştırılıp konum sapmalarının belirlenmesi ve istasyon hızlarının analizlerinin yapılabilmesi için epok değerlerinde öteleme işlemi yapılmalıdır.

Öteleme işleminin temeli istasyon noktalarının yıllık olarak üç farklı boyutta sahip oldukları istasyon hızlarının epok farkı ile çarpılıp toplanmasıdır. Öteleme işlemi yapılırken TKGM tarafından ITRF96 2005.0 sisteminde bulunan koordinatlar çalışma kapsamında hesaplanan ITRF96 2018.9 sistemindeki koordinatlara ötelenmemiştir.

Bunun sebebi ise TKGM tarafından yayınlanan istasyonlara ait koordinatların ITRF96'dan ITRF2014'e dönüştürülmesi durumunda istasyon hızlarının da dönüştürülmesi gerekliliğidir. İstasyon koordinatları ile birlikte istasyon hızlarının da dönüştürülmesi hesaplamalarda duyarlılık kaybını arttıracaktır. Çalışma kapsamında hesaplanan istasyon konumları ve hızlarının arasındaki farklar mm ve cm mertebesinde olmasından dolayı mümkün olduğunca duyarlılık kaybı engellenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla öteleme işlemi çalışma kapsamında hesaplanan ve dönüştürülen ITRF96 2018.9 sisteminde bulunan istasyon koordinatları geriye yönelik olarak TKGM tarafından yayınlanan ITRF96 2005.0 sistemine ötelenmiştir. Öteleme işlemi yapılırken Eşitlik 3.6 , Eşitlik 3.7 ve Eşitlik 3.8 kullanılmıştır.

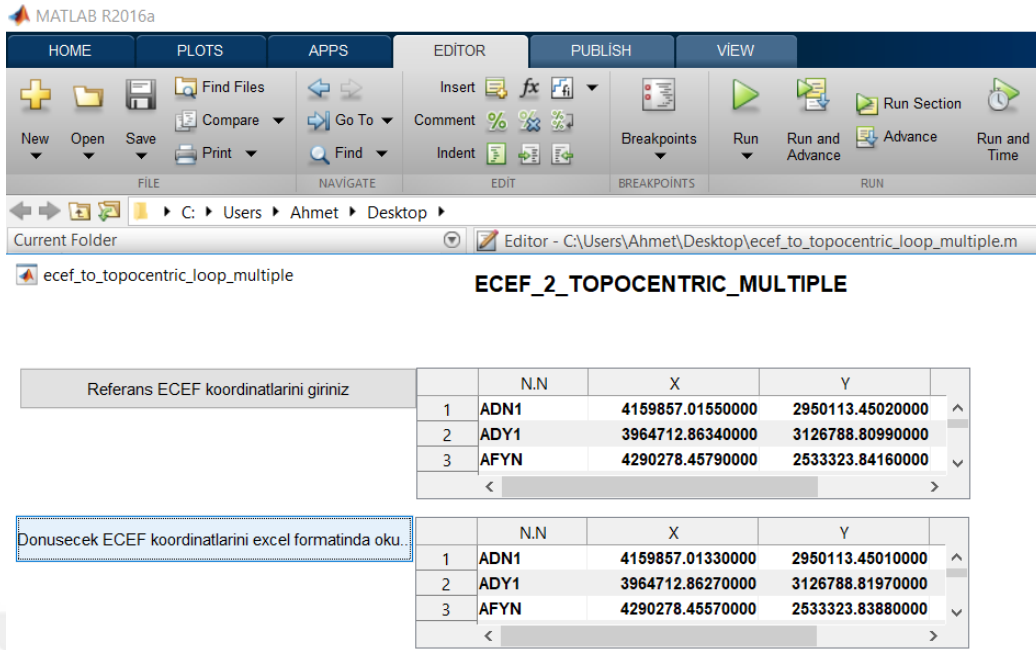
#### **5.4. Koordinat Farklarının Hesaplanması ve Dönüştürülmesi**

Değerlendirme sonucu hesaplanan koordinatlar istasyon hızlarının zaman farklı ile çarpılıp, toplanmasıyla 2005.0 yılına ötelenmiştir. Bu noktada CSRS-PPP servisiyle hesaplanan koordinatlar ve TKGM tarafından yayınlamış olduğu koordinatlar hem aynı koordinat sisteminde hem de aynı epok dilimine getirilmiştir.

Hesaplar sonucu üretilen koordinatlar, TKGM'nin yayınlamış olduğu ve kesin koordinatlar olarak kabul edilen koordinatlardan çıkarılarak her bir istasyon noktasındaki koordinat farkları hesaplanmıştır.

Böylelikle WEB-PPP tekniği ile güncel olarak belirlenen istasyon koordinatları ile 13.9 yıl önce hesaplanmış koordinatlar arasındaki farklar ortaya koyulmuştur. Arada oluşan bu farklılıkların sistemin kullanılabilirliği, hassasiyeti gibi konulardan ayrı olarak istasyon hızlarındaki değişim ve lokal jeolojik olaylardan kaynaklanabileceği gösterilmiştir.

Aynı istasyonlara ait iki farklı koordinat ve bu koordinatların arasındaki farklar kartezyen koordinat sisteminde hesaplandıktan sonra bu farklılıkların yani koordinat sapmalarının görselleştirilmesi amacıyla toposentrik dönüşüm yapılmıştır. Bu dönüşüm MATLAB programında ara bir yazılım ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.1.'de kartezyen koordinat farklarının MATLAB ile toposentrik sisteme dönüştürülmesi gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Kartezyen koordinat farklarının MATLAB ile topocentrik koordinat farklarına dönüştürülmesi.

MATLAB ortamında kartezyen koordinat farkları X, Y, Z cinsinden north, east, up olarak topocentrik koordinat farklarına dönüştürülmüştür. North ve east değerlerinin elde edilmesiyle birlikte;

$$\Delta X = \sqrt{N^2 + E^2} \quad (5.1)$$

$$a = \text{Arctan}\left(\frac{E}{N}\right) \quad (5.2)$$

Eşitlik (5.1) ile yatay yönlü sapma miktarları ve Eşitlik (5.2.) ile azimut açıları hesaplanmıştır. Eşitlikte bulunan ifadeler;

$\Delta X$  : yatay yönlü sapma miktarı

$a$  : azimut açısı

$N$  : dönüşüm sonucu hesaplanan north vektörü değeri

$E$  : dönüşüm sonucu hesaplanan east vektörü değeri

olarak ifade edilir. Hesaplanan açı değerlerine 1. 2. 3. 4. bölge olarak 0, 180 ve 360 derece eklenerek istasyonların yapmış olduğu sapmaların hareket yönü belirlenmiştir. Düşey yönlü konum sapma miktarları ve sapma yönleri için ise up değerleri kullanılmıştır. EK-2'de CSRS-PPP servisiyle hesaplanan koordinatlar ile TKGM

tarafından yayınlanan koordinatlar arasındaki kartezyen koordinat farkları ve toposentrik sistemdeki değerleri gösterilmiştir.

### 5.5. Türkiye ve KKTC İçin Genel İstasyon Konum Sapmaları ve Analizleri

İstasyon noktalarının yapmış olduğu hem yatay hem düşey boyutlu konum sapmaları ve sapma yönleri ArcGIS ortamında çizilerek gösterilmiştir. Türkiye ve KKTC sınırları içerisinde bulunan 141 adet CORS-TR istasyon noktalarının yapmış olduğu konum sapmaları dört farklı harita oluşturulmuştur. Her bir harita içerisinde bulunan sapmalar aynı harita içerisinde olmak üzere aynı ortanda büyütülerek görselin daha anlaşılır olması amaçlanmıştır. Şekil 5.2.'de Türkiye ve KKTC geneli yatay yönlü konum sapmaları, Şekil 5.3.'te Türkiye ve KKTC geneli düşey yönlü konum sapmaları, Şekil 5.4.'te Türkiye ve KKTC geneli yükselme yönlü konum sapmaları ve Şekil 5.5.'te ise Türkiye ve KKTC geneli çökme yönlü konum sapmaları gösterilmiştir. Türkiye ve KKTC geneli için konum sapmaları hesaplanan bu 141 adet istasyonun analizi sonucunda bu istasyonlarla ilgili olarak;

- Yatay yönlü konum sapma ortalaması 0.96 cm
- Düşey yönlü konum sapma ortalaması 1.08 cm
- Yatay yönlü konum sapmalarının sapma açısı ortalaması 233.3770 derece
- Düşey konumda yükselme yönlü sapma miktarı ortalaması 1.20 cm
- Düşey konumda çökme yönlü sapma miktarı ortalaması 1 cm
- Kuzey-Doğu arası sapma açısına sahip 31 istasyon
- Doğu-Güney arası sapma açısına sahip 10 istasyon
- Güney-Batı arası sapma açısına sahip 14 istasyon
- Kuzey-Batı arası sapma açısına sahip 86 istasyon
- Düşey konumda yükselme yönlü sapma yapan 65 istasyon
- Düşey konumda çökme yönlü sapma yapan 75 istasyon
- Yatay konumda sapma miktarı 4 cm ve üzeri olan 5 istasyon
- Yatay konumda sapma miktarı 3-4 cm arası olan 5 istasyon
- Yatay konumda sapma miktarı 2-3 cm arası olan 8 istasyon
- Yatay konumda sapma miktarı 1-2 cm olan 16 istasyon
- Yatay konumda sapma miktarı 1 cm ve altında olan 107 istasyon

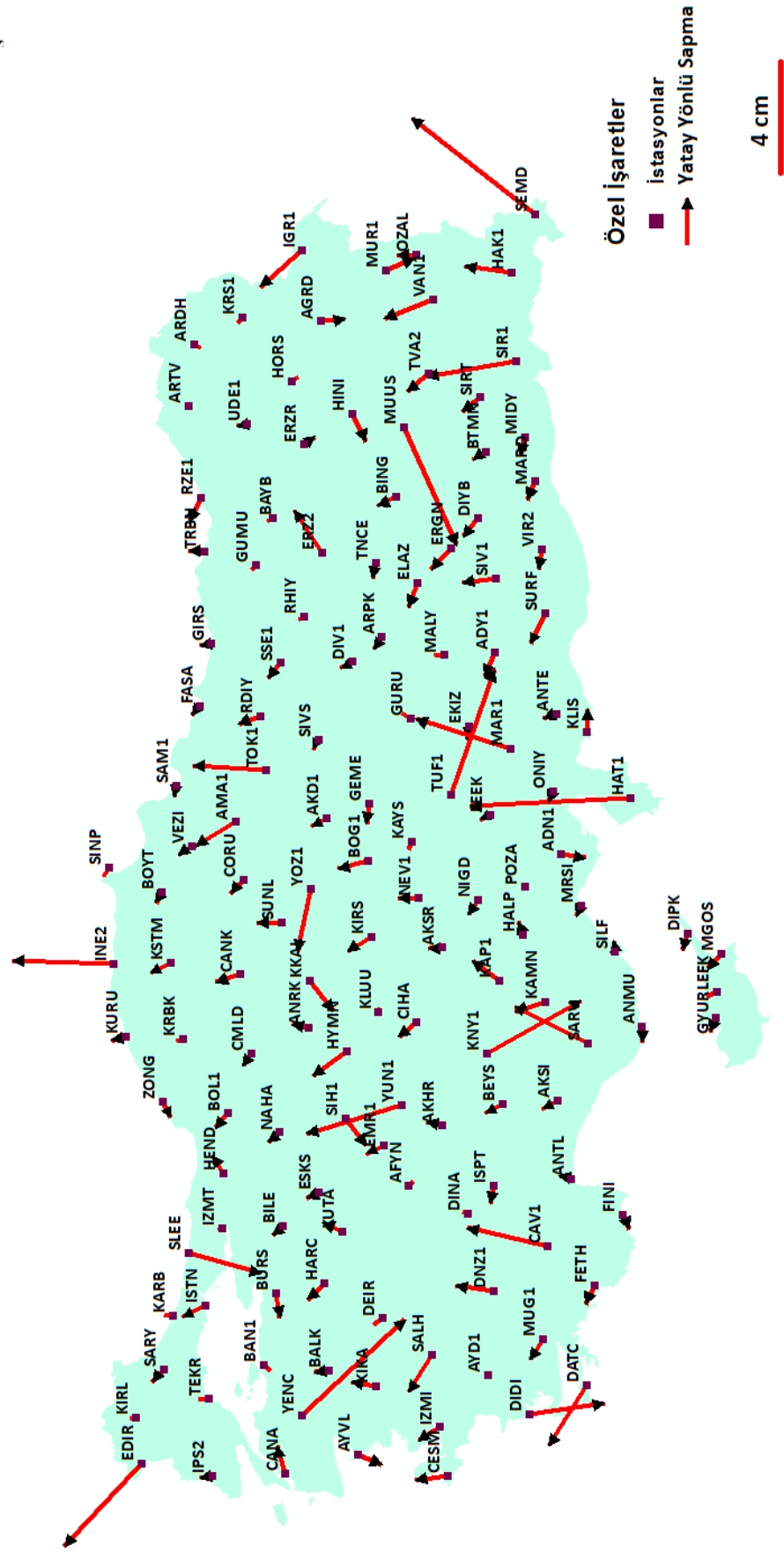
- Düşey konumda sapma miktarı 4 cm ve üzeri olan 4 istasyon
- Düşey konumda sapma miktarı 3-4 cm arası olan 4 istasyon
- Düşey konumda sapma miktarı 2-3 cm arası olan 9 istasyon
- Düşey konumda sapma miktarı 1-2 cm olan 29 istasyon
- Düşey konumda sapma miktarı 1 cm ve altında olan 95 istasyon

tespit edilmiştir.





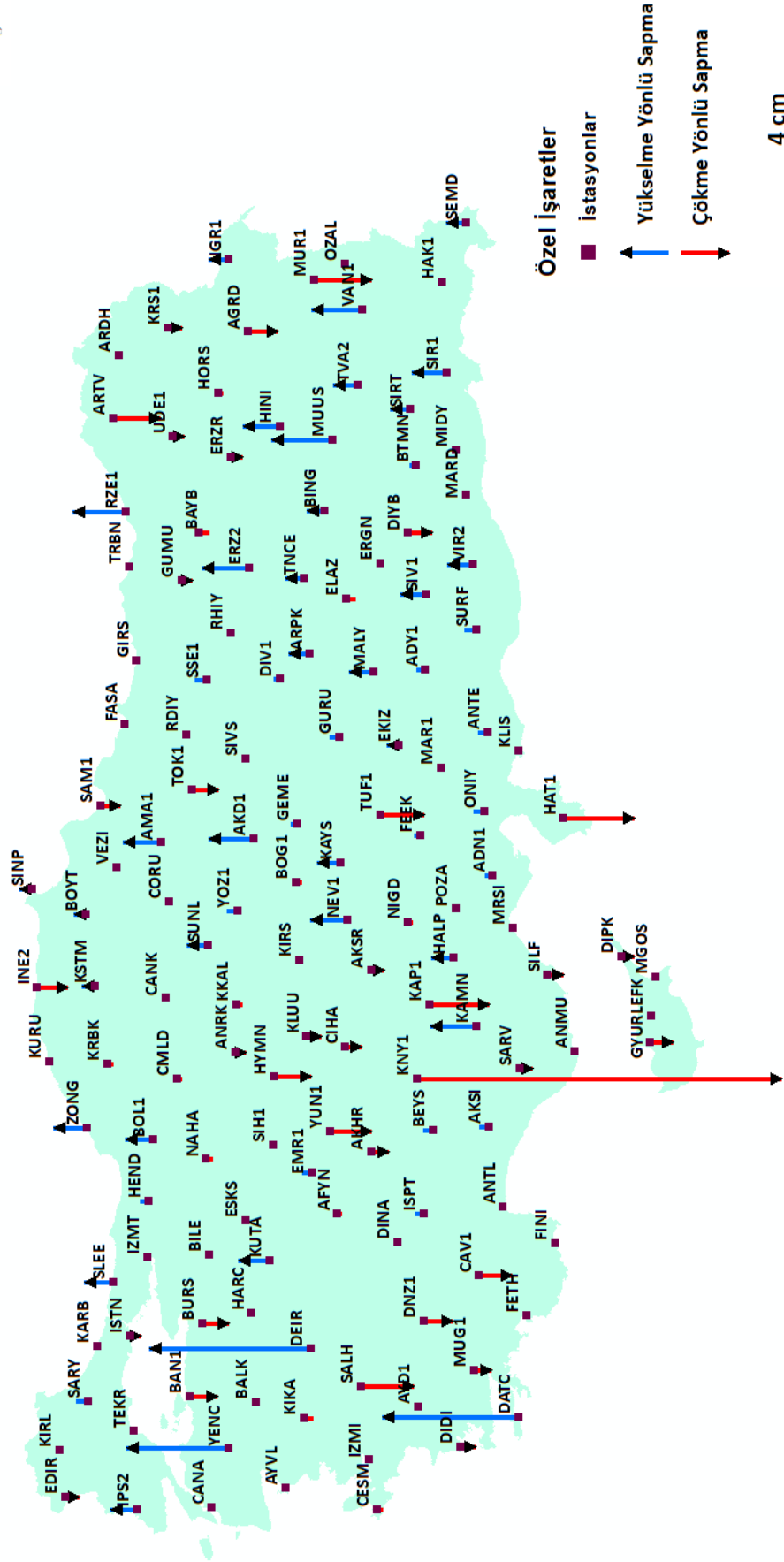
## Türkiye ve K.K.T.C Genelî Yatay Yönlü Konum Sapmaları



Şekil 5.2. Türkiye ve K.K.T.C için yatay yönlü konum sapmaları



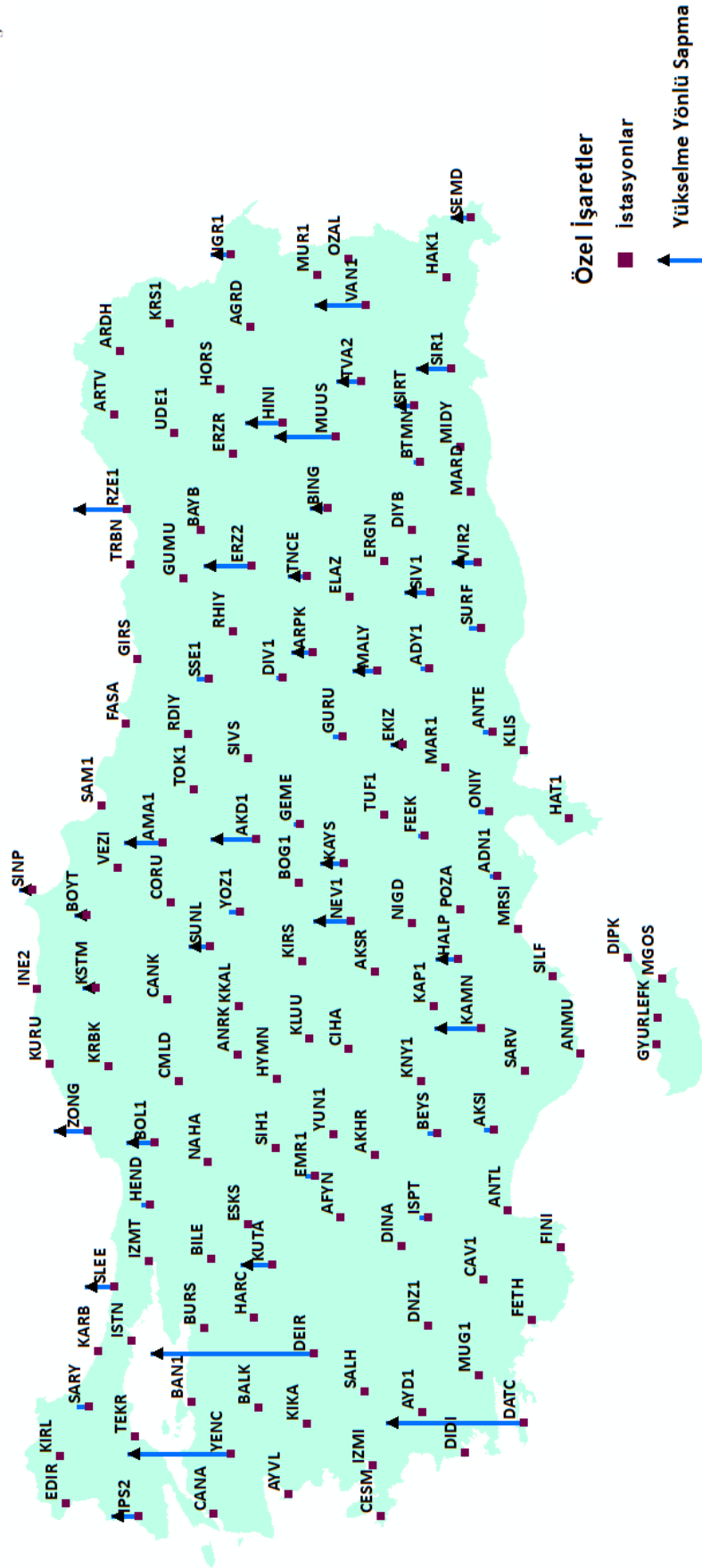
### Türkiye ve K.K.T.C Genel Düşey Yönü Konum Sapmaları



Şekil 5.3. Türkiye ve KKTC için düşey yönlü konum sapmaları



## Türkiye ve K.K.T.C Genel Yükselme Yönlü Konum Sapmaları



Şekil 5.4. Türkiye ve KKTC için yükselme yönlü konum sapmaları



## 5.6. Türkiye ve KKTC İçin Bölgesel Konum Sapmaları ve Analizleri

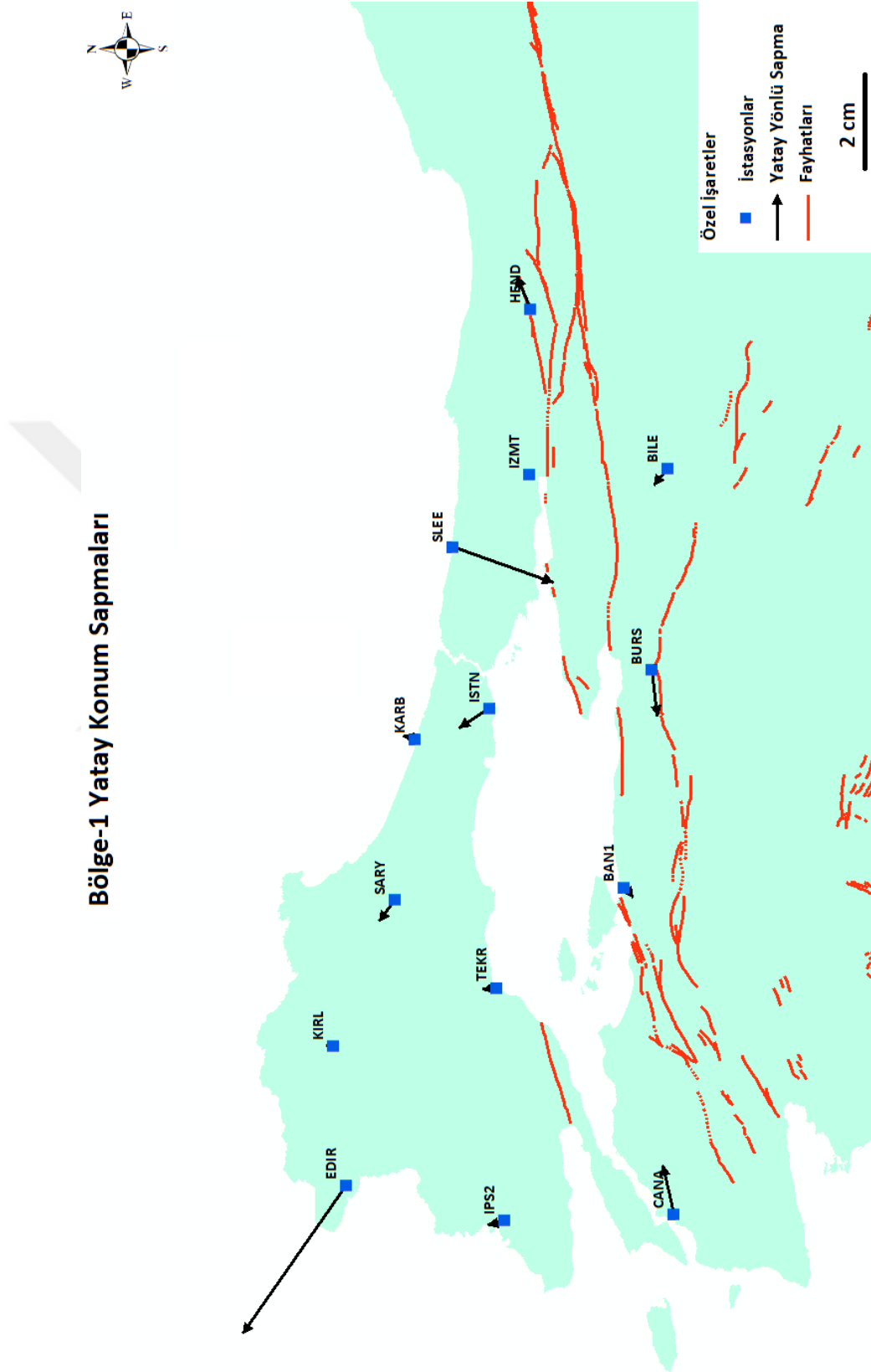
Çalışma kapsamında Türkiye 12 bölgeye ayrılarak ve KKTC ise ayrı bir bölge kabul edilip bölünerek her bir bölgenin analizleri belirli kriterlere göre gerçekleştirilmiştir. Genel olarak analizler;

- Bölge dışında ortak bir merkeze doğru hareket
- Bölge içinde ortak bir merkeze doğru hareket
- Bölge içerisinde bulunan istasyonların yapmış olduğu hareket açıları
- Bölgenin kendi bölümleri arasındaki farkları ve yoğunlukları
- Bölgenin şiddetsel büyüklükleri
- Bölgede bulunan fay hatları ile ilişkileri

gibi kriterler ile yapılmıştır.

Türkiye ve KKTC dâhil olmak üzere tüm istasyonların yatay ve düşey yönlü olarak yaptıkları konum sapmalarının daha iyi görselleştirilmesi için her bölge kendi sapma miktarlarına uygun kat sayı ile çarpılarak genişletilmiştir. İstasyonlarda oluşan genişletilmemiş gerçek sapmalar bölge analizinin daha iyi anlaşılabilmesi için analiz sonuçlarıyla birlikte çizelge olarak sunulmuştur.

### 5.6.1. Bölge-1 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.6. Bölge-1 yatay konum sapmaları

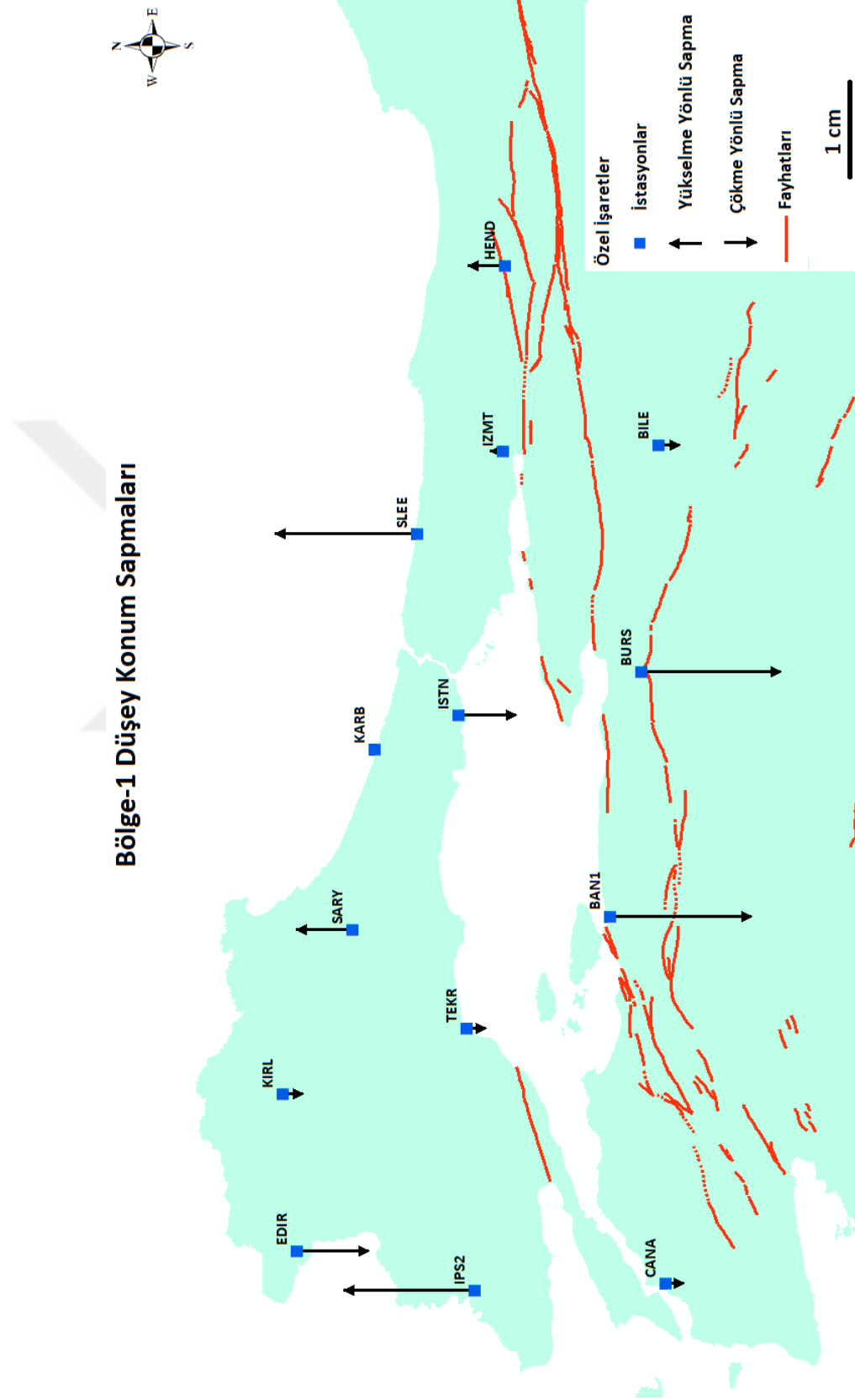
Çizelge 5.2. Bölge-1 yatay konum sapma verileri

Bölge-1 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
BAN1	0.3	221.98721250
BILE	0.4	317.81555670
BURS	0.8	261.67434970
CANA	0.9	72.75854060
EDIR	3.6	313.09458090
HEND	0.7	59.62087399
IPS2	0.4	347.00538320
ISTN	0.8	333.74975760
IZMT	0.1	8.13010235
KARB	0.3	12.09475708
KIRL	0.2	3.17983012
SARY	0.5	314.25594080
SLEE	2.4	195.52411100
TEKR	0.3	354.64417500

Şekil 5.6. ve Çizelge 5.2. incelendiğinde Bölge-1 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle farklıdır
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında EDIR ve SLEE istasyonu hariç benzerdir.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar genellikle fay hatlarından uzaklaşma yönlü sapma yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.8 cm'dir.

### 5.6.2. Bölge-1 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.7. Bölge-1 düşey konum sapmaları

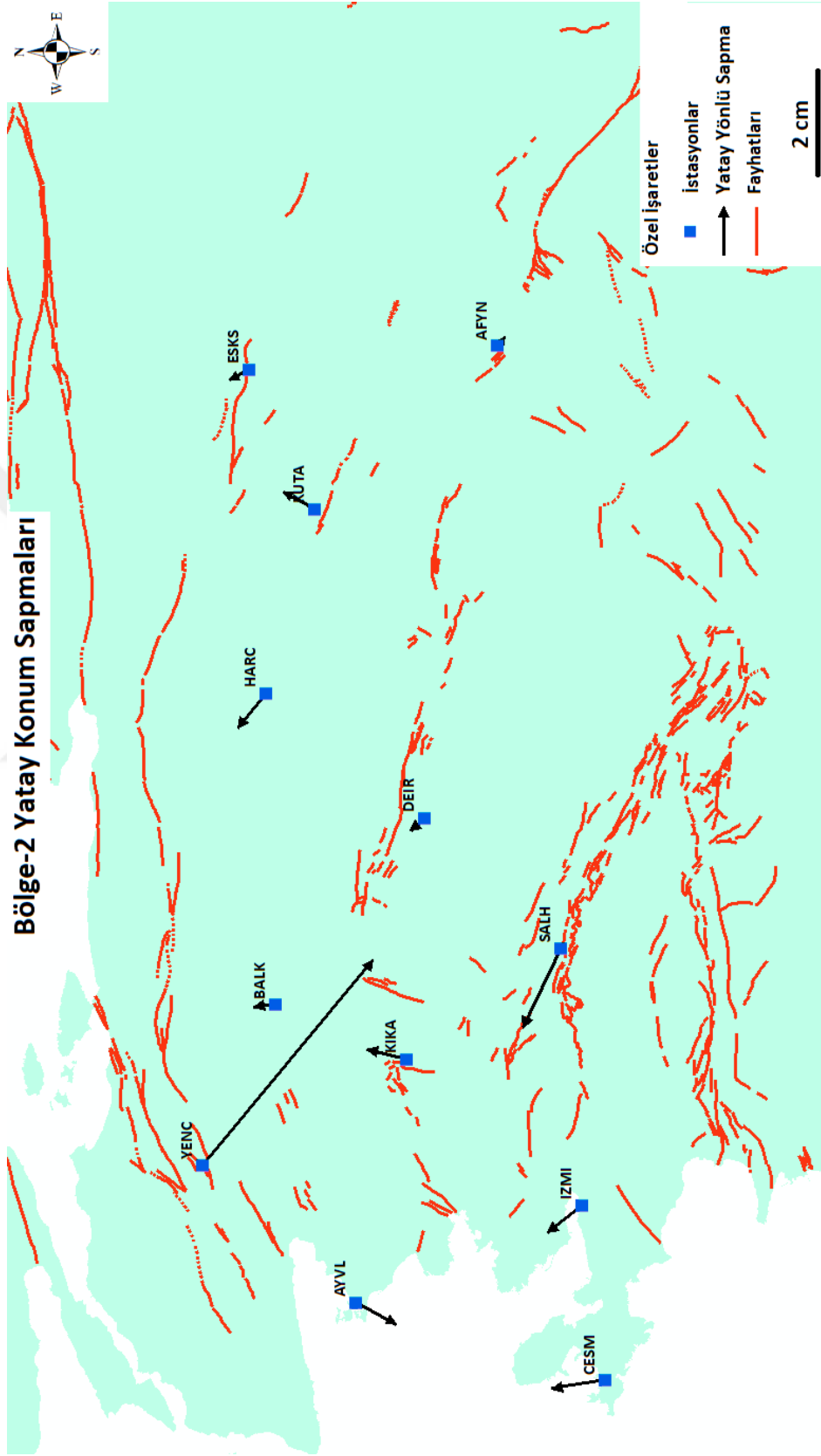
Çizelge 5.3. Bölge-1 düşey konum sapma verileri

Bölge-1 Düşey Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Yönü
IPS2	1.4	Yükselme
SLEE	1.5	Yükselme
IZMT	0.1	Yükselme
SARY	0.6	Yükselme
HEND	0.4	Yükselme
EDİR	-0.8	Çökme
BAN1	-1.5	Çökme
CANA	-0.2	Çökme
KIRL	-0.2	Çökme
TEKR	-0.2	Çökme
ISTN	-0.6	Çökme
BURS	-1.4	Çökme
BILE	-0.2	Çökme
KARB	Sapma Yok	

Şekil 5.7. ve Çizelge 5.3. incelendiğinde Bölge-1 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde hem yükselme hem de çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Özellikle bölgenin merkezinde bulunan istasyonlarda oluşan düşey sapmalar çökme yönlüdür.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Fay hatlarına yakın istasyonlarda özellikle çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 0.69 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +0.8 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -0.6 cm'dir.

### 5.6.3. Bölge-2 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.8. Bölge-2 yatay konum sapmaları

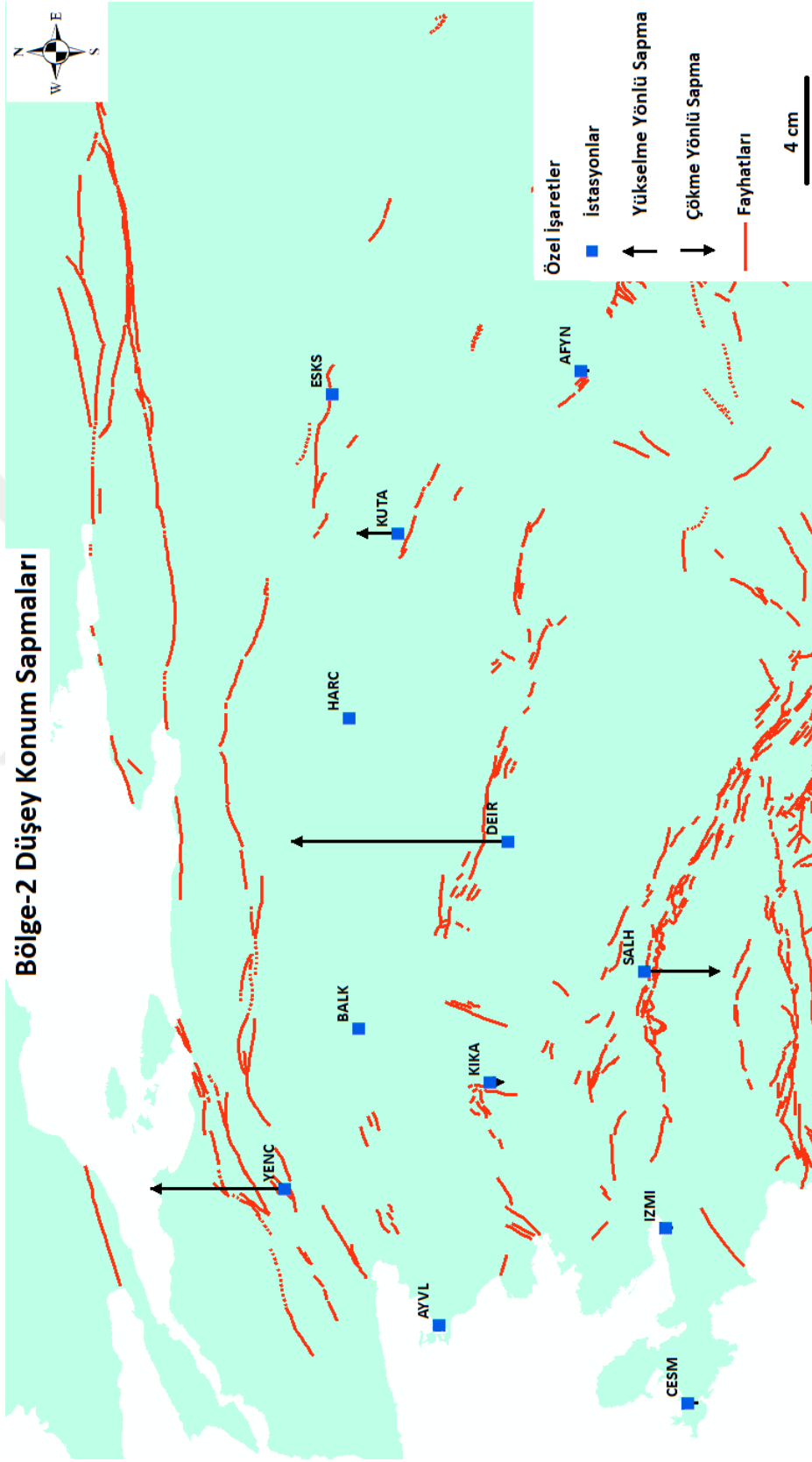
Çizelge 5.4. Bölge-2 yatay konum sapma verileri

Bölge-2 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
AFYN	0.2	137.12109640
AYVL	0.8	202.93210040
BALK	0.4	353.51692630
CESM	1.0	353.35472180
DEIR	0.3	324.86580690
ESKS	0.4	337.69379490
HARC	0.8	317.12109640
IZMI	0.8	327.91781280
KIKA	0.8	10.04934859
KUTA	0.7	23.53234856
SALH	1.4	301.52684190
YENC	4.5	136.60600300

Şekil 5.8. ve Çizelge 5.4. incelendiğinde Bölge-2 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri farklılık gösterse de genellikle kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğu yönlüdür.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında YENC istasyonu hariç benzerdir.
- Bölge yoğun olarak fay hattı içermektedir ve istasyonlar genellikle fay hatlarından uzaklaşma yönlü sapma yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1 cm'dir.

### 5.6.4. Bölge-2 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.9. Bölge-2 düşey konum sapmaları

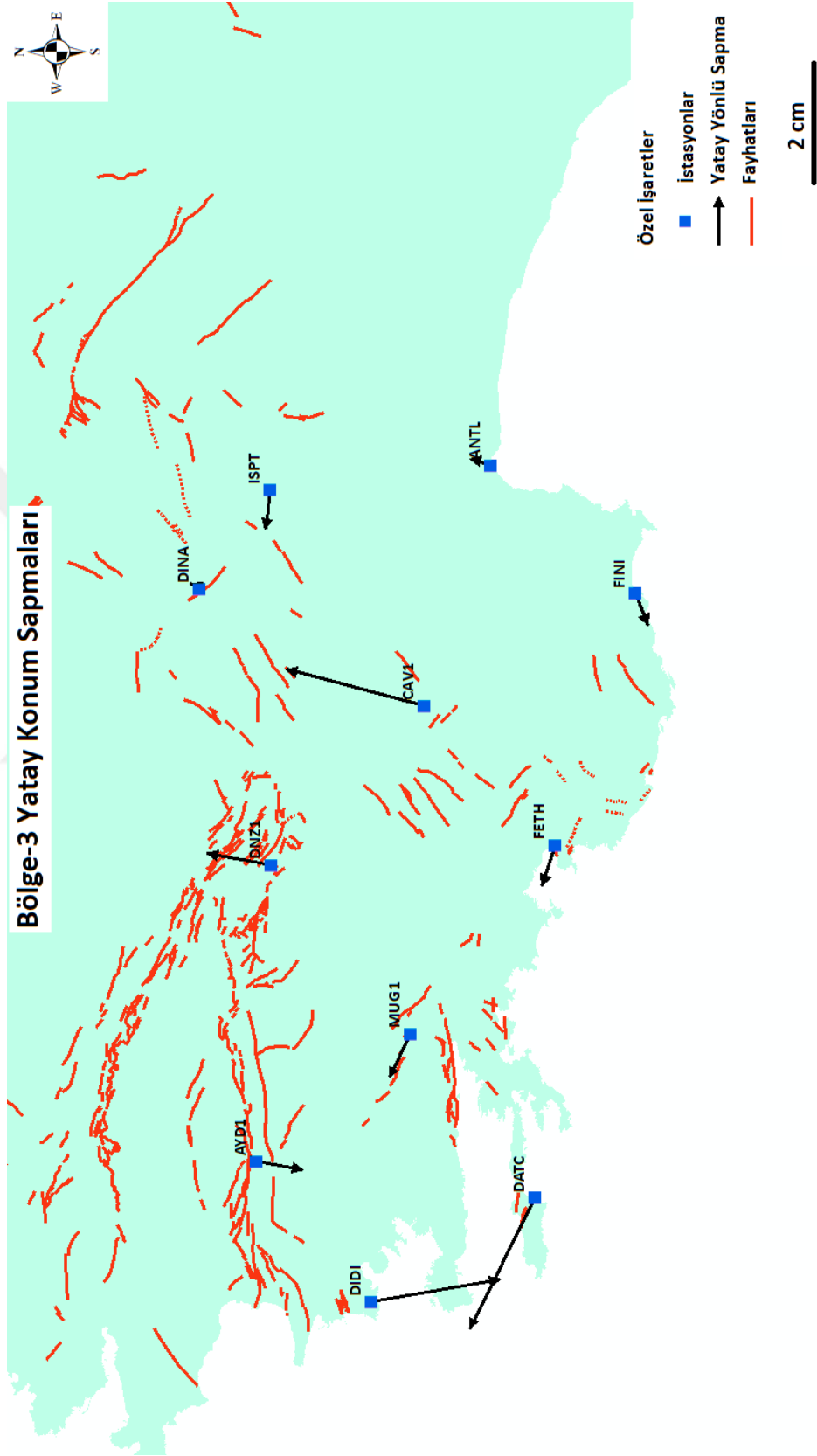
Çizelge 5.5. Bölge-2 düşey konum sapma verileri

Bölge-2 Düşey Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Yönü
KUTA	1.6	Yükselme
YENC	5.3	Yükselme
DEIR	8.4	Yükselme
IZMI	-0.2	Çökme
KIKA	-0.5	Çökme
ESKS	-0.1	Çökme
AFYN	-0.3	Çökme
SALH	-2.8	Çökme
AYVL	-0.2	Çökme
CESM	-0.4	Çökme
HARC	Sapma Yok	
BALK	Sapma Yok	

Şekil 5.9. ve Çizelge 5.5. incelendiğinde Bölge-2 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde hem yükselme hem de çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Bölgede çoğunlukla çökme yönlü sapmalar olsa da yükselme yönlü sapmalar daha şiddetlidir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.98 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +5.1 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -0.7 cm'dir.

### 5.6.5. Bölge-3 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.10. Bölge-3 yatay konum sapmaları

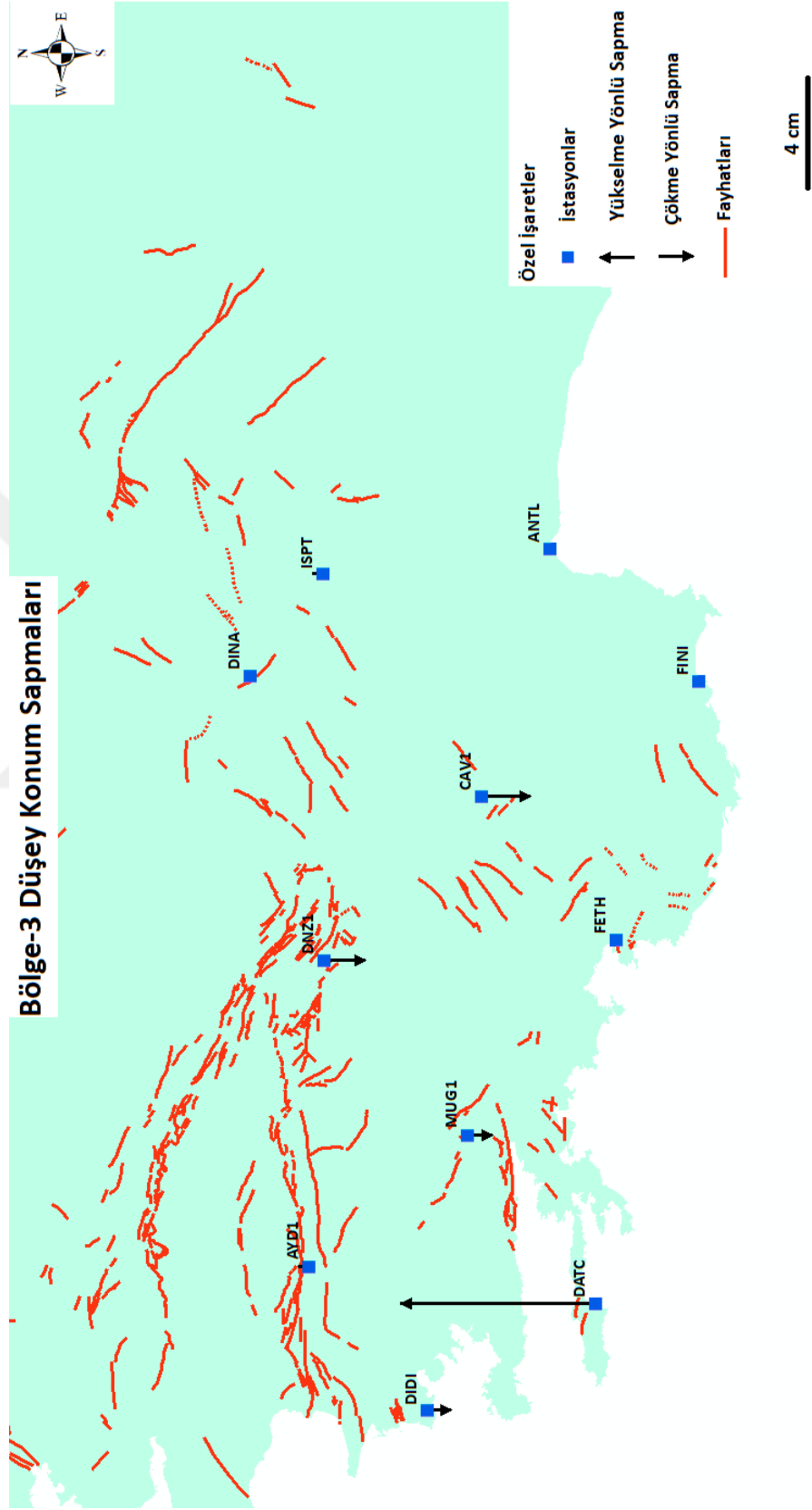
Çizelge 5.6. Bölge-3 yatay konum sapma verileri

Bölge-3 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
ANTL	0.4	14.38139459
AYD1	0.9	188.13010240
CAV1	2.7	12.57546550
DATC	2.3	301.76949160
DIDI	2.4	172.43650410
DINA	0.2	20.22485943
DNZ1	1.2	8.39292519
FETH	0.7	292.61986490
FINI	0.5	244.91640600
ISPT	0.6	277.59464340
MUG1	0.8	302.47119230

Şekil 5.10. ve Çizelge 5.6. incelendiğinde Bölge-3 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle farklıdır.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında CAV1, DATC, DIDI istasyonları hariç benzerdir.
- Bölgenin batısında bulunan istasyonlar, bölgenin doğusundaki istasyonlara kıyasla daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar, faydan uzak istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- İstasyonlar genellikle fay hatlarına yaklaşma yönünde sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1.2 cm'dir.

### 5.6.6. Bölge-3 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.11. Bölge-3 düşey konum sapmaları

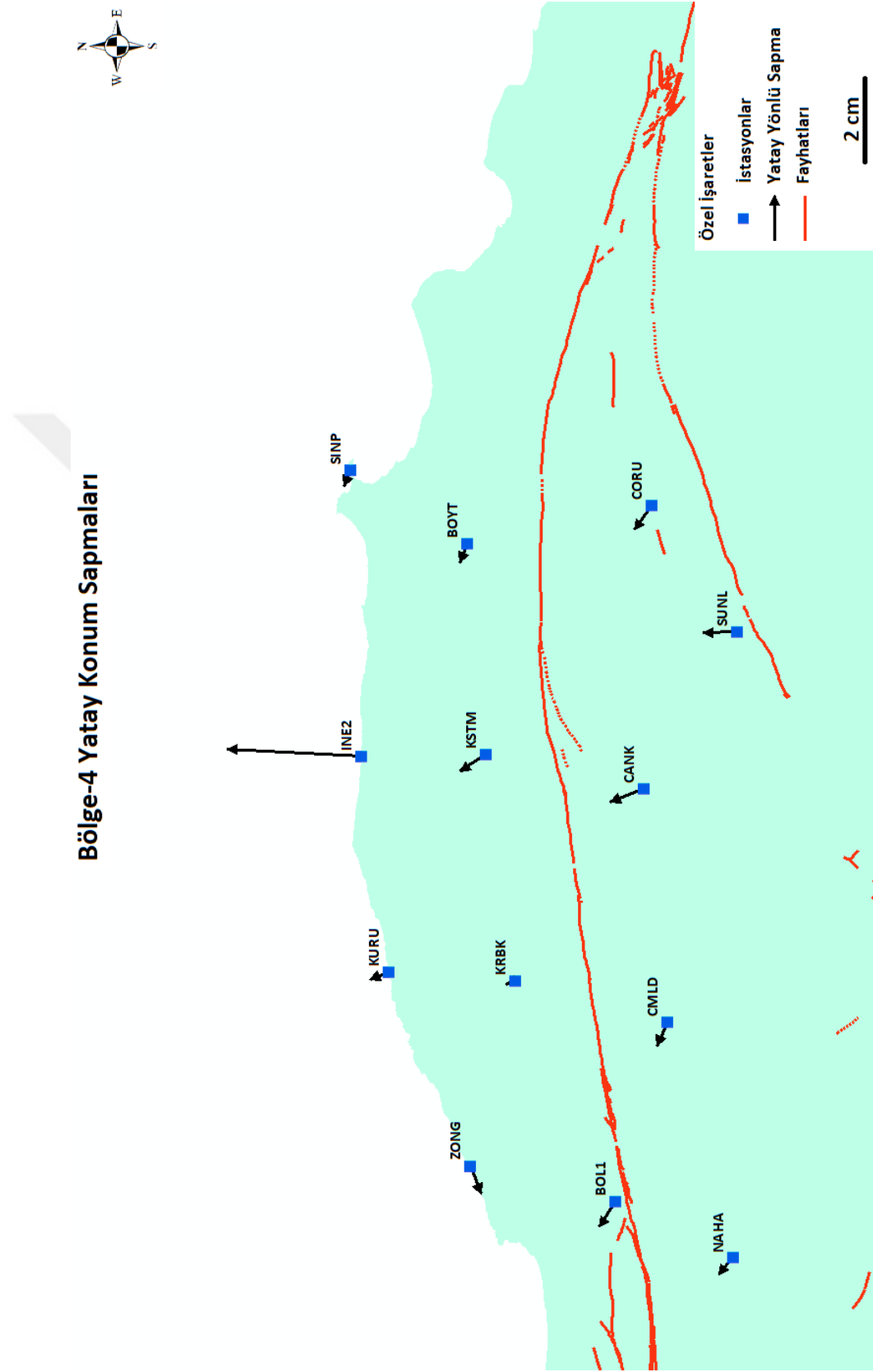
Çizelge 5.7. Bölge-3 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-3 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
DATC	7.1	Yükselme
ISPT	0.4	Yükselme
ADY1	0.4	Yükselme
ANTL	0.1	Yükselme
DNZ1	-1.5	Çökme
CAV1	-1.8	Çökme
FETH	-0.1	Çökme
MUG1	-0.9	Çökme
DIDI	-0.8	Çökme
DINA	0.0	Çökme
FINI	Sapma Yok	

Şekil 5.11. ve Çizelge 5.7. incelendiğinde Bölge-3 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde hem yükselme hem de çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Bölge merkezinde bulunan istasyonlarda özellikle çökme yönlü sapmalar olmuştur.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar, faydan uzak olan istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.3 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +2 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması ise -0.9 cm'dir.

### 5.6.7. Bölge-4 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.12. Bölge-4 yatay konum sapmaları

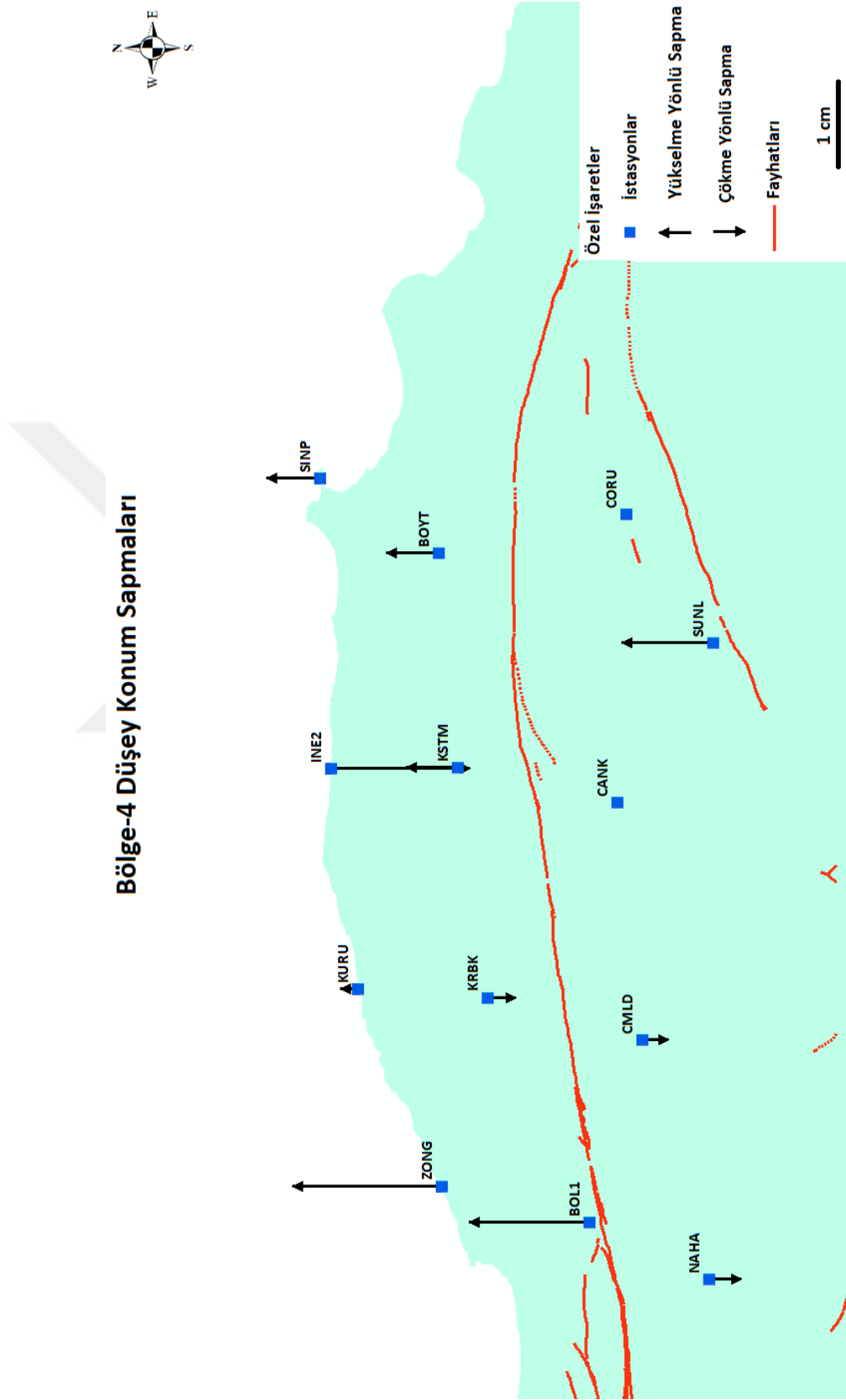
Çizelge 5.8. Bölge-4 yatay konum sapma verileri

<b>Bölge-4 Yatay Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Azimut Açısı (°)</b>
BOL1	0.6	308.81138400
BOYT	0.4	300.46554490
CANK	0.8	342.22867920
CMLD	0.5	300.76271950
CORU	0.6	314.34145680
INE2	3.3	1.93850177
KRBK	0.2	340.82099200
KSTM	0.7	334.15561240
KURU	0.5	342.71850160
NAHA	0.5	320.04245110
SINP	0.3	299.53878230
SUNL	0.8	359.27477570
ZONG	0.6	243.43494880

Şekil 5.12. ve Çizelge 5.8. incelendiğinde Bölge-4 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonların geneli bölge içerisinde ortak bir merkeze doğru olmasa da bölge dışında ortak bir merkeze doğru sapma yapmıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle kuzey, kuzeybatı ve batı yönündedir.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında INE2 istasyonu hariç benzerdir.
- İstasyonlar genellikle fay hatlarının kuzeybatısına doğru sapma yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.8 cm'dir.

### 5.6.8. Bölge-4 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.13. Bölge-4 düşey konum sapmaları

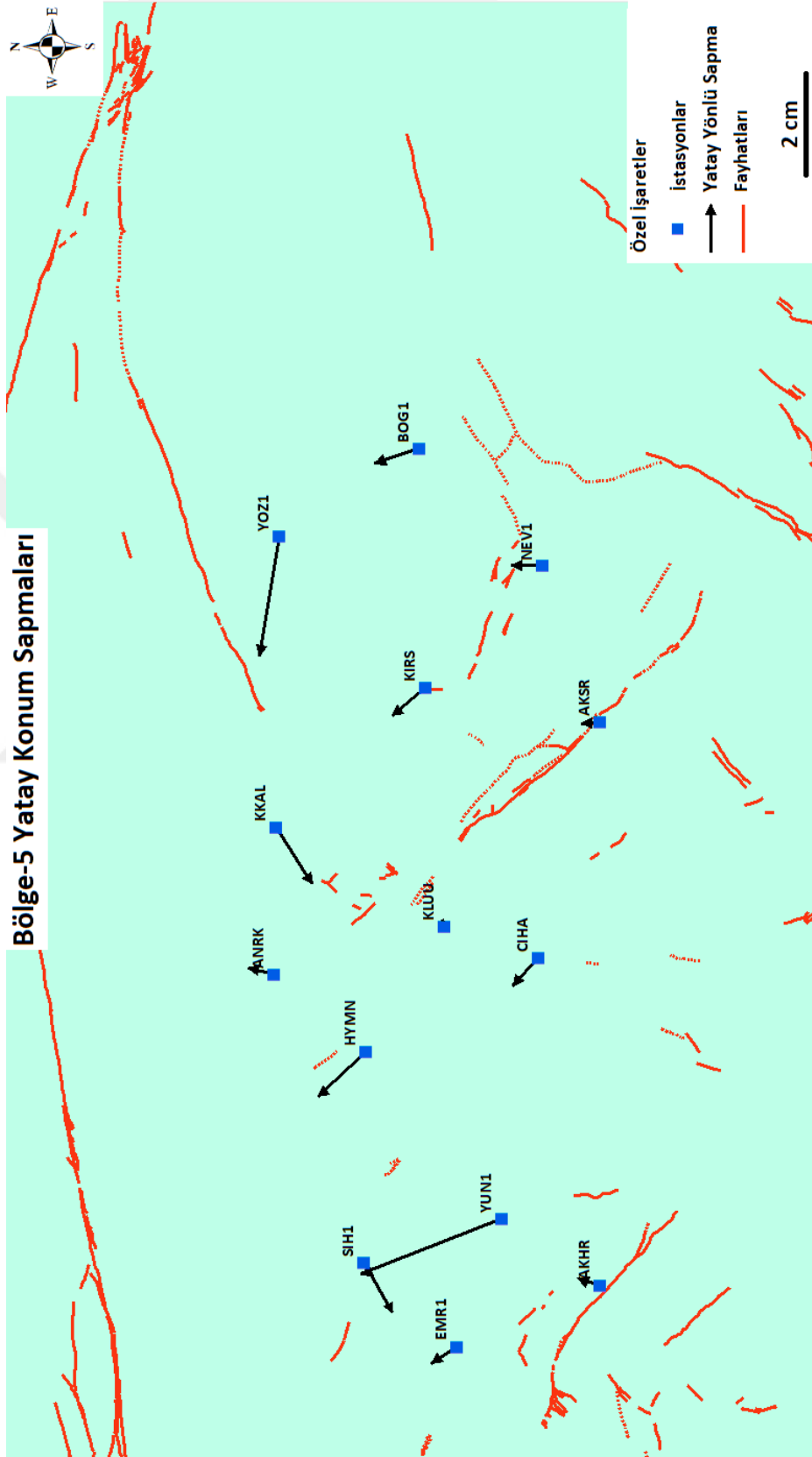
Çizelge 5.9. Bölge-4 düşey konum sapma verileri

Bölge-4 Düşey Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Yönü
KSTM	0.6	Yükselme
SINP	0.6	Yükselme
BOYT	0.6	Yükselme
BOL1	1.4	Yükselme
ZONG	1.8	Yükselme
KURU	0.2	Yükselme
SUNL	1.1	Yükselme
CORU	-0.1	Çökme
NAHA	-0.4	Çökme
INE2	-1.6	Çökme
KRBK	-0.3	Çökme
CMLD	-0.3	Çökme
CANK	Sapma Yok	

Şekil 5.13. ve Çizelge 5.9. incelendiğinde Bölge-4 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde yükselme yönlü sapmalar daha yoğun ve şiddetli olmasına rağmen çökme yönlü sapmalarda oluşmuştur.
- Bölgenin doğu ve batı bölümünde oluşan sapmalar bölgenin merkezine göre daha şiddetlidir.
- Fay hatlarının kuzeyinde bulunan istasyonlar, fay hatlarının doğusunda bulunan istasyonlara göre daha şiddetli şekilde yükselme yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 0.75 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +0.9 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -0.5 cm'dir.

### 5.6.9. Bölge-5 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.14. Bölge-5 yatay konum sapmaları

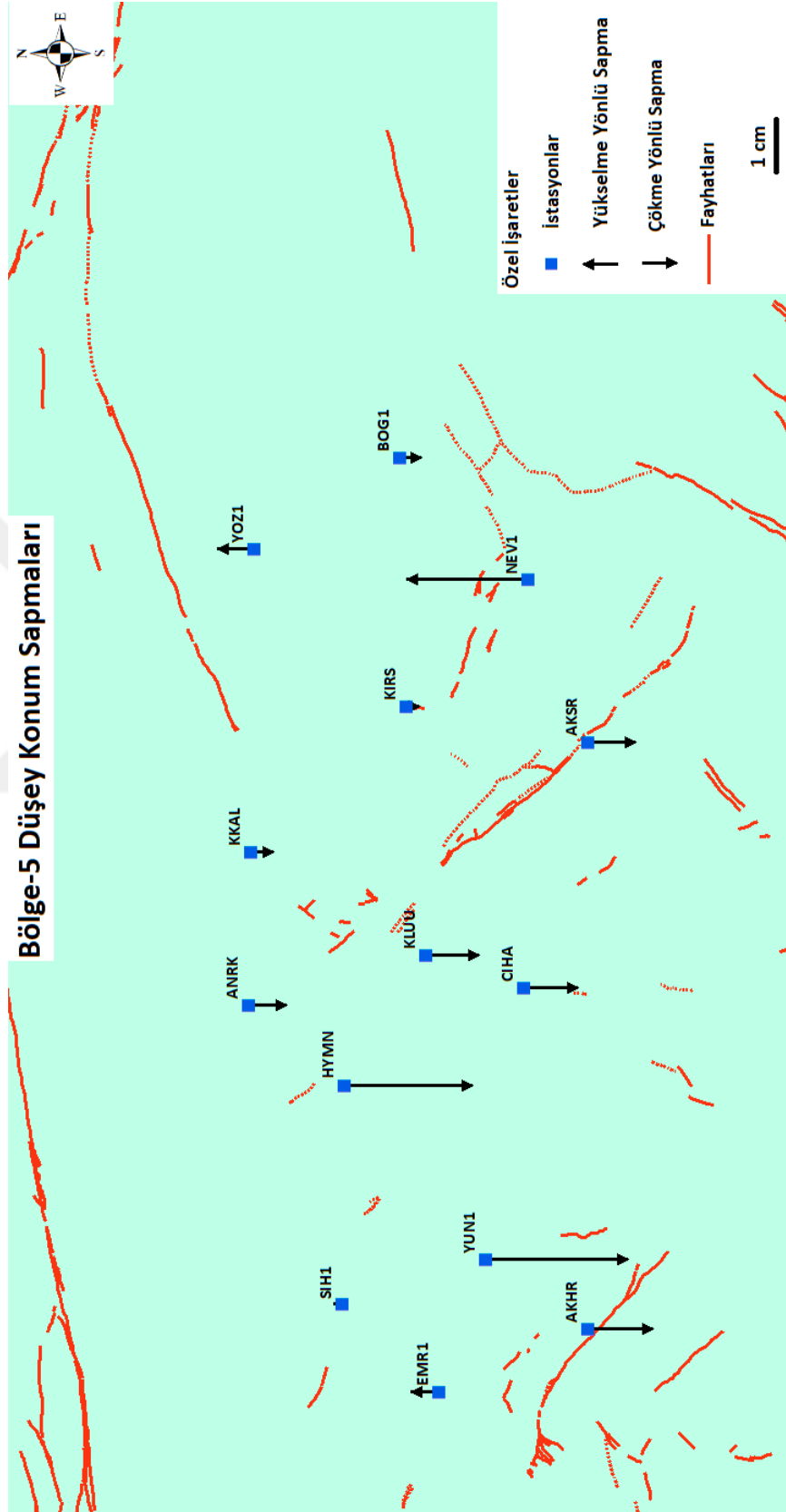
Çizelge 5.10. Bölge-5 yatay konum sapma verileri

Bölge-5 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
AKHR	0.5	13.76078511
AKSR	0.4	355.71084670
ANRK	0.6	11.51383118
BOG1	1.0	344.99507960
CIHA	0.7	319.99374400
EMR1	0.6	332.62229720
HYMN	1.3	324.00477910
KIRS	0.9	327.03059610
KKAL	1.2	231.55694650
KLUU	0.1	74.05460410
NEV1	0.7	0.88140400
SIH1	1.1	234.09027690
YOZ1	2.1	282.07528860
YUN1	3.2	343.31787940

Şekil 5.14. ve Çizelge 5.10. incelendiğinde Bölge-5 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle kuzey, kuzeybatı ve batı yönündedir.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında YOZ1 ve YUN1 istasyonları hariç benzerdir.
- Bölgede farklı fay kaynakları bulunduğundan istasyonlar hem faya yaklaşma hem de faydan uzaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1 cm'dir.

### 5.6.10. Bölge-5 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.15. Bölge-5 düşey konum sapmaları

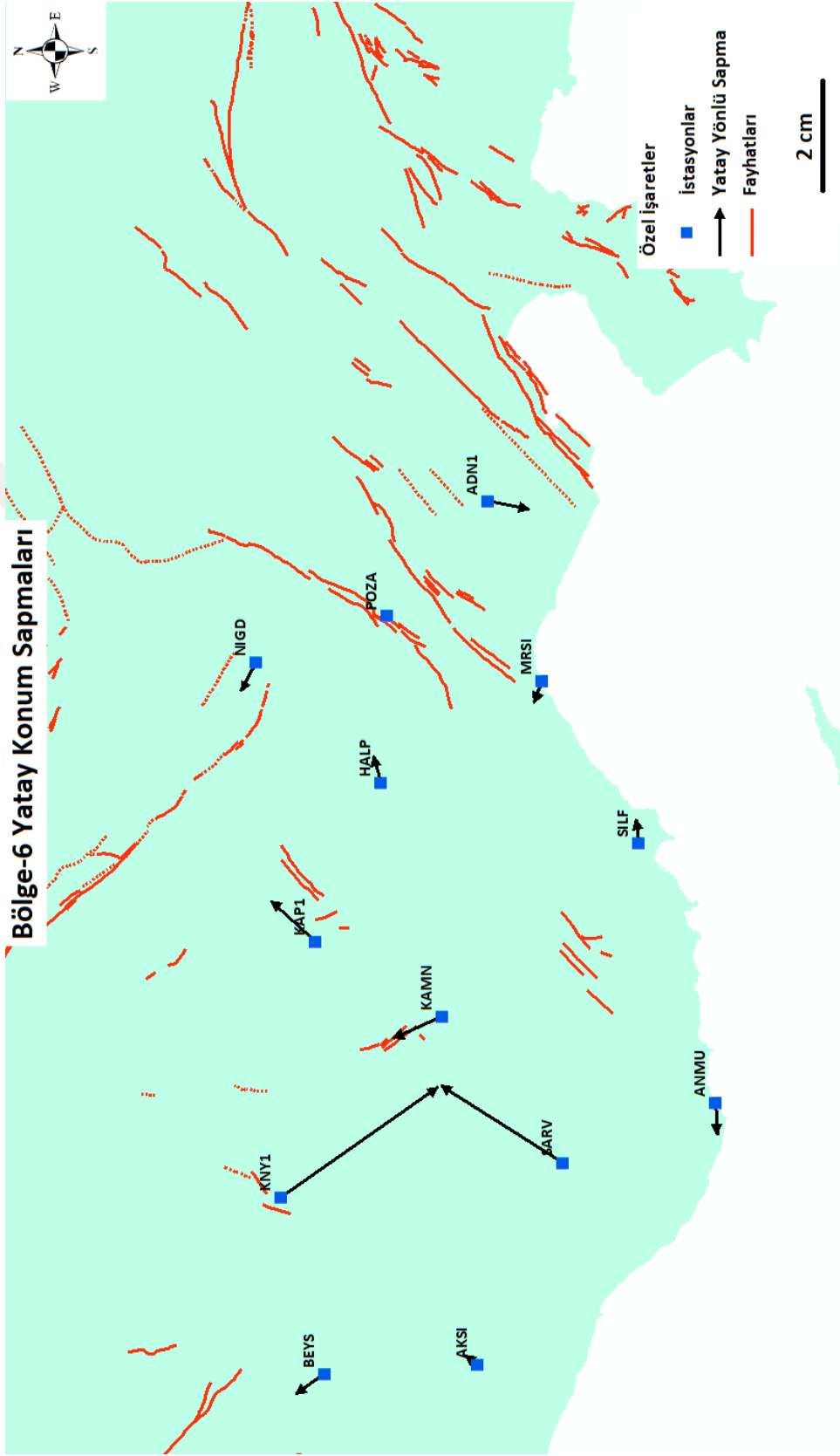
**Çizelge 5.11.** Bölge-5 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-5 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
YOZ1	0.6	Yükselme
SIH1	0.1	Yükselme
EMR1	0.5	Yükselme
ANRK	-0.6	Çökme
KKAL	-0.4	Çökme
HYMN	-2.0	Çökme
CIHA	-0.9	Çökme
AKHR	-1.0	Çökme
AKSR	-0.8	Çökme
KLUU	-0.8	Çökme
KIRS	-0.2	Çökme
BOG1	-0.4	Çökme
YUN1	-2.2	Çökme

Şekil 5.15. ve Çizelge 5.11. incelendiğinde Bölge-5 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak çökme yönlü sapmalar oluşmakla beraber yükselme yönlü sapmalarda meydana gelmiştir.
- Bölgenin batısında oluşan düşey sapmalar, bölgenin doğusuna göre daha şiddetlidir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle çökme yönlü sapmalar yapmıştır ve bu sapmalar faydan uzak istasyonların yaptığı sapmalardan daha şiddetlidir.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 0.79 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +0.4 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -0.9 cm'dir.

### 5.6.11. Bölge-6 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.16. Bölge-6 yatay konum sapmaları

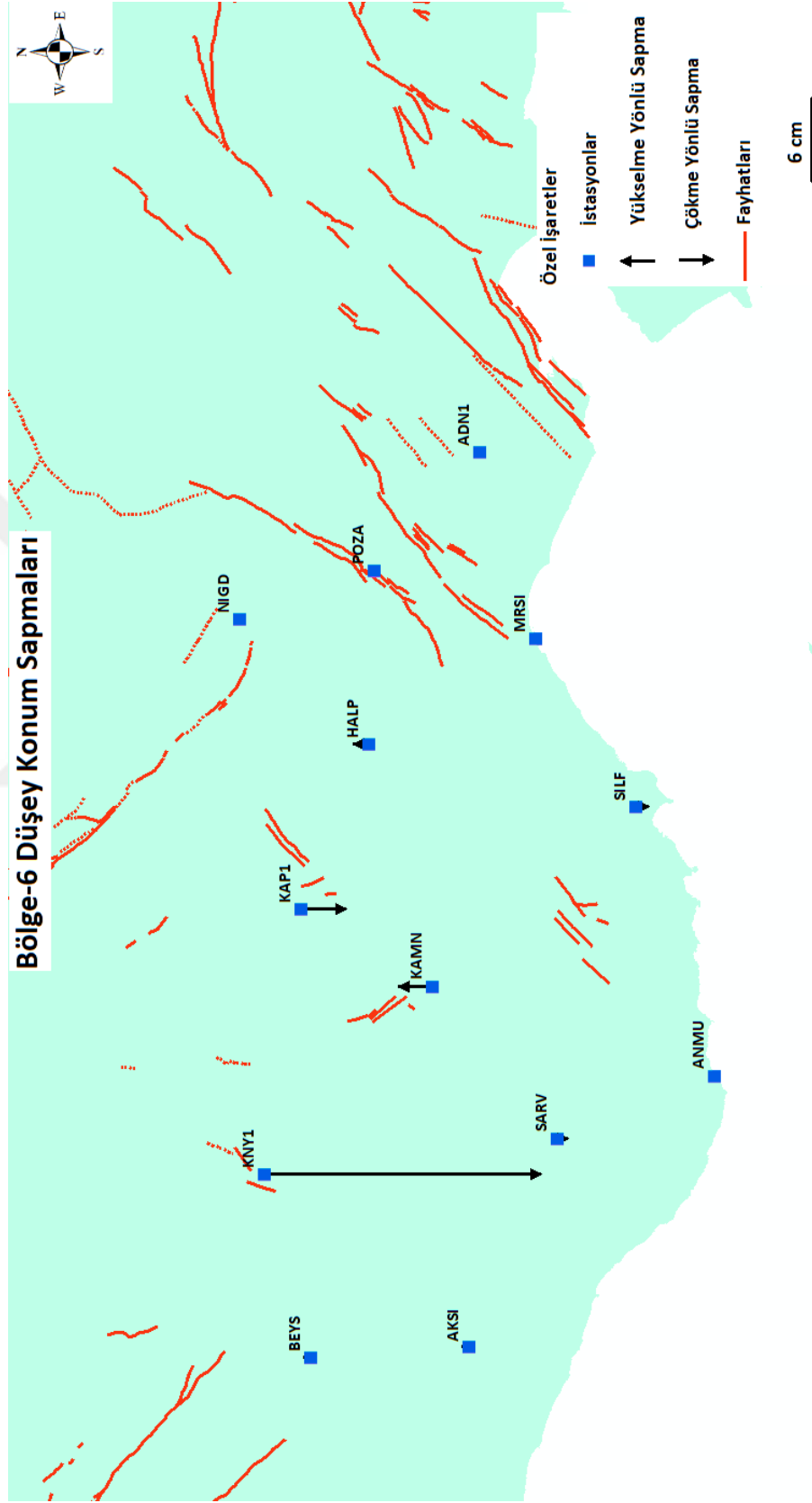
Çizelge 5.12. Bölge-6 yatay konum sapma verileri

Bölge-6 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
ADN1	0.8	188.74616230
AKSI	0.3	29.47588900
ANMU	0.5	265.51539400
BEYS	0.6	331.03233940
HALP	0.4	71.56505118
KAMN	1.0	341.38430800
KAP1	1.1	36.54497232
KNY1	3.5	151.05827800
MRSI	0.4	295.11483490
NIGD	0.5	303.69006750
POZA	0.1	78.69006753
SARV	2.6	27.05474677
SILF	0.4	82.50414236

Şekil 5.16. ve Çizelge 5.12. incelendiğinde Bölge-6 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle farklıdır.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında KNY1 ve SARV istasyonları hariç benzerdir.
- İstasyonlar genellikle fay hatlarından uzaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.9 cm'dir.

### 5.6.12. Bölge-6 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.17. Bölge-6 düşey konum sapmaları

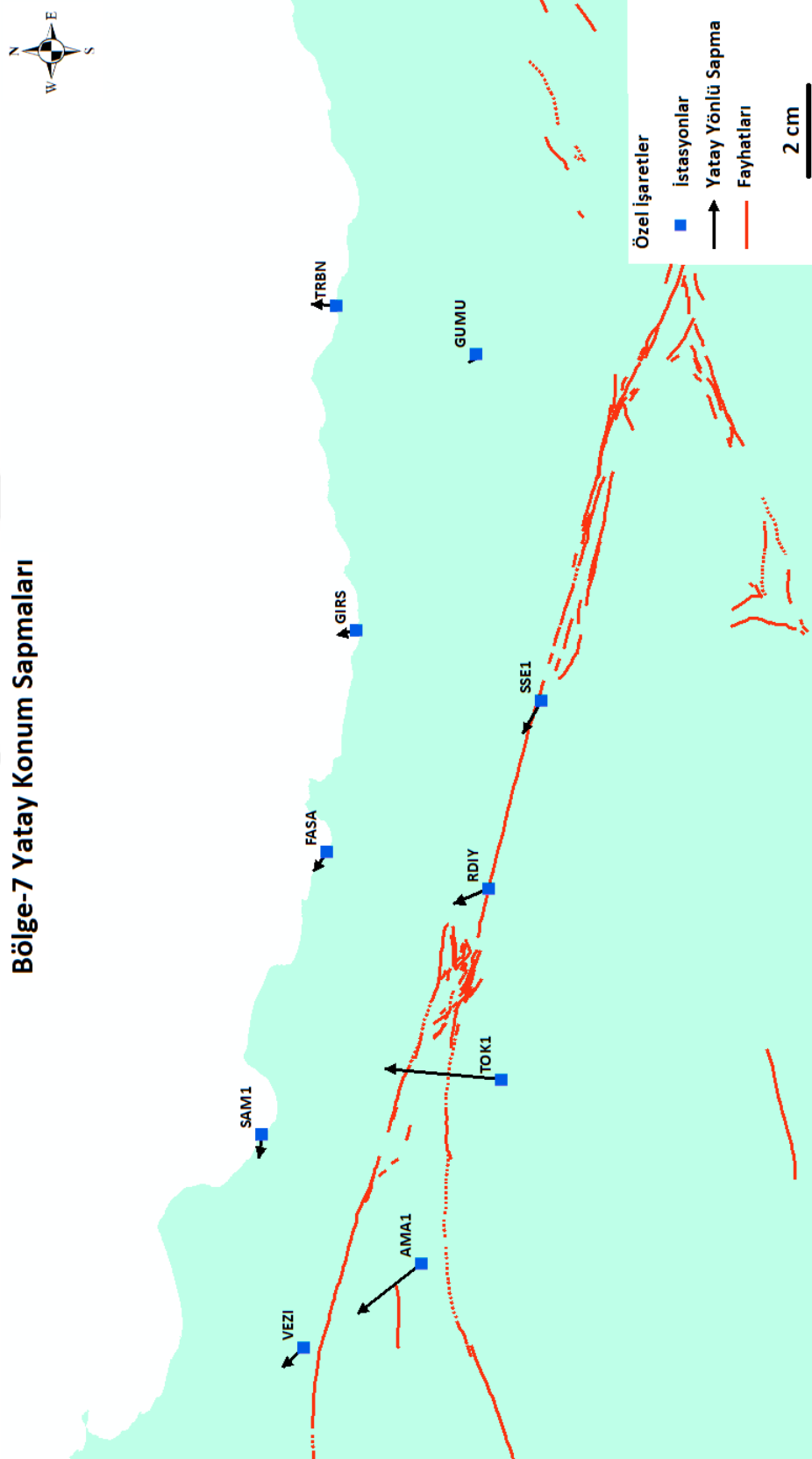
**Çizelge 5.13.** Bölge-6 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-6 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
ANMU	0.1	Yükselme
BEYS	0.5	Yükselme
AKSI	0.5	Yükselme
KAMN	2.4	Yükselme
HALP	1.2	Yükselme
ADN1	0.4	Yükselme
SILF	-0.9	Çökme
KNY1	-19.1	Çökme
POZA	-0.2	Çökme
SARV	-0.7	Çökme
KAP1	-3.1	Çökme
NIGD	-0.3	Çökme
MRSI	Sapma Yok	

Şekil 5.17. ve Çizelge 5.13. incelendiğinde Bölge-6 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde hem yükselme hem de çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar, faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 2.4 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +0.8 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -4.1 cm'dir.

### 5.6.13. Bölge-7 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.18. Bölge-7 yatay konum sapmaları

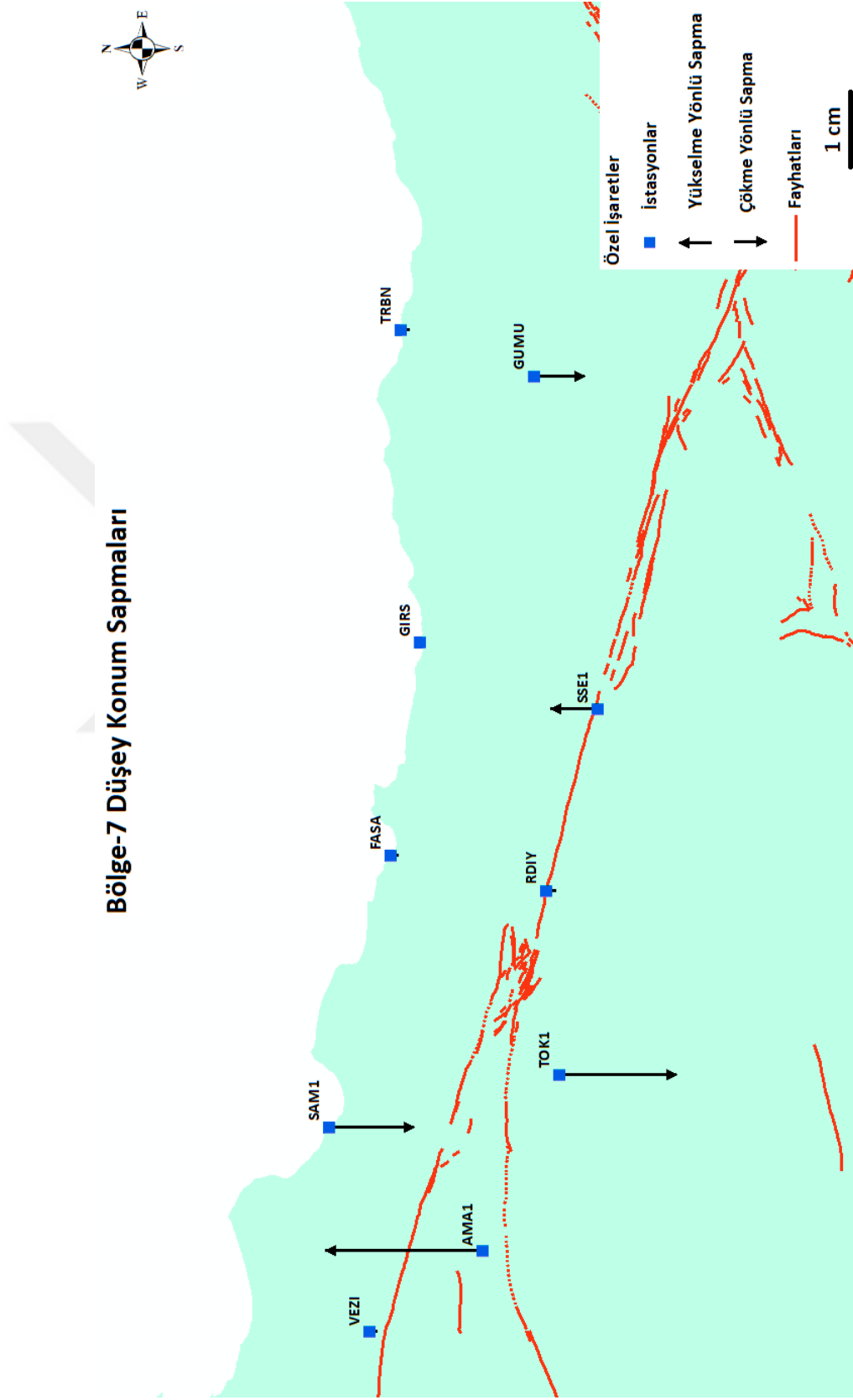
Çizelge 5.14. Bölge-7 yatay konum sapma verileri

Bölge-7 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
AMA1	1.5	329.16705550
FASA	0.4	310.91438320
GIRS	0.4	349.56252460
GUMU	0.2	313.02506600
RDIY	0.7	340.82099200
SAM1	0.4	280.71312300
SSE1	0.6	306.50144110
TOK1	2.3	4.45560283
TRBN	0.5	3.43363036
VEZI	0.5	323.56914190

Şekil 5.18. ve Çizelge 5.14. incelendiğinde Bölge-7 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle kuzey, kuzeybatı ve batı yönündedir.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında TOK1 ve AMA1 istasyonları hariç benzerdir.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar, faydan uzak istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar faylara yaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.8 cm'dir.

### 5.6.14. Bölge-7 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.19. Bölge-7 düşey konum sapmaları

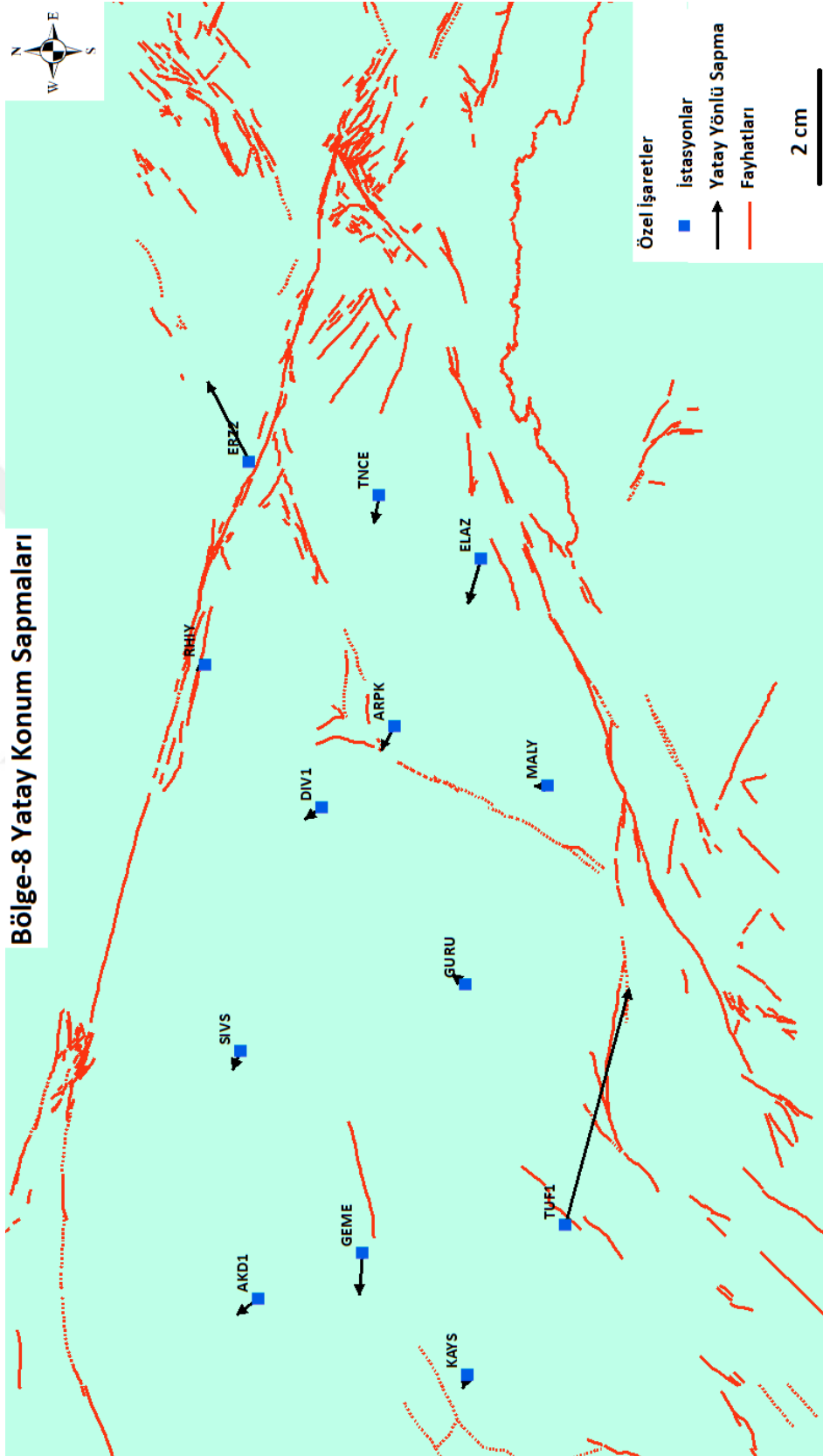
**Çizelge 5.15.** Bölge-7 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-7 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
SSE1	0.6	Yükselme
AMA1	2.0	Yükselme
VEZI	-0.1	Çökme
SAM1	-1.1	Çökme
FASA	-0.1	Çökme
RDIY	-0.1	Çökme
TRBN	-0.1	Çökme
GUMU	-0.6	Çökme
TOK1	-1.4	Çökme
GIRS	Sapma Yok	

Şekil 5.19. ve Çizelge 5.15. incelendiğinde Bölge-7 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgenin genelinde hem yükselme hem de çökme yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Bölgenin güneyinde oluşan düşey yönlü sapmalar, bölgenin kuzeyinde oluşan sapmalara göre daha şiddetlidir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 0.67 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +1.3 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -0.5 cm'dir.

### 5.6.15. Bölge-8 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.20. Bölge-8 yatay konum sapmaları

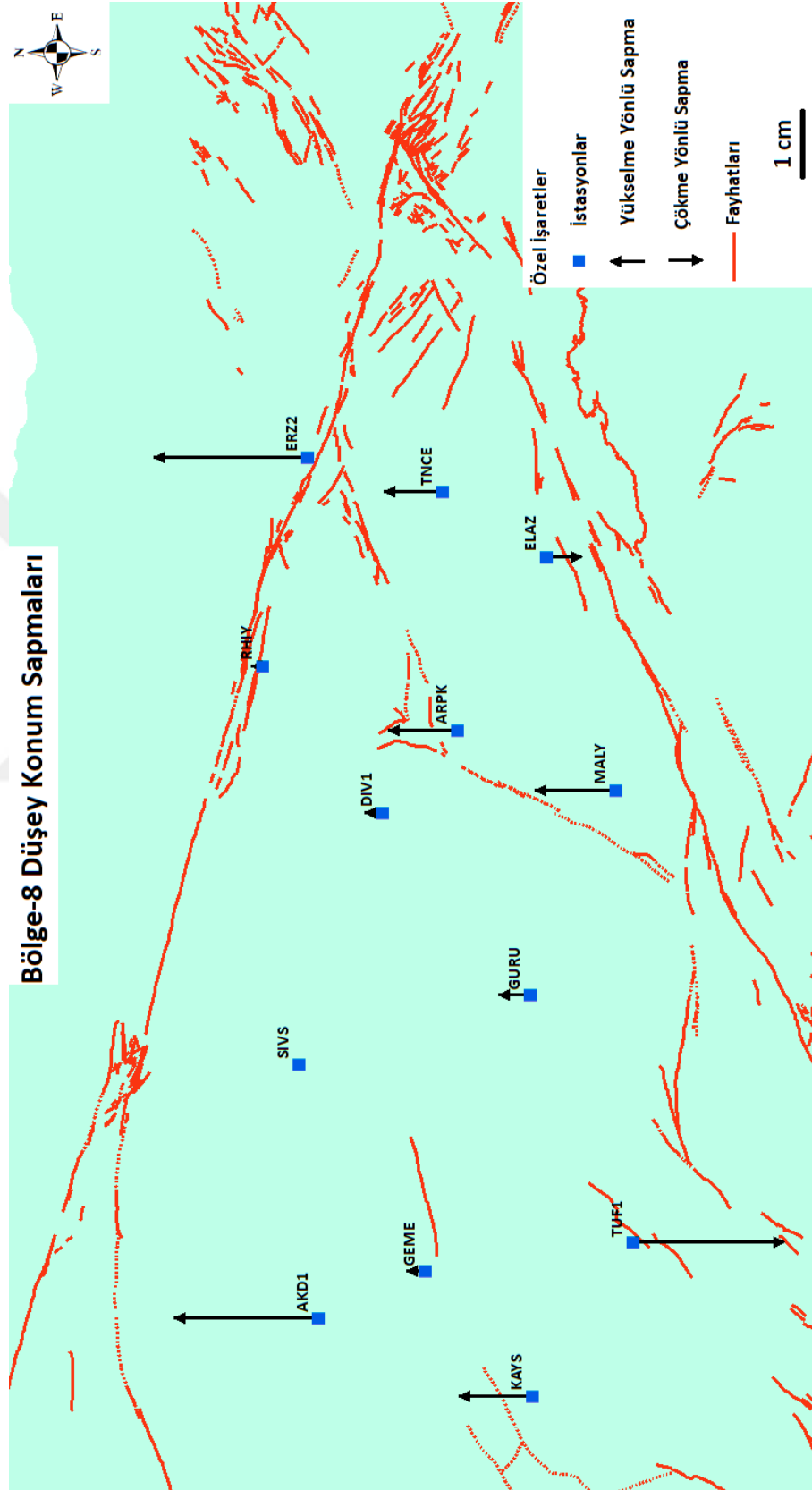
Çizelge 5.16. Bölge-8 yatay konum sapma verileri

Bölge-8 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
AKD1	0.6	331.14433880
ARPK	0.5	304.99202020
DIV1	0.4	331.07357420
ELAZ	0.8	289.74683660
ERZ2	1.6	56.50481533
GEME	0.7	275.87739260
GURU	0.3	31.26373169
KAYS	0.3	292.61986490
MALY	0.3	356.30861400
RHIY	0.2	329.93141720
SIVS	0.4	298.61045970
TNCE	0.5	283.76078510
TUF1	4.2	108.73447590

Şekil 5.20. ve Çizelge 5.16. incelendiğinde Bölge-8 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle kuzey yönlüdür.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında TUF1 ve ERZ2 istasyonları hariç benzerdir.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar, faydan uzak istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- İstasyonlar faylara hem yaklaşma hem de uzaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.8 cm'dir.

### 5.6.16. Bölge-8 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.21. Bölge-8 düşey konum sapmaları

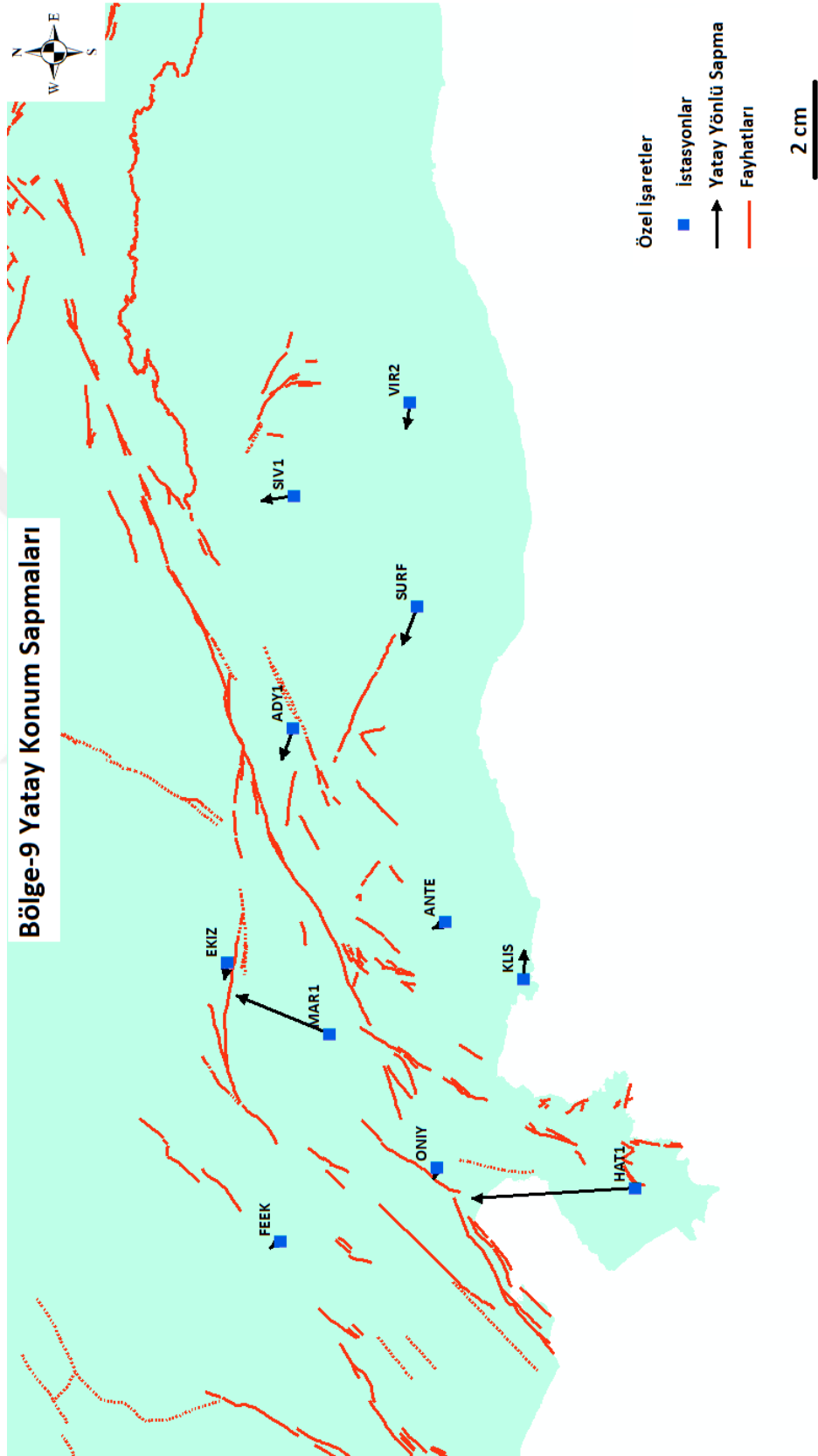
Çizelge 5.17. Bölge-8 düşey konum sapma verileri

Bölge-8 Düşey Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Yönü
AKD1	2.3	Yükselme
DIV1	0.3	Yükselme
GEME	0.3	Yükselme
ARPK	1.1	Yükselme
TNCE	0.9	Yükselme
KAYS	1.2	Yükselme
MALY	1.3	Yükselme
GURU	0.5	Yükselme
RHIY	0.2	Yükselme
ERZ2	2.5	Yükselme
ELAZ	-0.6	Çökme
TUF1	-2.3	Çökme
SIVS	-0.1	Çökme

Şekil 5.21. ve Çizelge 5.17. incelendiğinde Bölge-8 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak yükselme yönlü sapmalar oluşmakla beraber çökme yönlü sapmalarda meydana gelmiştir.
- Bölgenin doğusunda ve batısında oluşan düşey yönlü sapmalar genellikle bölge merkezinde oluşan sapmalardan daha şiddetlidir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.04 cm'dir
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması 1.1 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -1 cm'dir.

### 5.6.17. Bölge-9 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.22. Bölge-9 yatay konum sapmaları

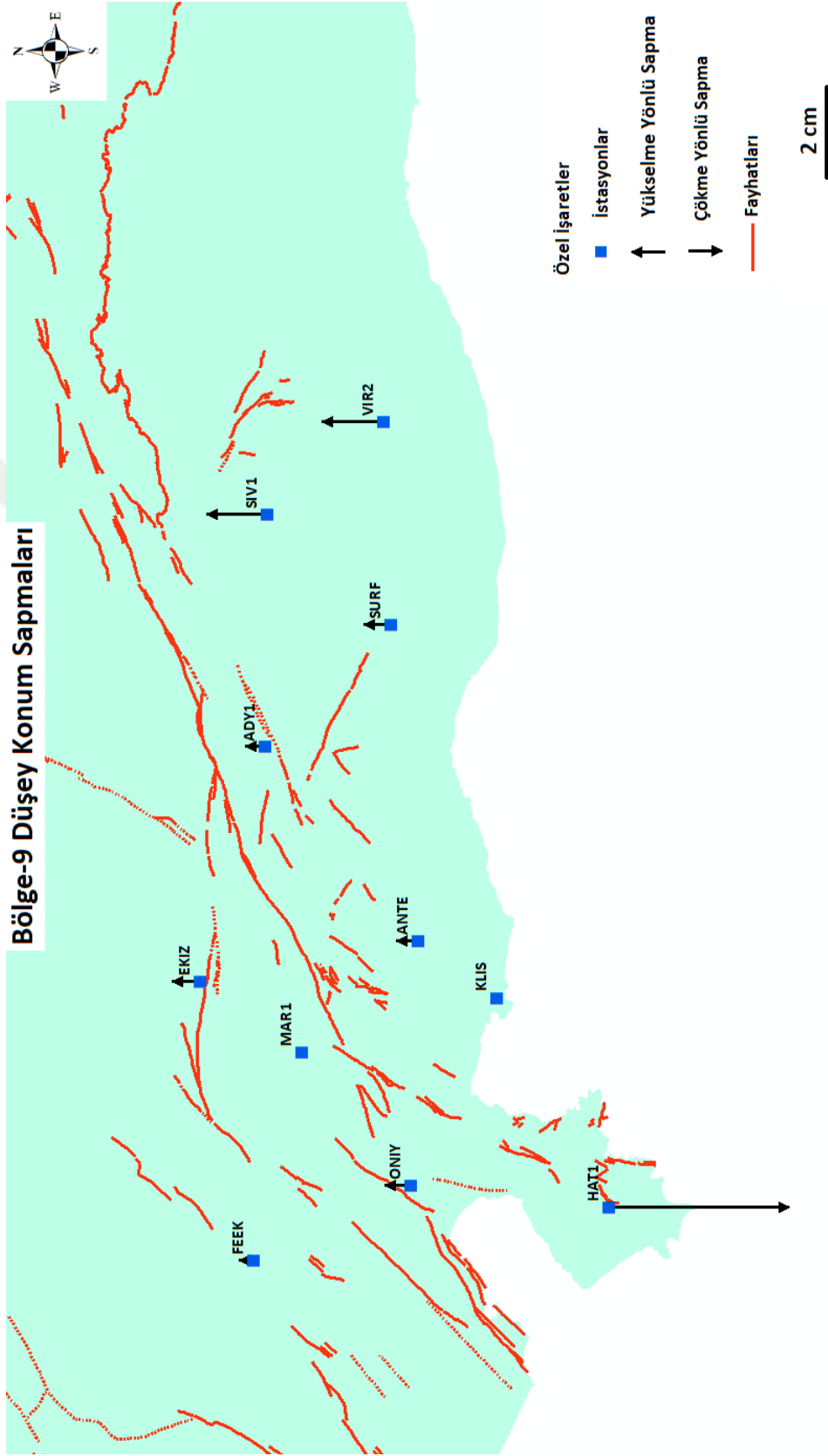
**Çizelge 5.18.** Bölge-9 yatay konum sapma verileri.

<b>Bölge-9 Yatay Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Azimut Açısı (°)</b>
ADY1	0.9	293.96248900
ANTE	0.4	337.47943440
EKIZ	0.4	282.09475710
FEEK	0.4	334.09349200
HAT1	5.1	357.43290250
KLIS	0.8	92.29061004
MAR1	3.2	17.86201013
ONİY	0.4	290.92450170
SIV1	1.1	353.19868520
SURF	1.1	295.85186250
VIR2	0.7	280.98065000

Şekil 5.22. ve Çizelge 5.18. incelendiğinde Bölge-9 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle kuzey, kuzeybatı ve batı yönündedir.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında HAT1 ve MAR1 istasyonları hariç benzerdir.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar, faydan uzak istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- İstasyonlar genellikle faydan uzaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1.3 cm'dir.

### 5.6.18. Bölge-9 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.23. Bölge-9 düşey konum sapmaları

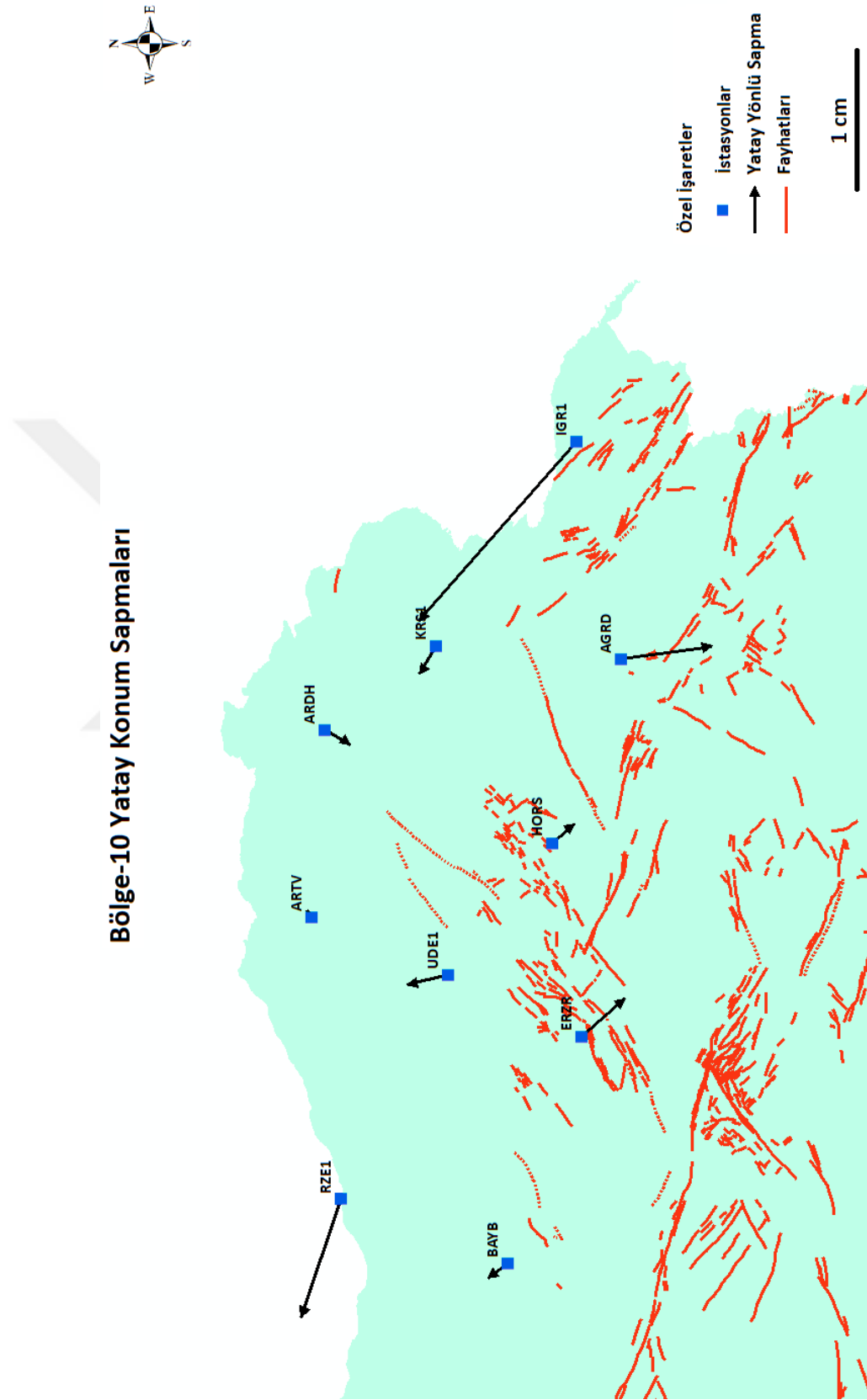
Çizelge 5.19. Bölge-9 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-9 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
VIR2	1.3	Yükselme
ONİY	0.5	Yükselme
ANTE	0.5	Yükselme
SURF	0.6	Yükselme
ADY1	0.4	Yükselme
SIV1	1.3	Yükselme
EKIZ	0.6	Yükselme
FEEK	0.3	Yükselme
HAT1	-3.7	Çökme
MAR1	Sapma Yok	
KLIS	Sapma Yok	

Şekil 5.23. ve Çizelge 5.19. incelendiğinde Bölge-9 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak yükselme yönlü sapmalar oluşmakla beraber sadece HAT1 istasyonunda çökme yönlü sapma meydana gelmiştir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.0 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması 0.7 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -3.7 cm'dir.

### 5.6.19. Bölge-10 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.24. Bölge-10 yatay konum sapmaları

Çizelge 5.20. Bölge-10 yatay konum sapma verileri

Bölge-10 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
AGR1	0.8	174.06847310
ARDH	0.2	205.46334510
ARTV	0.1	45.00000000
BAYB	0.2	329.53445510
ERZR	0.4	145.95406260
HORS	0.2	145.61965530
IGR1	1.8	318.63295070
KRS1	0.2	308.29016320
RZE1	0.9	294.16662980
UDE1	0.4	348.69006750

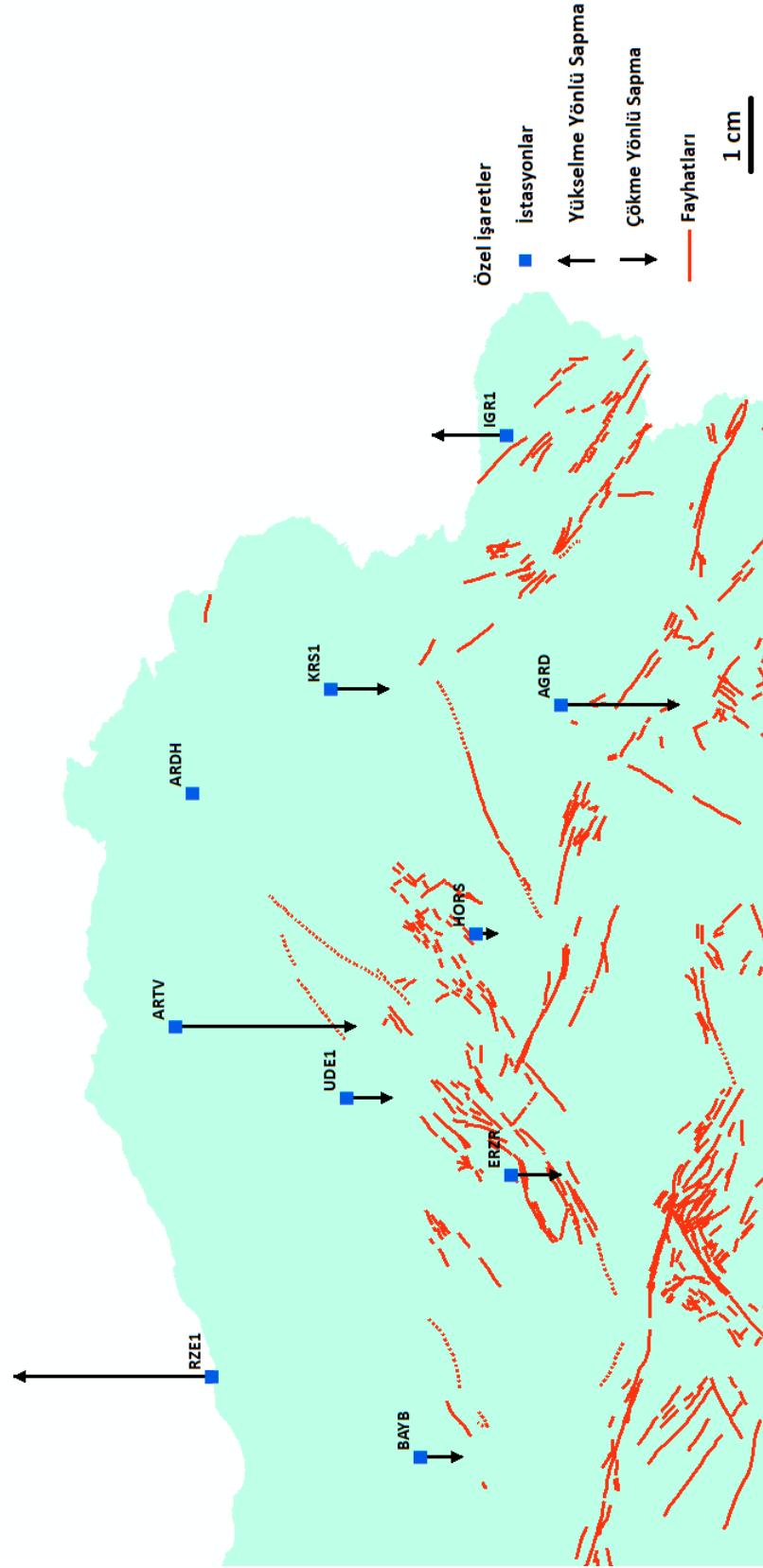
Şekil 5.24. ve Çizelge 5.20. incelendiğinde Bölge-10 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların yatay sapma yönleri genellikle farklıdır.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında IGR1 istasyonu hariç benzerdir.
- Bölgenin güneyi fay açısından oldukça yoğundur ve faylara yakın istasyonlar genellikle faya yaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.5 cm'dir.

### 5.6.20. Bölge-10 Düşey Konum Sapma Analizi



#### Bölge-10 Düşey Konum Sapmaları



Şekil 5.25. Bölge-10 düşey konum sapmaları

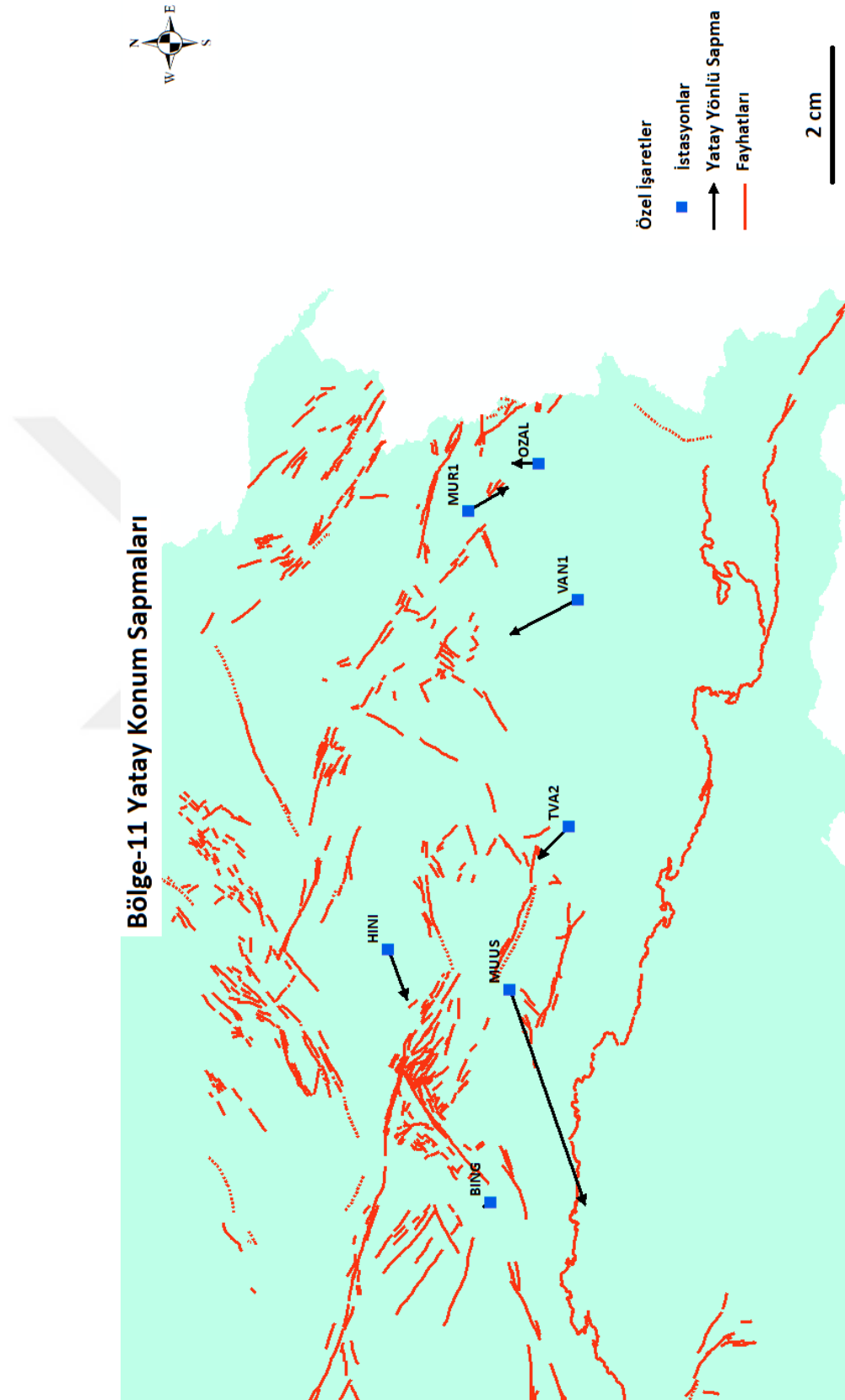
**Çizelge 5.21.** Bölge-10 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-10 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
RZE1	2.8	Yükselme
IGR1	1.0	Yükselme
KRS1	-0.8	Çökme
UDE1	-0.6	Çökme
BAYB	-0.6	Çökme
HORS	-0.3	Çökme
ERZR	-0.7	Çökme
AGRD	-1.6	Çökme
ARTV	-2.5	Çökme
ARDH	Sapma Yok	

Şekil 5.25. ve Çizelge 5.21. incelendiğinde Bölge-10 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak çökme yönlü sapmalar oluşmakla beraber yükselme yönlü sapmalarda meydana gelmiştir.
- Bölgenin güneybatısı, güneyi ve güneydoğusu fay hatları ile oldukça etkileşimlidir ve bu alanlarda sapma yapmamış istasyon yoktur.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.21 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +1.9 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması ise -1 cm'dir.

### 5.6.21. Bölge-11 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.26. Bölge-11 yatay konum sapmaları

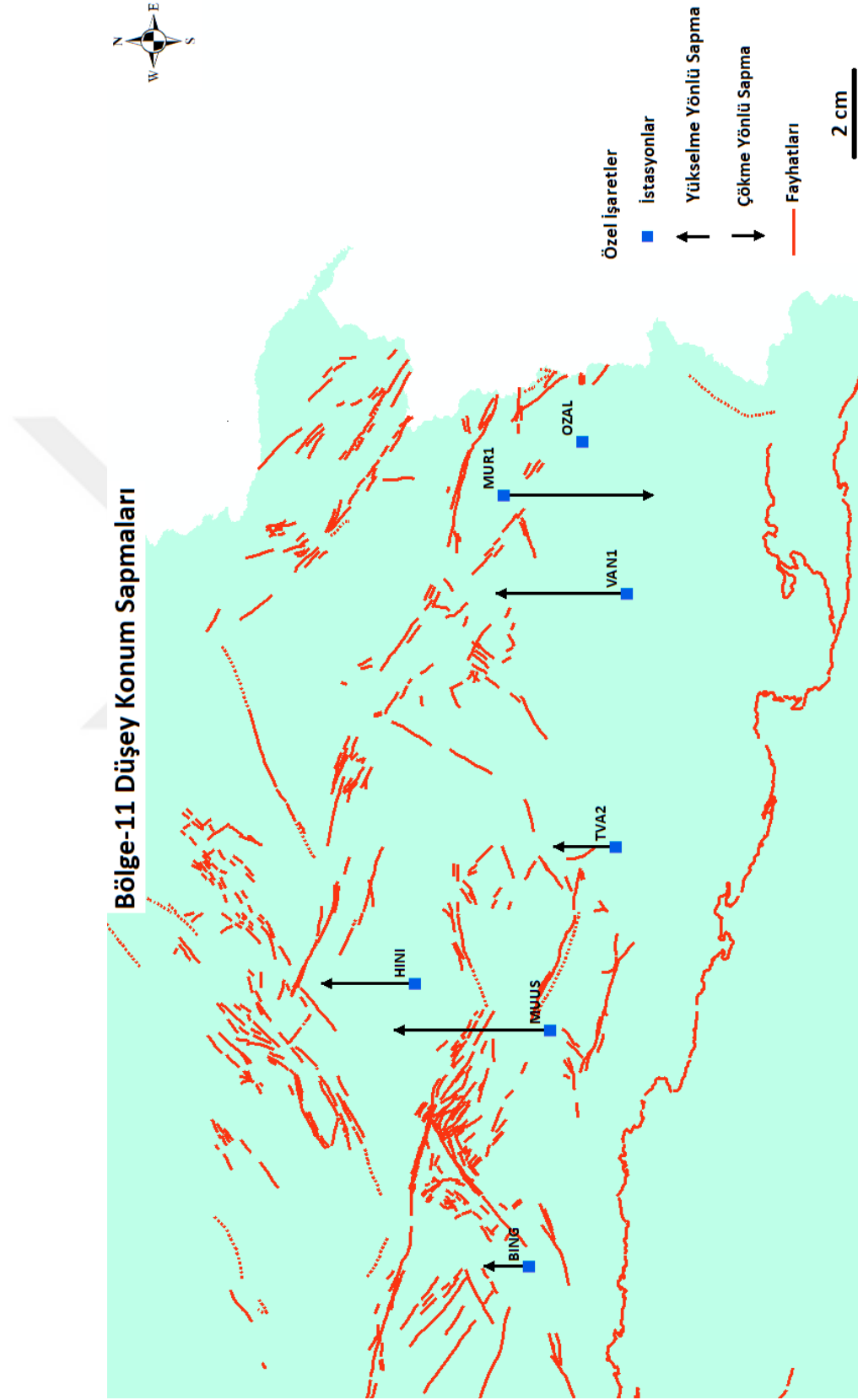
**Çizelge 5.22.** Bölge-11 yatay konum sapma verileri

<b>Bölge-11 Yatay Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Azimut Açısı (°)</b>
BING	0.2	334.98310650
HINI	1.0	244.73690150
MUR1	1.0	155.50809900
MUUS	4.1	245.78486100
OZAL	0.6	0.00000000
TVA2	0.9	320.44033200
VAN1	1.7	338.51796170

Şekil 5.26. ve Çizelge 5.22. incelendiğinde Bölge-11 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya da dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların sapma yönleri genellikle farklıdır.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında MUUS istasyonu hariç benzerdir.
- İstasyonlar genellikle faya yaklaşma yönlü sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1.4 cm'dir.

### 5.6.22. Bölge-11 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.27. Bölge-11 düşey konum sapmaları

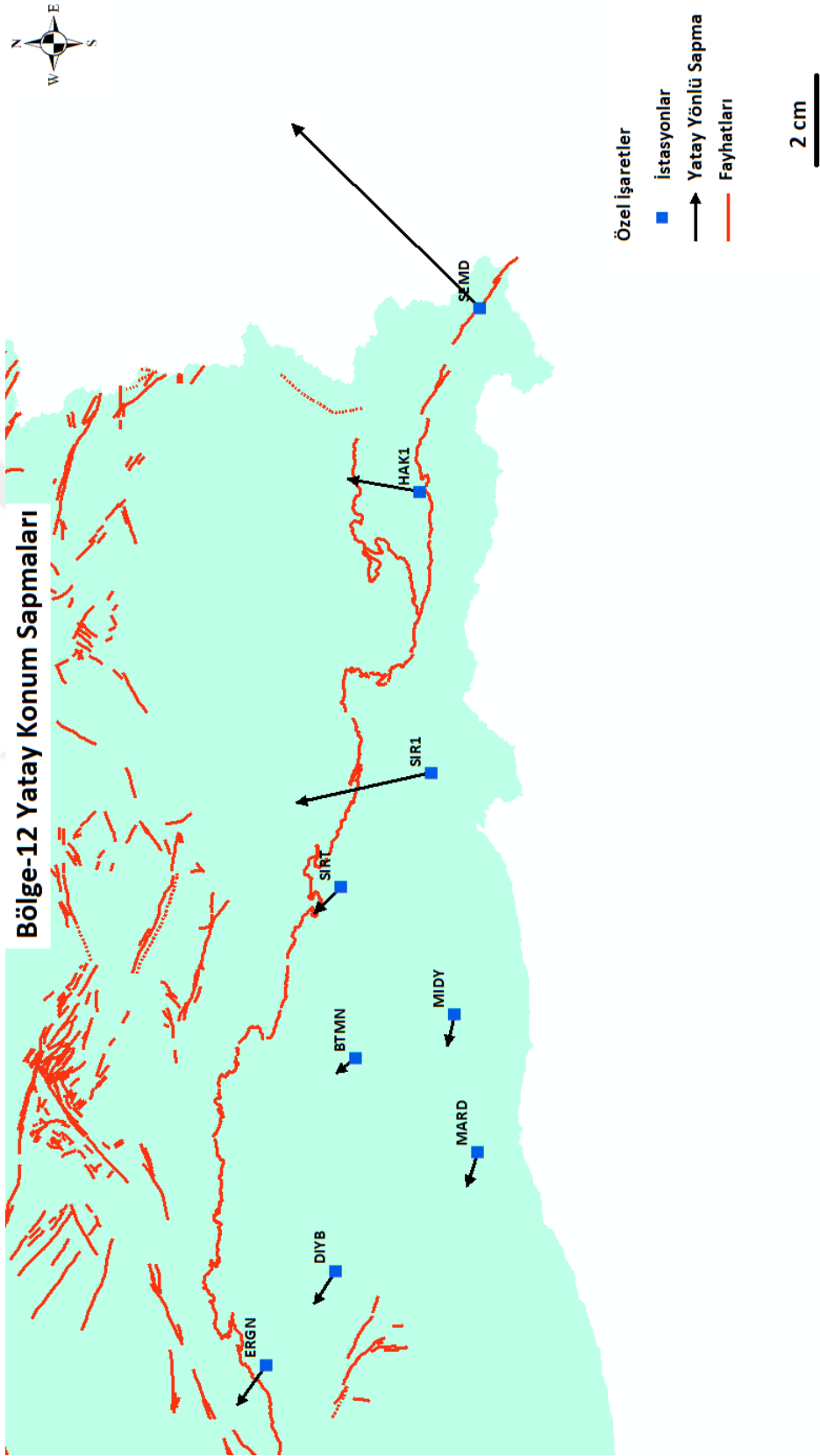
**Çizelge 5.23.** Bölge-11 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-11 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
BING	0.9	Yükselme
MUUS	3.2	Yükselme
TVA2	1.3	Yükselme
VAN1	2.6	Yükselme
HINI	1.9	Yükselme
OZAL	0.1	Yükselme
MUR1	-3.0	Çökme

Şekil 5.27. ve Çizelge 5.23. incelendiğinde Bölge-11 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak yükselme yönlü sapmalar oluşmakla beraber çökme yönlü sapmalarda meydana gelmiştir.
- Bölgede yoğun şekilde fay hattı bulunmaktadır ve tüm istasyonlarda diğer bölgelere kıyasla şiddetli sapmalar meydana gelmiştir.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 1.86 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +1.7 cm' dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması -3 cm' dir.

### 5.6.23. Bölge-12 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.28. Bölge-12 yatay konum sapmaları

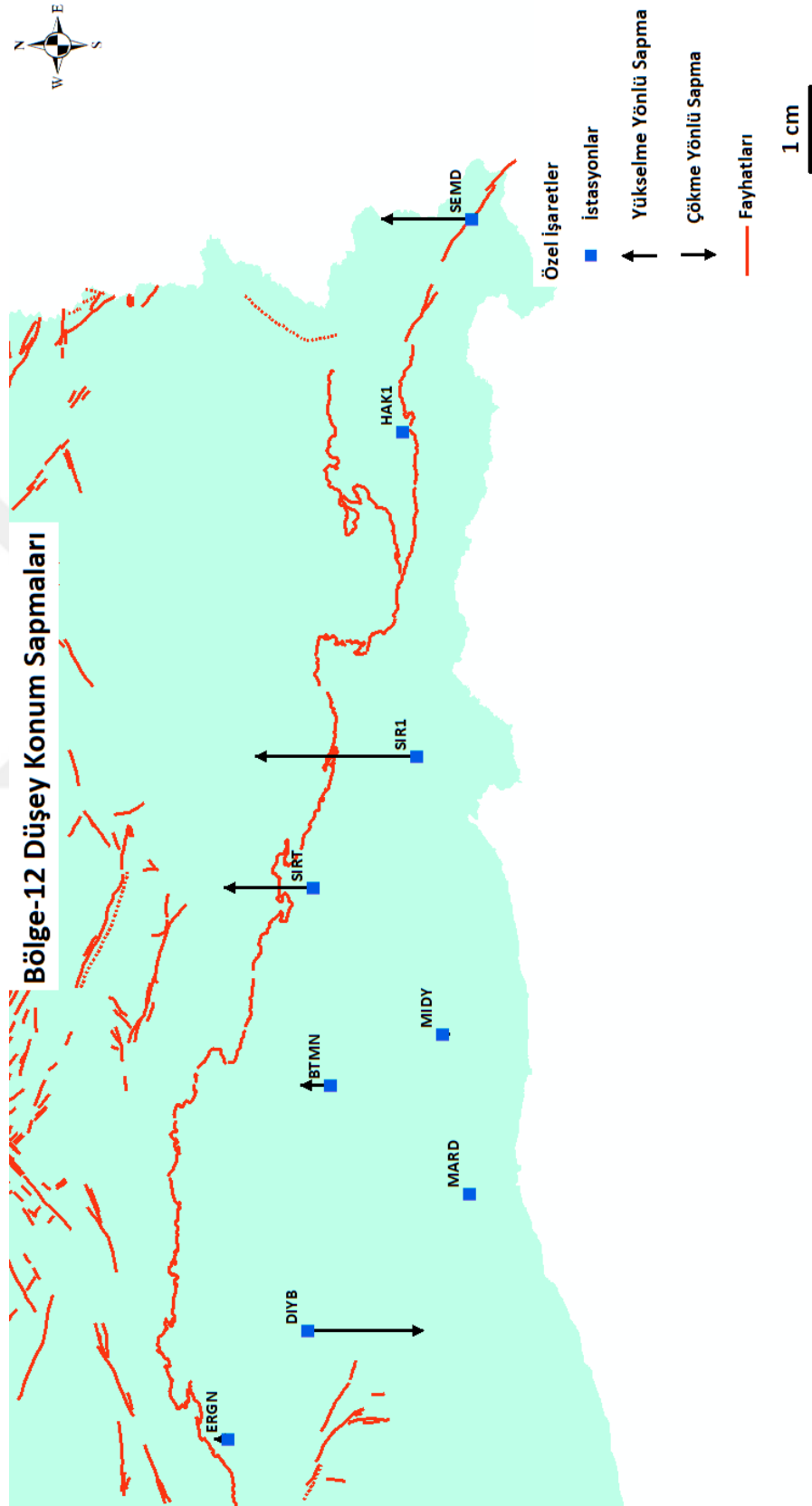
Çizelge 5.24. Bölge-12 yatay konum sapma verileri

Bölge-12 Yatay Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Azimut Açısı (°)
BTMN	0.5	328.84069550
DIYB	0.7	309.01940050
ERGN	0.9	311.94130240
HAK1	1.5	8.28940439
MARD	0.6	292.13549190
MIDY	0.6	286.22019370
SEMD	5.0	38.28544788
SIR1	2.9	349.88919640
SIRT	0.7	322.05784660

Şekil 5.28. ve Çizelge 5.24. incelendiğinde Bölge-12 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içinde ya dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmamıştır.
- İstasyonların sapma yönleri genellikle kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlüdür.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında SEMD ve SIR1 istasyonu hariç benzerdir.
- Bölgenin doğusunda daha şiddetli sapmalar meydana gelmiştir.
- Fay hatlarına yakın olan istasyonlar, faydan uzak istasyonlara göre daha şiddetli sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 1.5 cm'dir.

### 5.6.24. Bölge-12 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.29. Bölge-12 düşey konum sapmaları

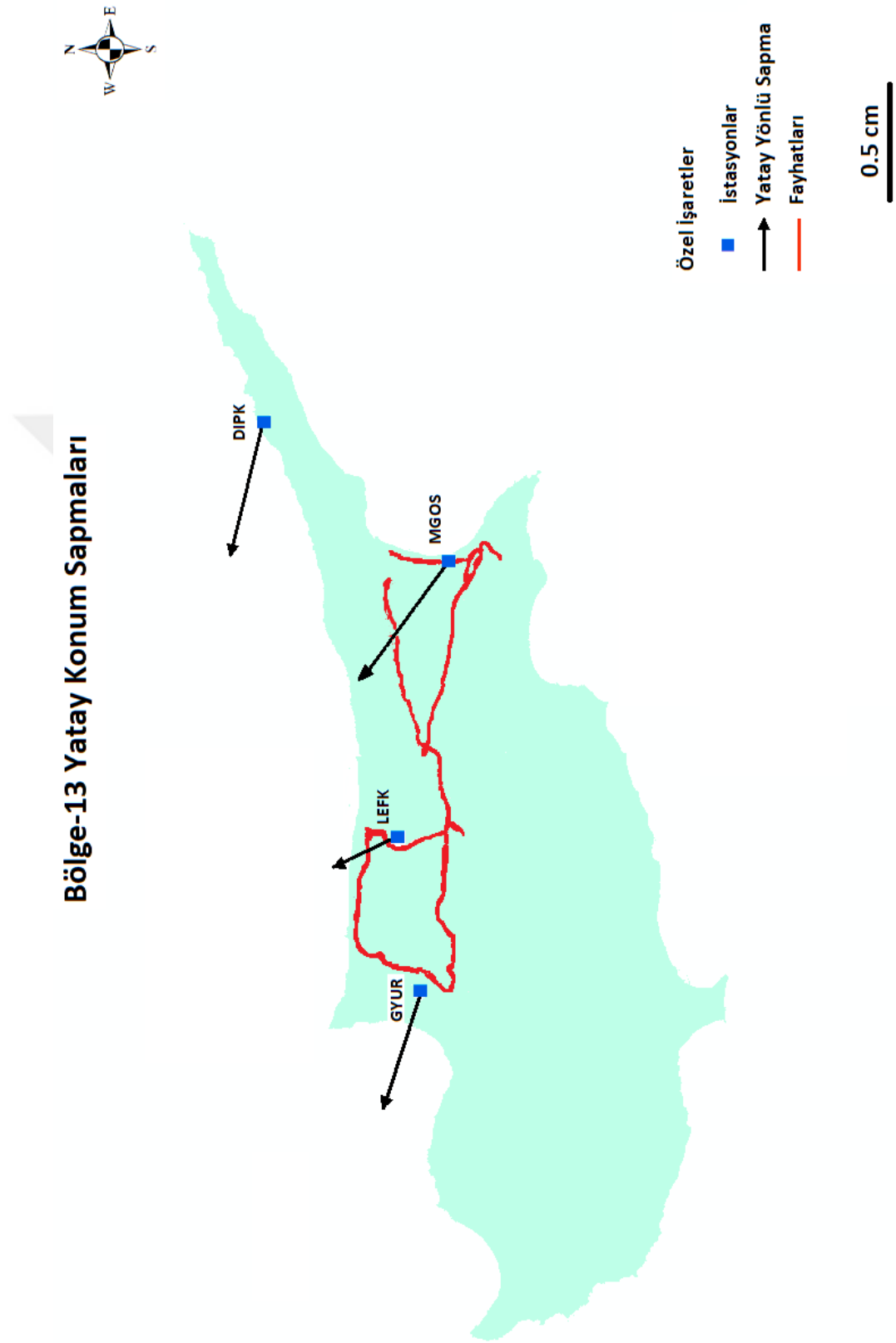
Çizelge 5.25. Bölge-12 düşey konum sapma verileri

Bölge-12 Düşey Konum Sapma Verileri		
İstasyon	Sapma Miktarı (cm)	Sapma Yönü
BTMN	0.3	Yükselme
SIRT	1.0	Yükselme
SIR1	1.8	Yükselme
MARD	0.1	Yükselme
SEMD	1.0	Yükselme
ERGN	0.2	Yükselme
DIYB	-1.3	Çökme
MIDY	-0.1	Çökme
HAK1	Sapma Yok	

Şekil 5.29. ve Çizelge 5.25. incelendiğinde Bölge-12 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölge genelinde yoğun olarak yükselme yönlü sapmalar oluşmakla beraber çökme yönlü sapmalarda meydana gelmiştir.
- Fay hatlarına yakın istasyonlar genellikle faydan uzak istasyonlardan daha şiddetli düşey sapmalar yapmıştır.
- Bölgede oluşan ortalama düşey sapma miktarı 0.7 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü oluşan sapmaların ortalaması +0.7 cm'dir.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması ise -0.7 cm'dir.

### 5.6.25. Bölge-13 Yatay Konum Sapma Analizi



Şekil 5.30. Bölge-13 yatay konum sapmaları

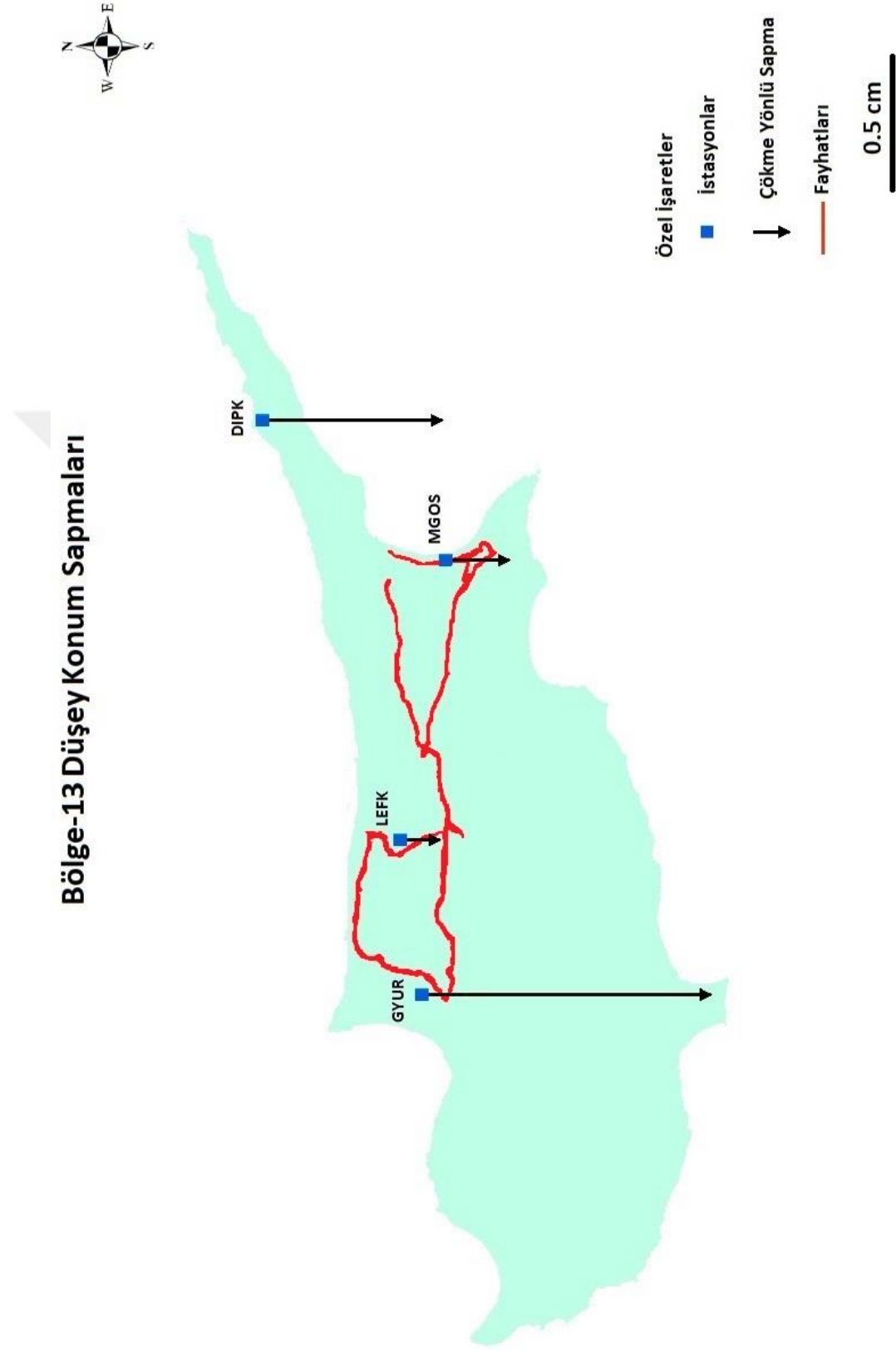
**Çizelge 5.26.** Bölge-13 yatay konum sapma verileri

<b>Bölge-13 Yatay Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Azimut Açısı (°)</b>
DIPK	0.6	287.47477430
GYUR	0.5	292.01128320
LEFK	0.3	339.44395480
MGOS	0.6	312.45519560

Şekil 5.30. ve Çizelge 5.26. incelendiğinde Bölge-13 için yatay analizler aşağıda anlatılmıştır.

- İstasyonlar bölge içerisinde olmasa da bölge dışında ortak bir merkeze doğru yatay sapma yapmıştır.
- İstasyonların sapma yönleri kuzeybatıdır.
- İstasyonların sapma şiddetleri karşılaştırıldığında benzerdir.
- İstasyonlar genellikle faydan uzaklaşma yönünde sapma yapmıştır.
- Bölgede oluşmuş yatay konum sapmalarının ortalaması ise 0.5 cm'dir.

### 5.6.26. Bölge-13 Düşey Konum Sapma Analizi



Şekil 5.31. Bölge-13 düşey konum sapmaları

**Çizelge 5.27.** Bölge-13 düşey konum sapma verileri

<b>Bölge-13 Düşey Konum Sapma Verileri</b>		
<b>İstasyon</b>	<b>Sapma Miktarı (cm)</b>	<b>Sapma Yönü</b>
DIPK	-0.7	Çökme
GYUR	-1.2	Çökme
LEFK	-0.2	Çökme
MGOS	-0.3	Çökme

Şekil 5.31. ve Çizelge 5.27. incelendiğinde Bölge-13 için düşey analizler aşağıda anlatılmıştır.

- Bölgede bulunan tüm istasyonlarda düşey yönlü sapmalar oluşmuştur.
- Bölgede oluşan ortalama düşey miktarı 0.6 cm'dir.
- Bölgede yükselme yönlü sapma yapan istasyon yoktur.
- Bölgede çökme yönlü oluşan sapmaların ortalaması ise -0.6 cm'dir.

### **5.7. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Tespit Edilmesi**

Bulunması gereken konumlardan hem yatay hem de düşey olarak daha çok sapma yapan istasyonlar sapma miktarına göre sıralanmıştır. Sıralama sonucunda istasyonlar seçilirken bazı istasyonların gözlem verilerinin sınırlı olması, bazı istasyonların ise yakın tarihte koordinatlarında ve hızlarında revize yapıldığı için sıralamadan çıkartılmıştır. Sonuç olarak 3 tanesi yatay boyutta, 4 tanesi düşey boyutta ve 4 tanesi ise hem yatay hem düşey boyutta konum sapmasının çok olduğu 11 istasyon seçilmiştir. Bu istasyonların isimleri ve sapma miktarları Çizelge 5.28.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.28.** Konum sapmasının çok olduğu istasyonlar ve sapma miktarları

	Sıralama	İstasyon	Konum Sapması (cm)
<b>Yatay Yönlü</b>	1	HAT1	5.14
	2	SEMD	5.02
	3	YENC	4.54
	4	TUF1	4.23
	5	MUUS	4.14
	6	EDIR	3.62
	7	KNY1	3.45
<b>Düsey Yönlü</b>	1	KNY1	-19.10
	2	DEIR	8.40
	3	DATC	7.14
	4	YENC	5.26
	5	HAT1	-3.72
	6	MUUS	3.18
	7	MUR1	-3.01
	8	SALH	-2.84

### 5.8. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Geçmişe Yönelik Değerlendirilmesi

Konum sapması fazla olan istasyonların geçmişe yönelik değerlendirilmesindeki amaç oluşan sapmaların hangi tarihte oluştuğunu saptamak, varsa istasyon hızlarında herhangi bir değişikliğin olup, olmadığını tespit etmektir.

Geçmişe yönelik olarak yatay ve düşey konumda meydana gelen sapmaların değerlendirilmesi yapılacak istasyonlara ait uydu gözlem verileri yine TKGM'ye ait ftp servisinden indirilmiştir. Bazı istasyonlarda veri yetersizliği ve yakın zamanda istasyonların revize edilmesinden dolayı değerlendirme genel olarak iki farklı şekilde yapılmıştır. Birinci değerlendirme 2011-2018 yılları arasında 1 yıllık zaman aralıklı, ikinci değerlendirme ise 2014-2018 yılları arasında 6 aylık zaman aralıklı olarak yapılmıştır. Çizelge 5.29.'da 1 yıl zaman aralıklı değerlendirilmiş istasyonlar ve Çizelge 5.30.'da ise 6 aylık zaman aralıklı olarak değerlendirilmiş istasyonlar gösterilmiştir.

**Çizelge 5.29.** 1 yıl aralıklı değerlendirme yapılan istasyonlar ve değerlendirme tarihleri

1 YILLIK ARALIKLARLA DEĞERLENDİRİLEN İSTASYON VERİLERİ							
TARİH	DATC	DEIR	EDIR	MUUS	SALH	SEMD	YENC
2011 KASIM	✓	✓	✓	✓	Eksik Veri	✓	✓
2012 KASIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2013 KASIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2014 KASIM	✓	Eksik Veri	✓	✓	✓	✓	✓
2015 KASIM	✓	Eksik Veri	✓	✓	✓	✓	✓
2016 KASIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2017 KASIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2018 KASIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Çizelge 5.30.** 6 ay aralıklı değerlendirme yapılan istasyonlar ve değerlendirme tarihleri

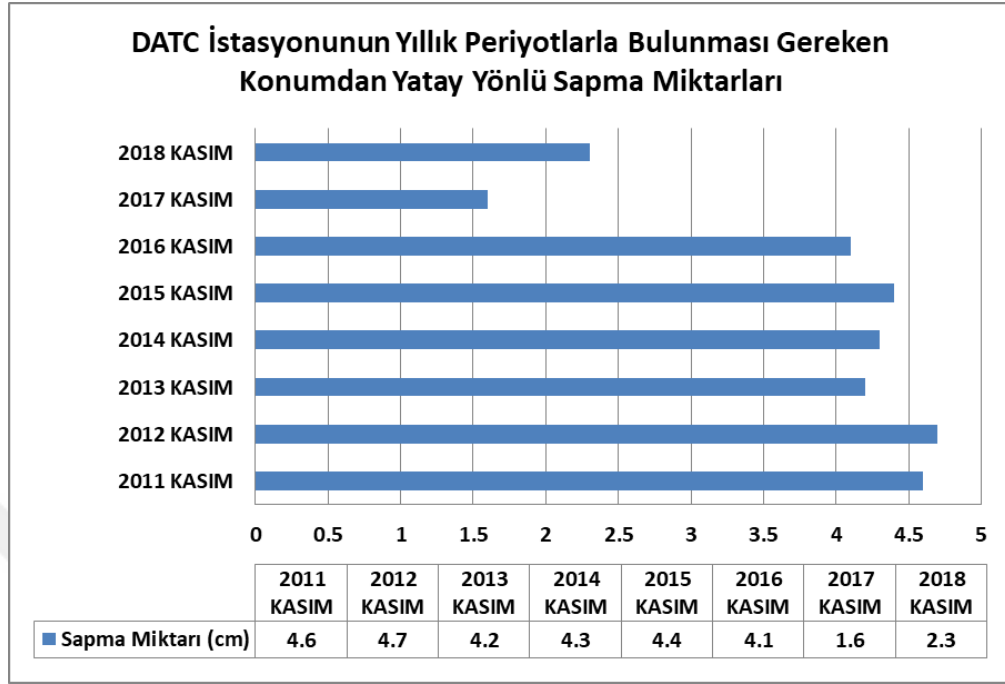
6 AYLIK ARALIKLARLA DEĞERLENDİRİLEN İSTASYON VERİLERİ				
TARİH	HAT1	KNY1	MUR1	TUF1
2014 MAYIS	Eksik Veri	✓	✓	✓
2014 KASIM	Eksik Veri	✓	✓	✓
2015 MAYIS	✓	✓	✓	✓
2015 KASIM	✓	✓	✓	✓
2016 MAYIS	✓	✓	✓	✓
2016 KASIM	✓	✓	✓	✓
2017 MAYIS	✓	✓	✓	✓
2017 KASIM	✓	✓	✓	✓
2018 MAYIS	✓	✓	Eksik Veri	✓
2018 KASIM	✓	✓	✓	✓

Verilerin indirilme işlemi Başlık 5.1.'de indirilen verilerin CSRS-PPP sistem ile değerlendirilme süreçleri Başlık 5.2.'de değerlendirme sonrası elde edilen koordinatların dönüştürülmesi ve ötelenmesi işlemi Başlık 5.3.'de ve yayınlanmış yani gerçek kabul edilen koordinatlarla hesaplanan koordinatlar arasındaki farkların belirlenmesi ile birlikte bu kartezyen koordinatlar arasındaki farkların MATLAB ortamında toposentrik farklara dönüştürülme işlemi ise Başlık 5.4'de anlatılmıştır.

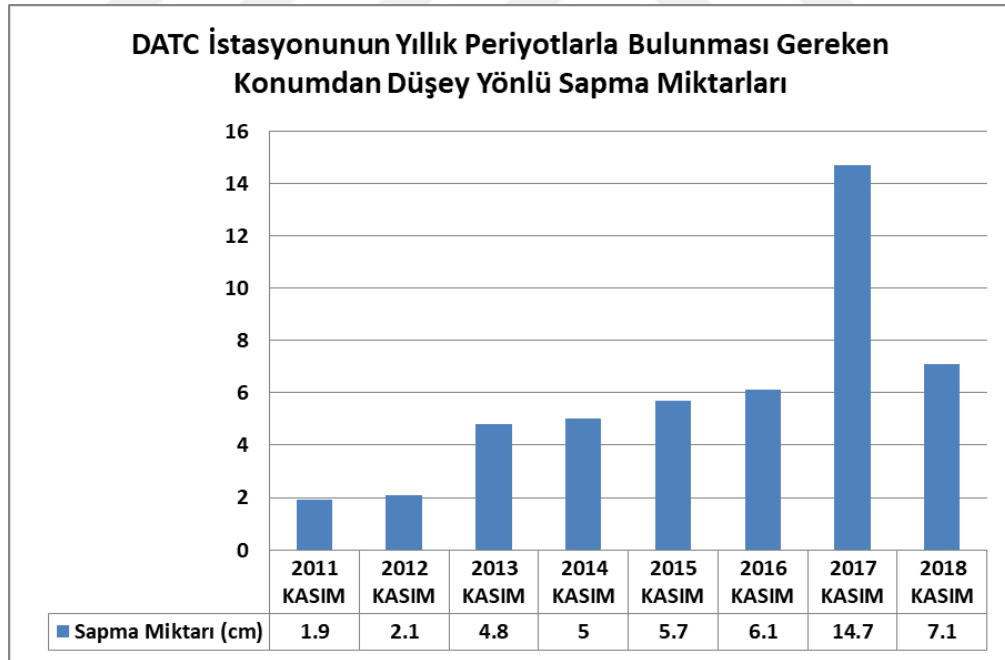
### 5.9. Yıllık ve Altı Aylık Periyotlarla Sapma Miktarlarının Görselleştirilmesi

İstasyonlara ait hesaplanan konum sapmaları yatay ve düşey boyut olarak iki farklı şekilde hesaplanmıştır. Konum sapmalarını daha anlaşılır kılmak için yatay konum sapmaları yatay boyutta ve düşey konum sapmaları düşey boyutta olmak üzere Microsoft Excel programı ile görselleştirilmeler yapılmıştır.

### 5.9.1. DATC İstasyonu



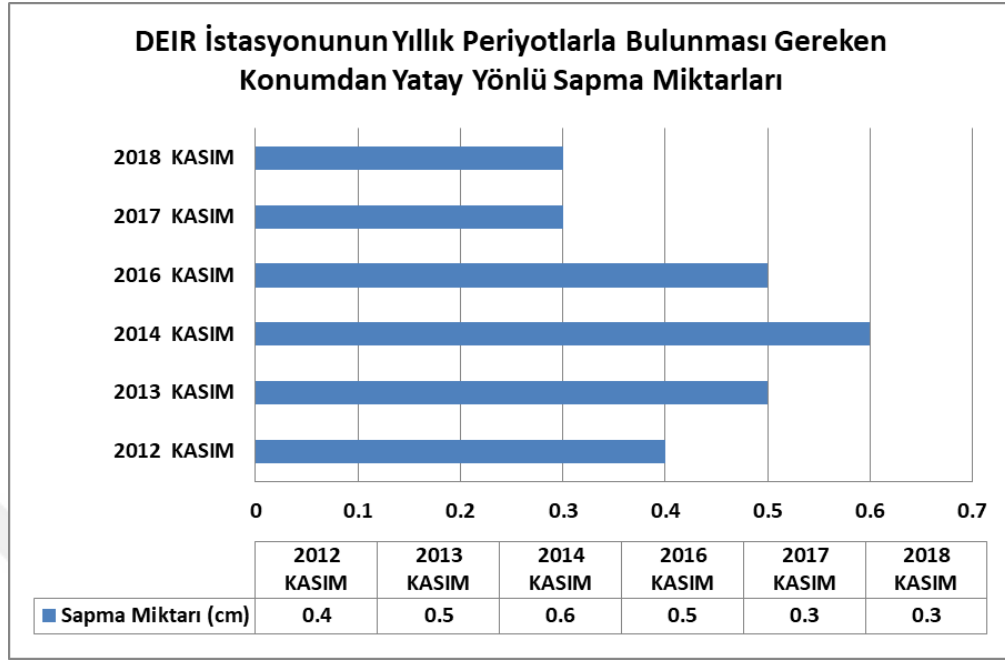
Şekil 5.32. DATC istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



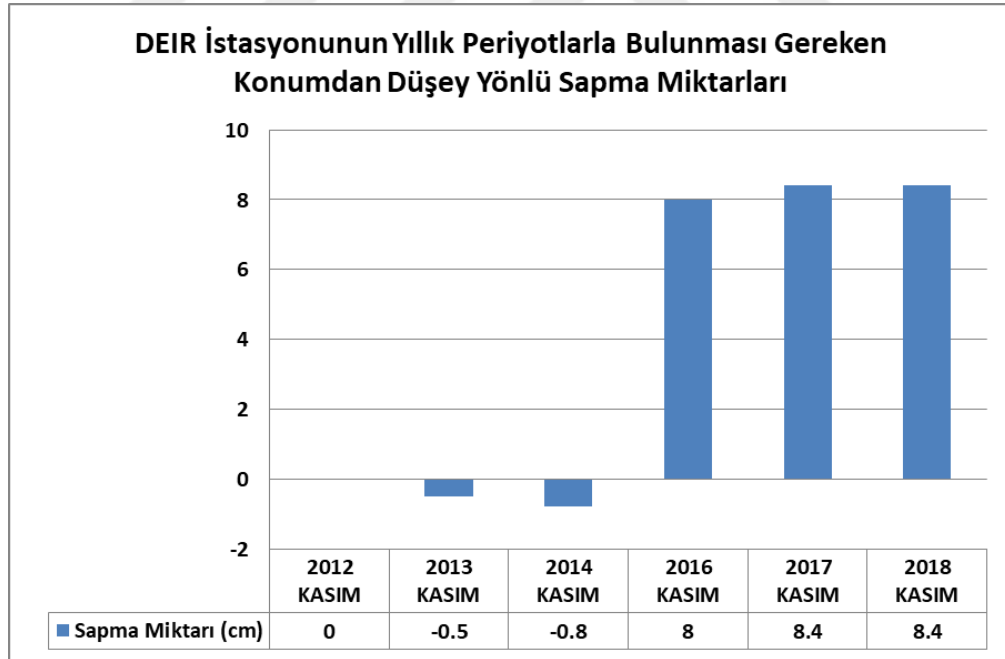
Şekil 5.33. DATC istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

DATC istasyonu için konum sapmalarının olduğu 2012 Kasım – 2013 Kasım arasında 12 ve 2016 Kasım – 2017 Kasım arasında ise istasyon merkezli 100 km çapta 4.0 ve üzeri şiddetli 48 deprem tespit edilmiştir.

### 5.9.2. DEIR İstasyonu



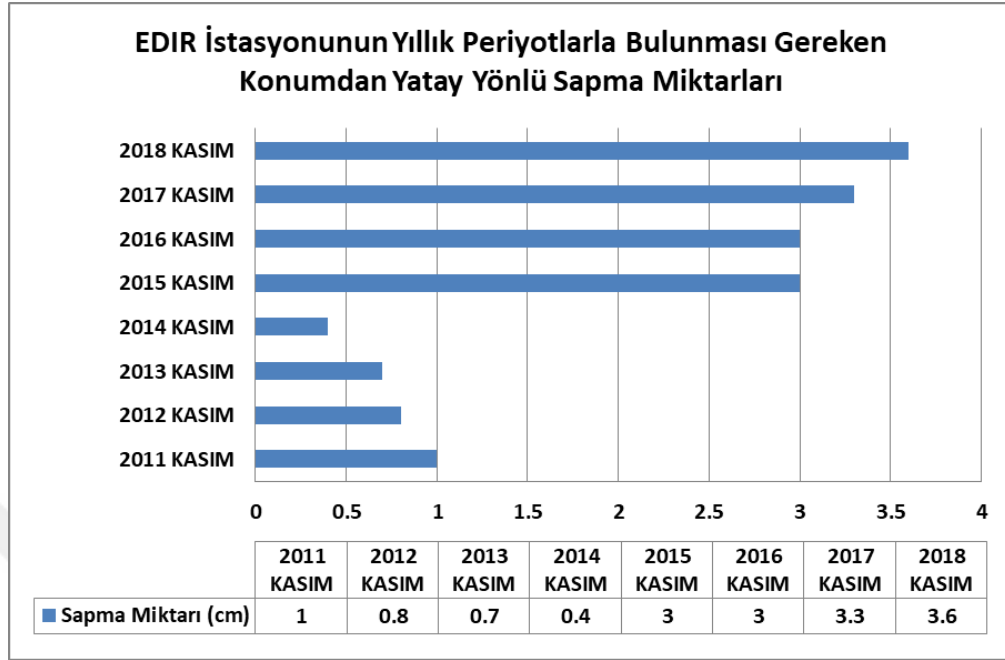
Şekil 5.34. DEIR istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



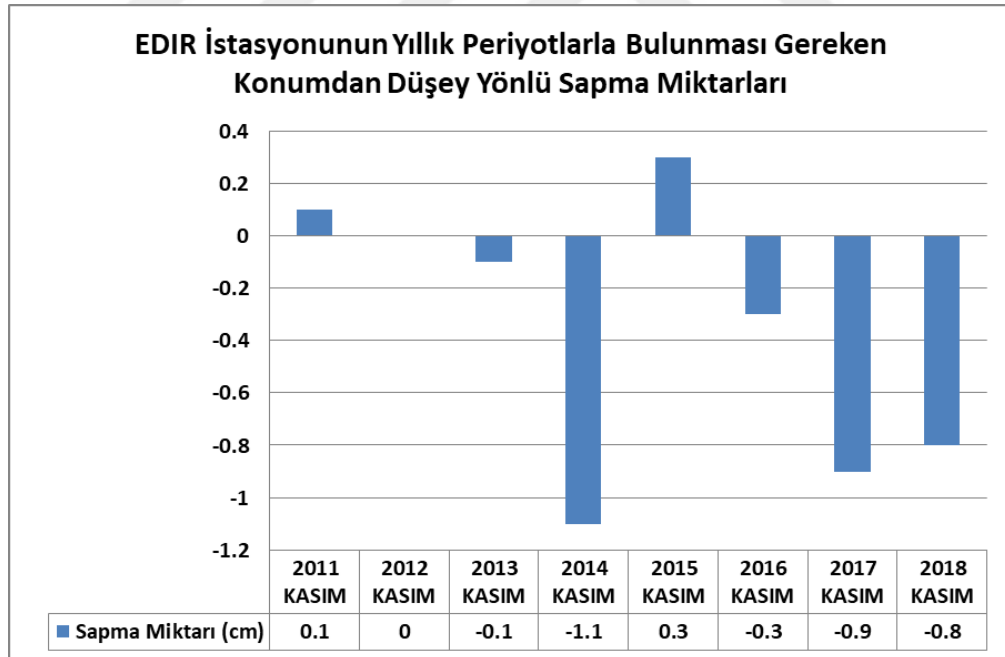
Şekil 5.35. DEIR istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

DEIR istasyonu için düşey yönde yüksek konum sapsmasının oluştuğu 2014 Kasım – 2016 Kasım tarihleri arasında istasyonun 100 km çapındaki alanda 4.0 ve üzeri şiddetli 14 deprem tespit edilmiştir.

### 5.9.3. EDİR İstasyonu



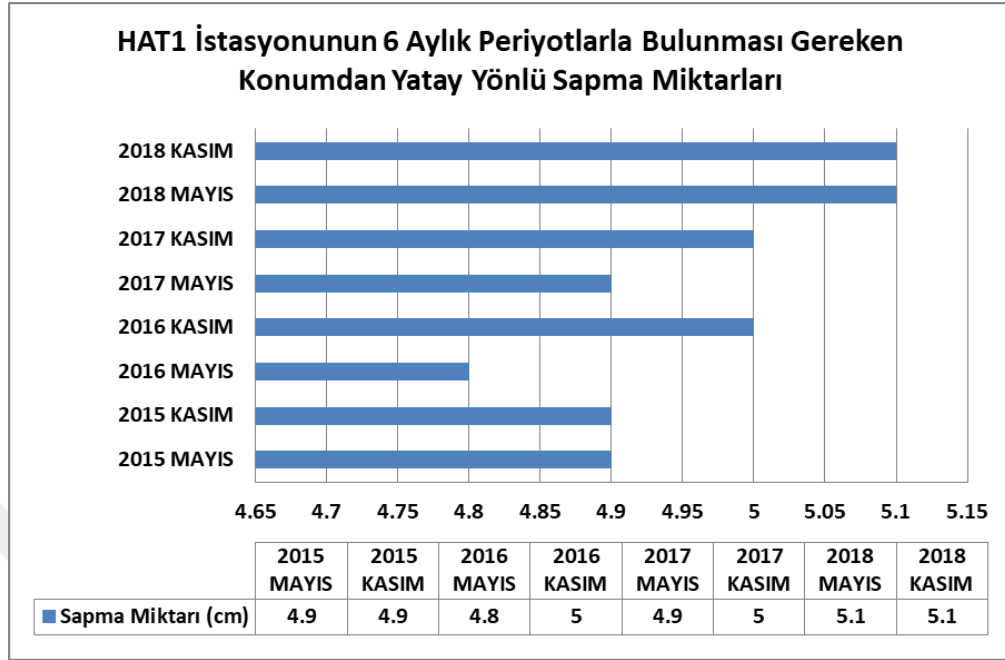
Şekil 5.36. EDİR istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



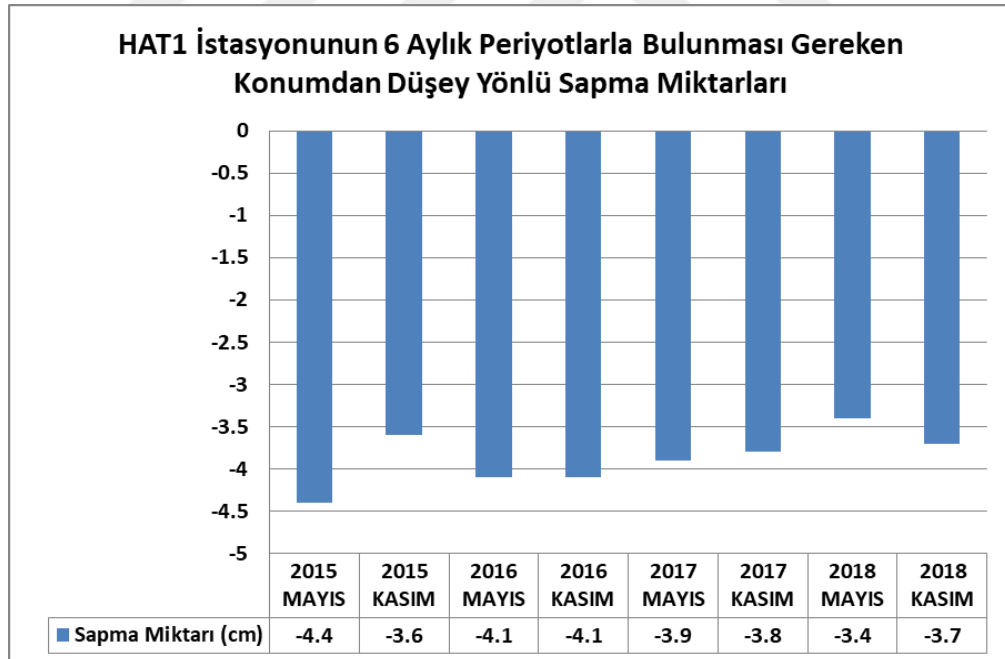
Şekil 5.37. EDİR istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

EDİR istasyonu için konum sapmalarının daha çok olduğu 2013 Kasım- 2014 Kasım ve 2014 Kasım – 2015 Kasım tarihleri aralığında istasyon merkezli 100 km çaplı alanda 4.0 ve üzeri şiddetli deprem tespit edilememiştir.

#### 5.9.4. HAT1 İstasyonu



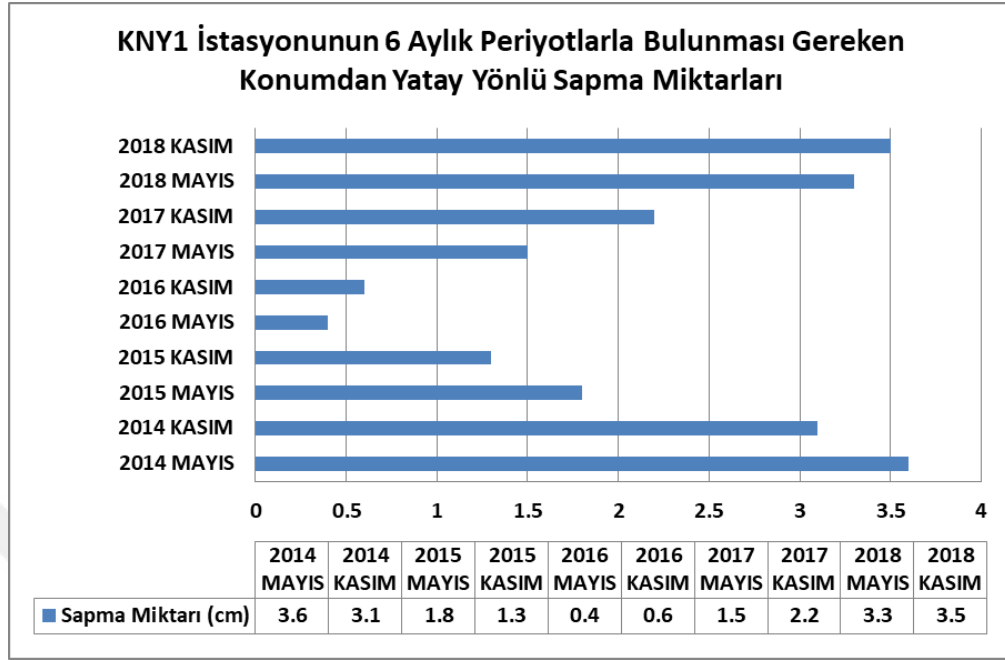
Şekil 5.38. HAT1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



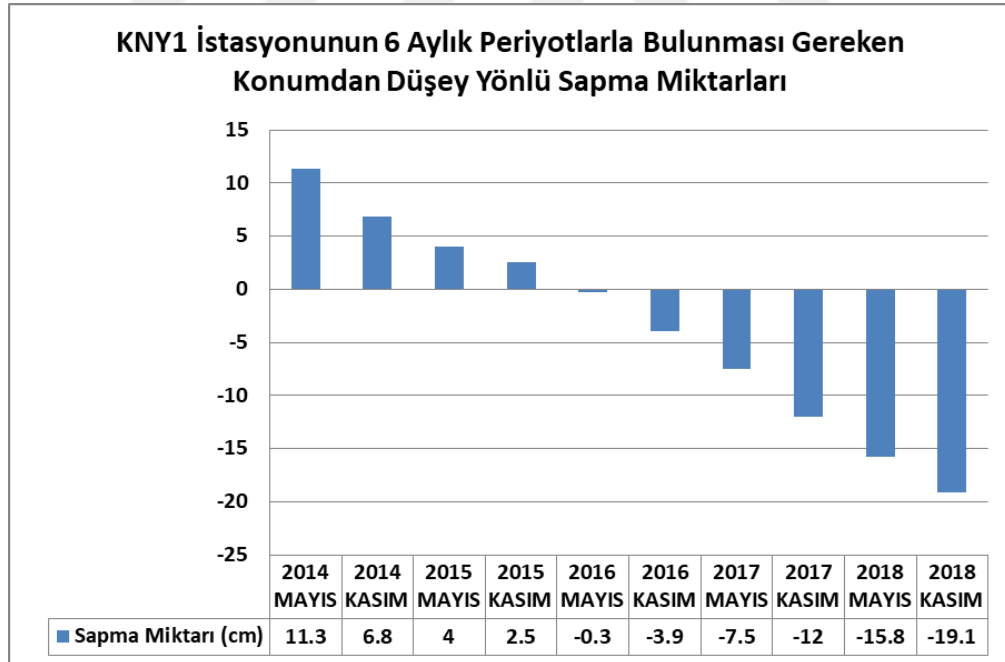
Şekil 5.39. HAT1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

HAT1 istasyonu için geçmişe yönelik değerlendirmelerde sapmanın oluştuğu tarih, istasyon konumunun değiştirildiği için geçmişe yönelik veri yetersizliğinden dolayı tespit edilememiştir. 09.09.2014 tarihinde HATA istasyonunun konumu ve hızları değiştirilerek HAT1 istasyonuna dönüştürülmüştür.

### 5.9.5. KNY1 İstasyonu



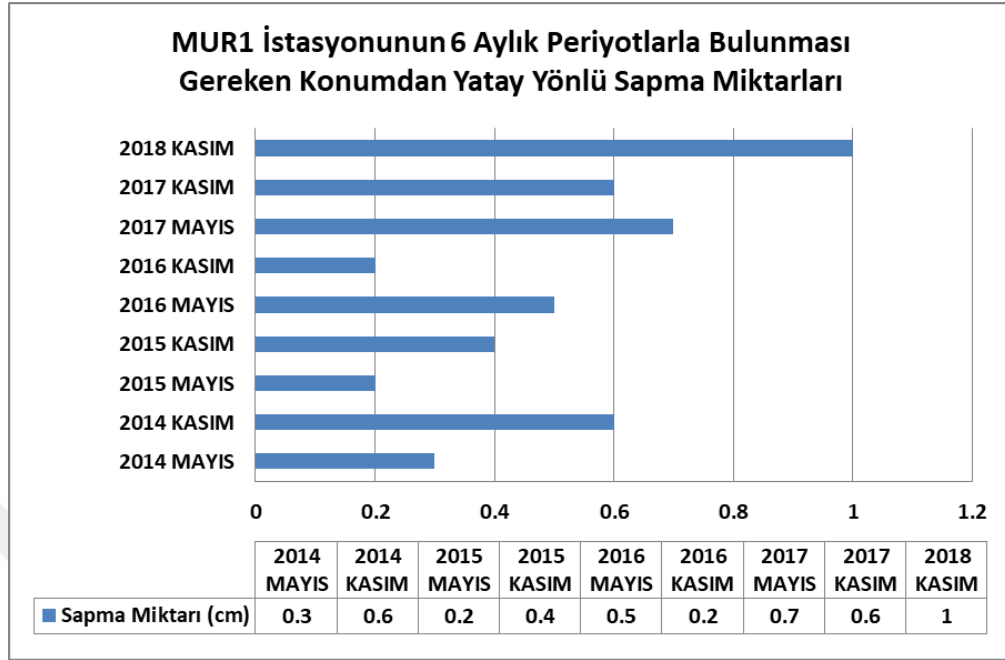
Şekil 5.40. KNY1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



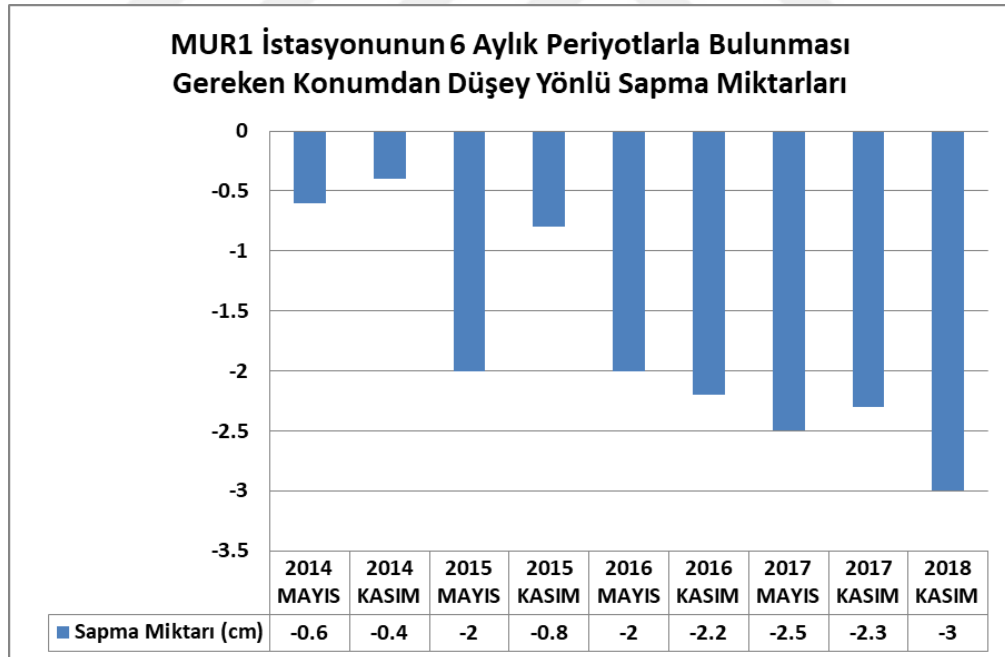
Şekil 5.41. KNY1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

KNY1 istasyonunda oluşan konum sapsmaları ile ilgili tarihlerde deprem verisi tespit edilememiştir. Fakat daha önce yapılan bir bilimsel çalışma ile Konya Kapalı Havzasında zemin çökmeleri tespit edilmiş olup, KNY1 istasyonu için -60.86 mm/yıl çökme oluştuğu ortaya konmuştur (Yalvaç ve Üstün, 2017).

### 5.9.6. MUR1 İstasyonu



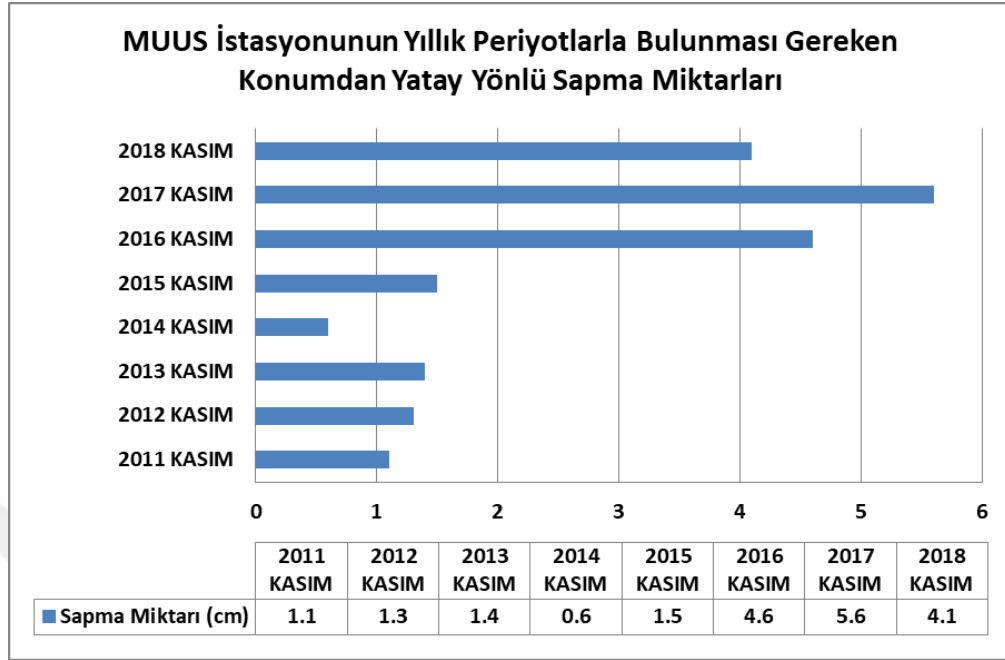
Şekil 5.42. MUR1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



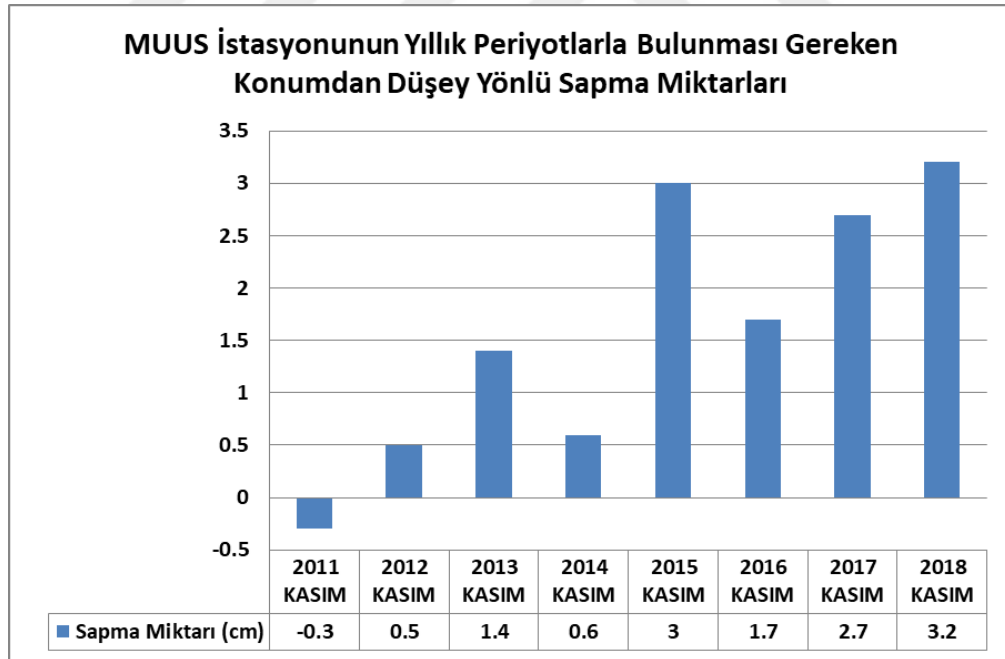
Şekil 5.43. MUR1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

MUR1 istasyonu için konum sapmalarının daha çok oluştuğu 2014 Kasım- 2015 Mayıs tarihleri aralığında istasyon merkezli 100 km çaplı alanda 4.0 ve üzeri şiddetli 1 adet deprem tespit edilmiştir. 11.03.2014 tarihinde MURA istasyonunun konumu ve hızları değiştirilerek MUR1 istasyonuna dönüştürülmüştür.

### 5.9.7. MUUS İstasyonu



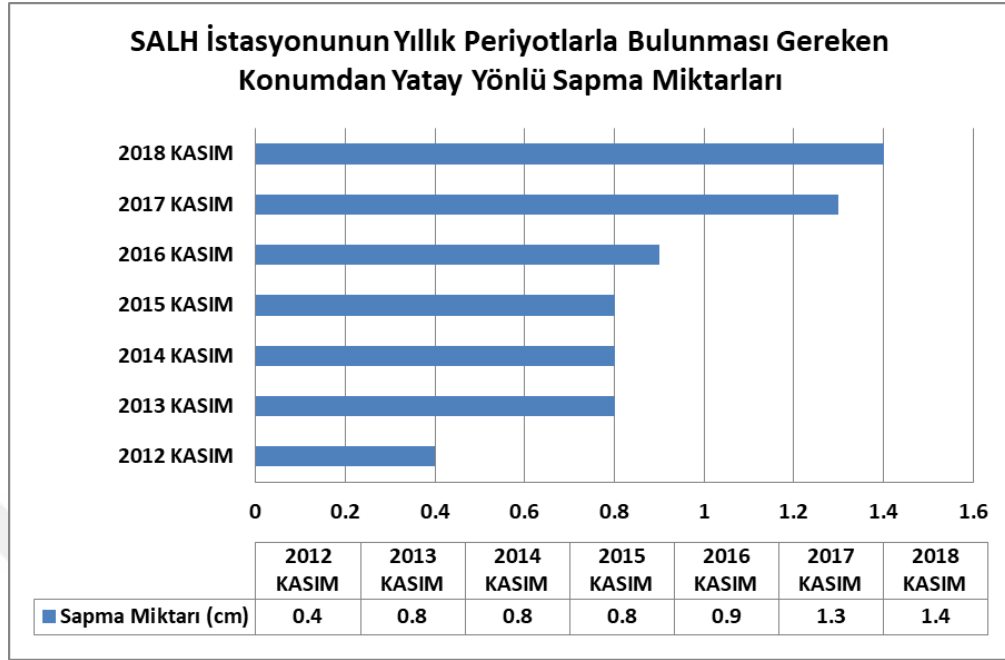
Şekil 5.44. MUUS istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



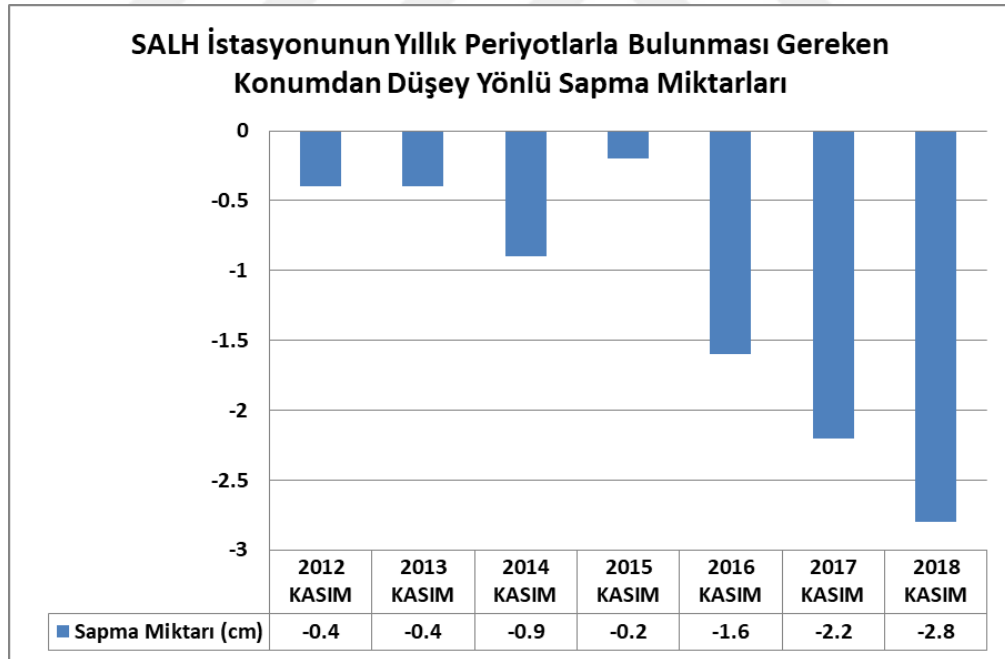
Şekil 5.45. MUUS istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

MUUS istasyonu için konum sapmalarının daha çok oluştuğu 2015 Kasım- 2016 Kasım tarihleri aralığında istasyon merkezli 100 km çaplı alanda 4.0 ve üzeri şiddetli 3 adet deprem tespit edilmiştir.

### 5.9.8. SALH İstasyonu



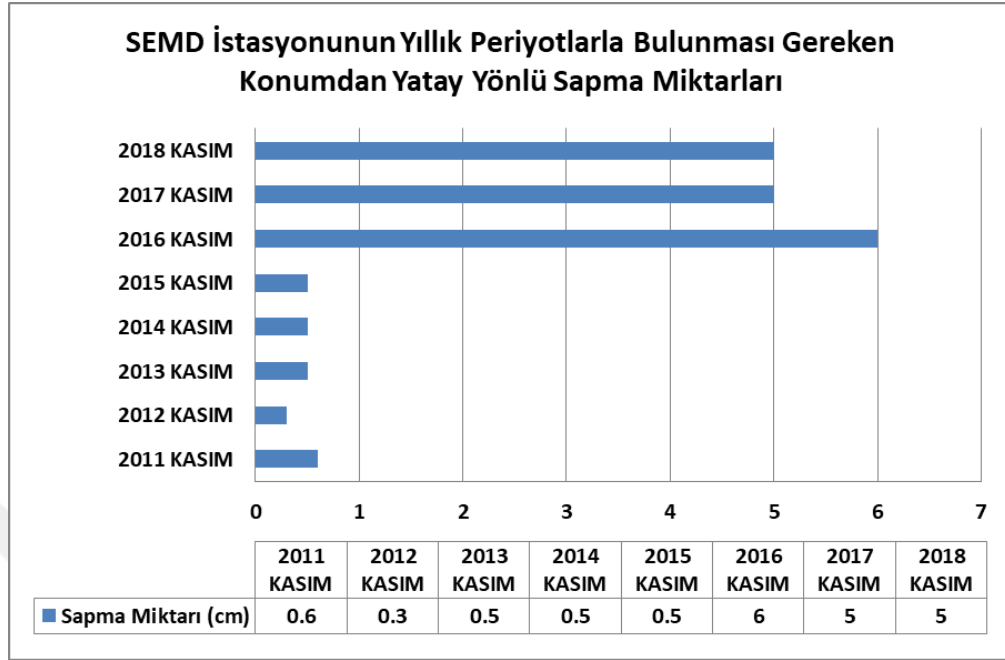
Şekil 5.46. SALH istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



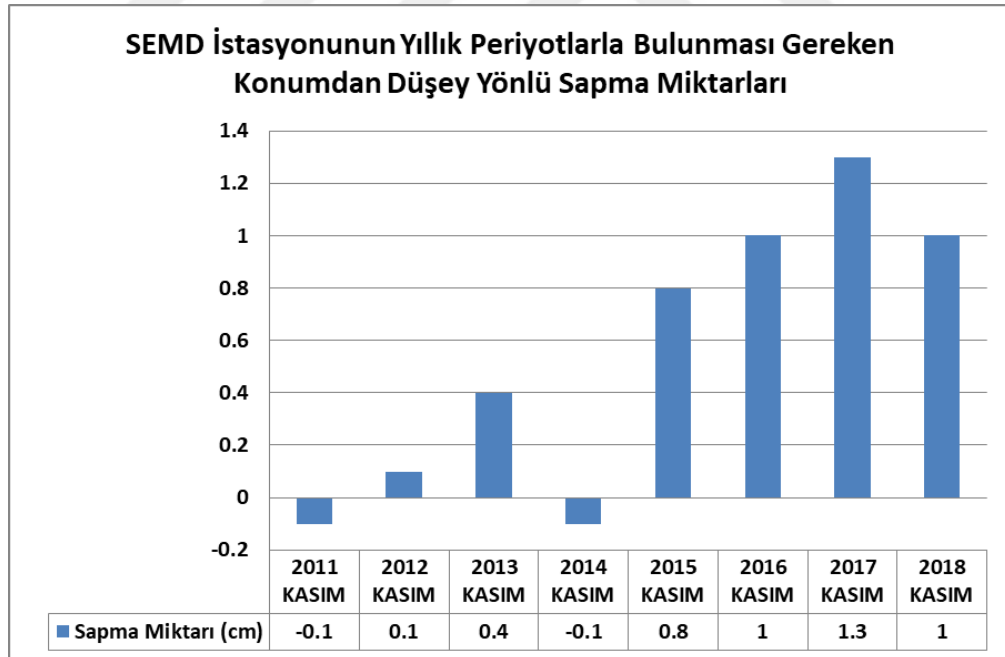
Şekil 5.47. SALH istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

SALH istasyonu için konum sapmalarının daha çok oluştuğu 2015 Kasım- 2016 Kasım tarihleri aralığında istasyon merkezli 100 km çaplı alanda 4.0 ve üzeri şiddetli 7 adet deprem tespit edilmiştir.

### 5.9.9. SEMD İstasyonu



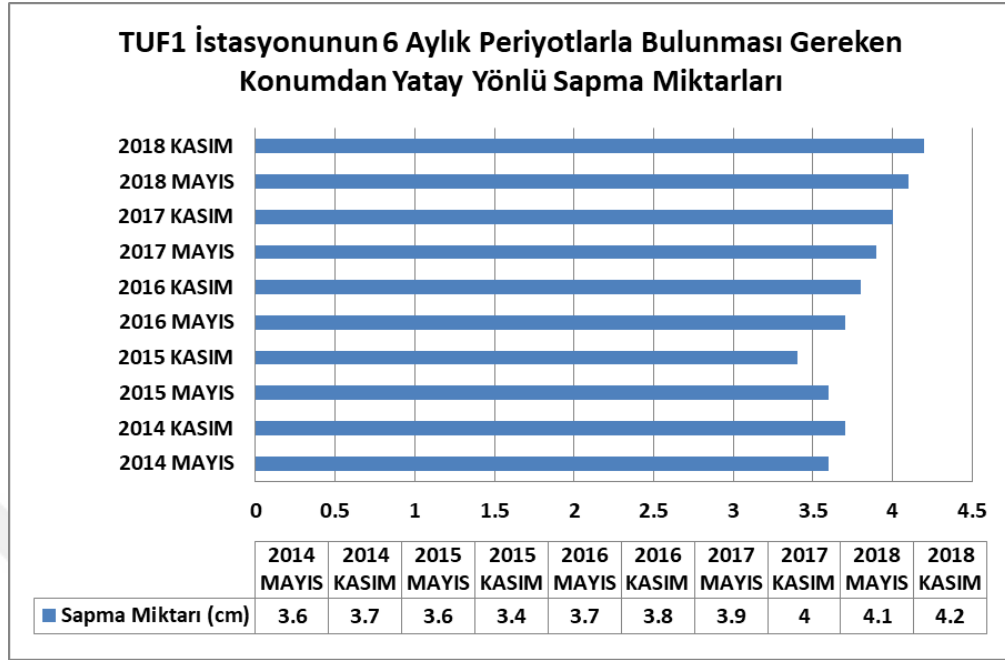
Şekil 5.48. SEMD istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



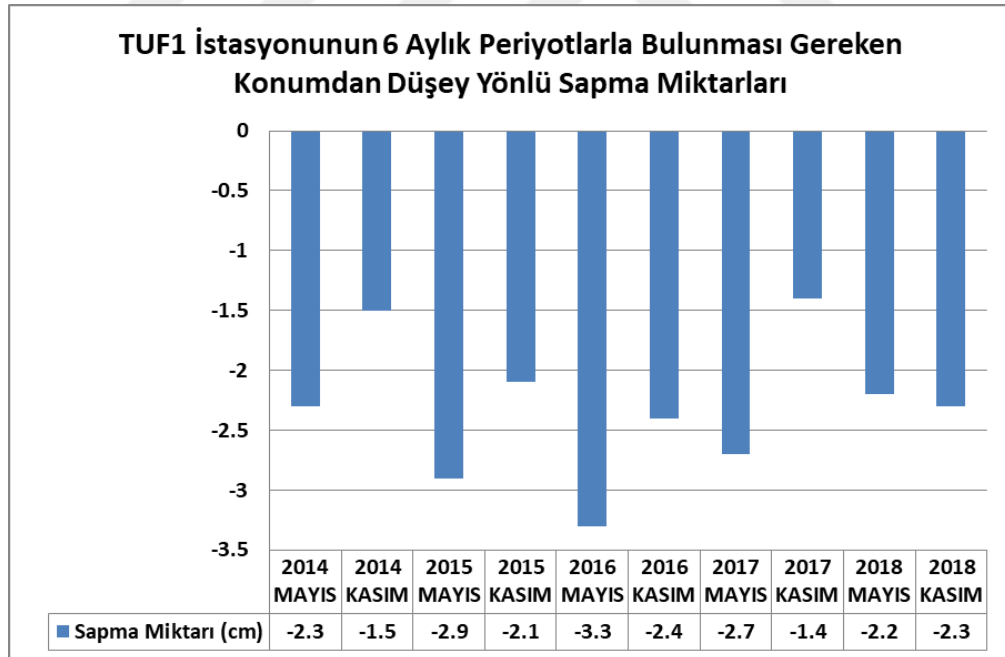
Şekil 5.49. SEMD istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

SEMD istasyonu için konum sapmalarının daha çok oluştuğu 2015 Kasım- 2016 Kasım tarihleri aralığında istasyon merkezli 100 km çaplı alanda 4.0 ve üzeri şiddetli deprem tespit edilememiştir.

### 5.9.10. TUF1 İstasyonu



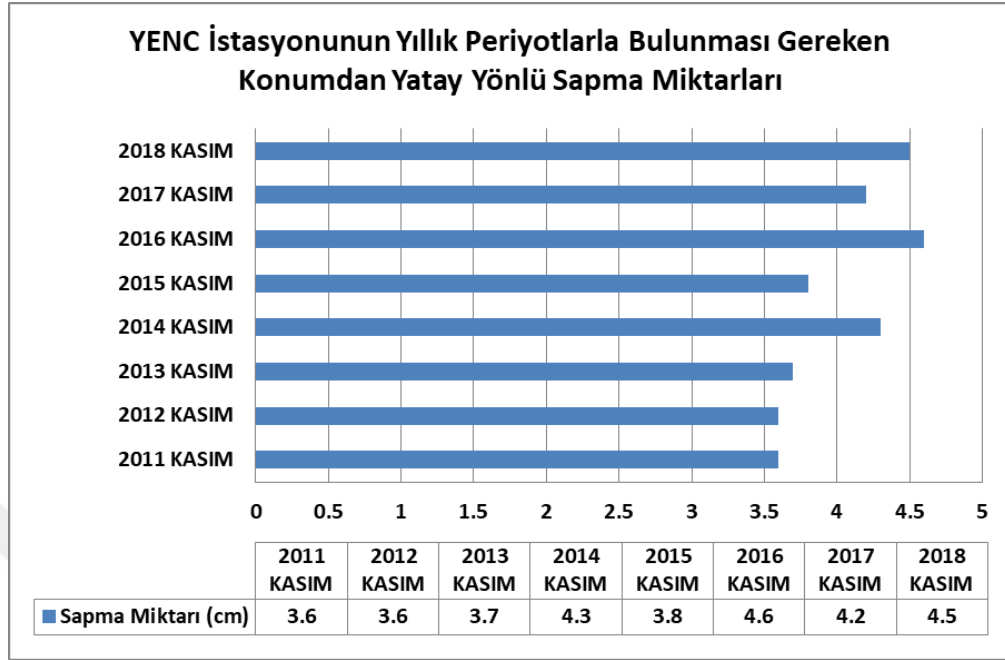
Şekil 5.50. TUF1 istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



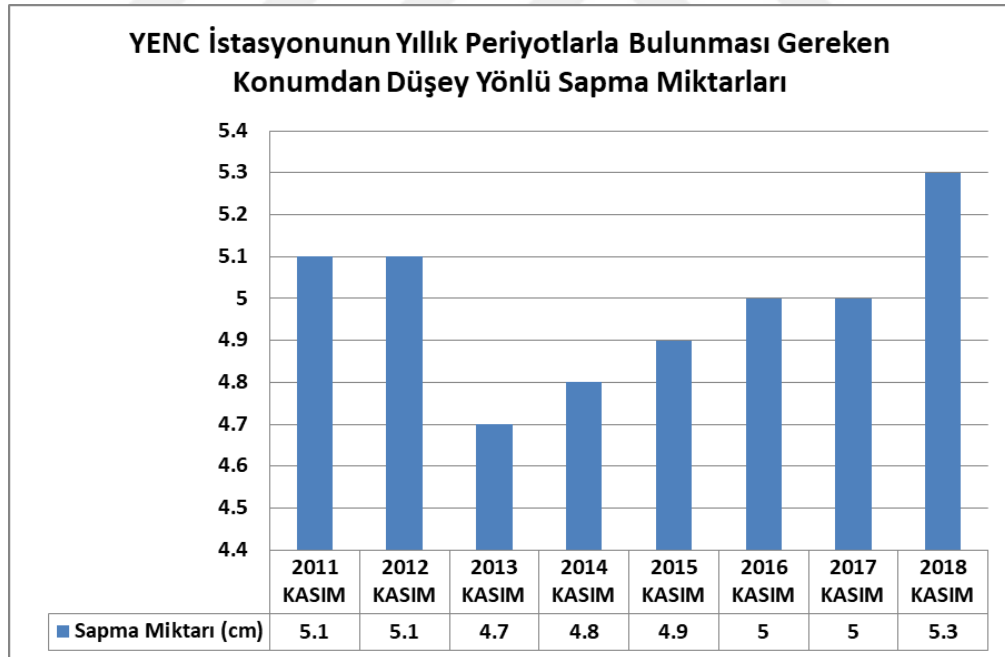
Şekil 5.51. TUF1 istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

TUF1 istasyonu için geçmişe yönelik değerlendirmelerde sapmanın oluştuğu tarih, istasyon konumunun değiştirildiği için geçmişe yönelik veri yetersizliğinden dolayı tespit edilememiştir. 14.01.2014 tarihinde TUFA istasyonunun konumu ve hızları değiştirilerek TUF1 istasyonuna dönüştürülmüştür.

### 5.9.11 YENC İstasyonu



Şekil 5.52. YENC istasyonu için yatay yönlü sapma miktarları



Şekil 5.53. YENC istasyonu için düşey yönlü sapma miktarları

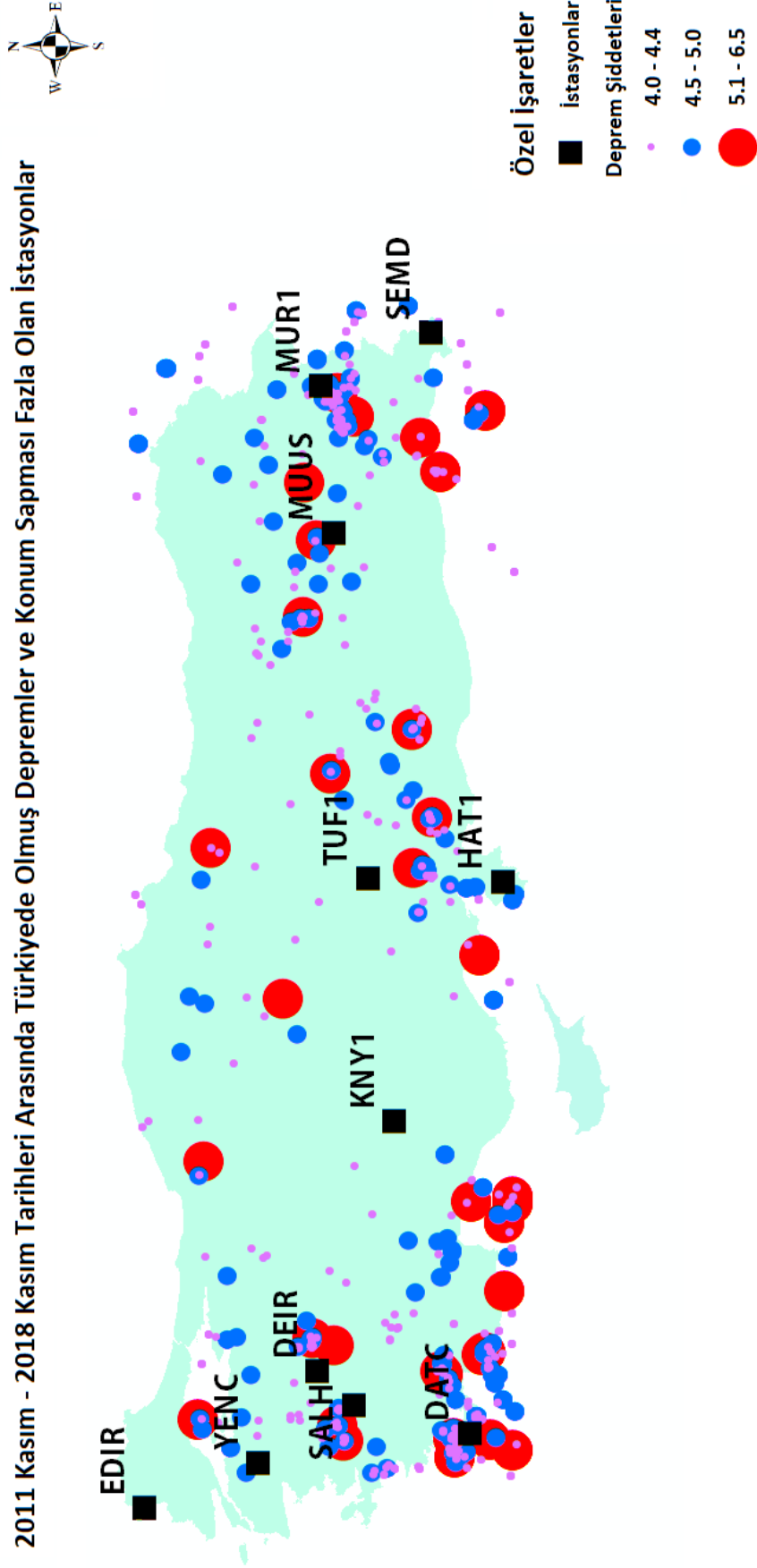
YENC istasyonu için geçmişe yönelik değerlendirmelerde sapmanın oluştuğu tarih, 2011 Kasım- 2018 Kasım tarihlerinden önce olduğu ve veri yetersizliğinden dolayı tespit edilememiştir.

**Çizelge 5.31.** Konum sapmasının fazla olduğu tarihlerde oluşan 4.0 şiddetli ve üzeri depremler

<b>Konum Sapmasının Fazla Olduğu Tarihlerde İstasyonu Merkez Kabul Edilerek 100 Km Yarıçapta Oluşan 4.0 Şiddetli ve Üzeri Depremler</b>							
<b>Şiddet</b>	<b>Tarih</b>	<b>Şiddet</b>	<b>Tarih</b>	<b>Şiddet</b>	<b>Tarih</b>	<b>Şiddet</b>	<b>Tarih</b>
<b>DATC İstasyonu 2016 Kasım - 2017 Kasım</b>				<b>DATC İstasyonu 2012 Kasım - 2013 Kasım</b>			
6.5	21.07.2017	4.3	21.07.2017	4.8	26.11.2012	4.2	24.11.2012
5.1	25.11.2017	4.3	21.07.2017	4.6	16.05.2013	4.1	24.11.2012
5.1	8.08.2017	4.3	25.01.2017	4.4	17.05.2013	4	30.10.2013
5	22.11.2017	4.2	10.10.2017	4.3	24.11.2012	4	30.06.2013
5	21.07.2017	4.2	16.09.2017	4.2	17.05.2013	4	2.12.2012
5	13.04.2017	4.2	18.08.2017	4.2	28.04.2013	4	25.11.2012
4.9	17.05.2017	4.2	21.07.2017	<b>DEIR İstasyonu 2014 Kasım - 2016 Kasım</b>			
4.8	13.08.2017	4.2	21.07.2017	4.6	12.09.2016	4.1	15.10.2016
4.7	14.08.2017	4.2	21.07.2017	4.5	12.09.2016	4.1	3.09.2015
4.6	24.10.2017	4.2	21.07.2017	4.3	22.09.2015	4	9.10.2016
4.6	7.08.2017	4.2	21.07.2017	4.3	22.09.2015	4	3.07.2016
4.6	22.07.2017	4.2	15.12.2016	4.3	28.11.2014	4	2.12.2015
4.6	21.07.2017	4.2	3.12.2016	4.2	15.10.2016	4	30.11.2014
4.5	24.09.2017	4.1	13.08.2017	4.2	14.10.2015	4	26.11.2014
4.5	18.08.2017	4.1	10.08.2017	<b>MUR1 İstasyonu 2014 Kasım - 2015 Mayıs</b>			
4.5	21.07.2017	4.1	7.08.2017	4	28.04.2015		
4.5	21.07.2017	4.1	7.08.2017	<b>MUUS İstasyonu 2015 Kasım - 2016 Kasım</b>			
4.5	21.07.2017	4.1	21.07.2017	4.5	10.06.2016	4.1	21.06.2016
4.5	21.07.2017	4.1	21.07.2017	4.2	23.10.2016		
4.4	7.11.2017	4.1	21.07.2017	<b>SALH İstasyonu 2015 Kasım - 2016 Kasım</b>			
4.4	30.07.2017	4.1	21.07.2017	4.6	12.09.2016	4	9.10.2016
4.4	21.07.2017	4.3	13.08.2017	4.5	12.09.2016	4	3.07.2016
4.4	21.07.2017	4.3	8.08.2017	4.2	15.10.2016	4	2.12.2015
4.4	16.03.2017	4.3	30.07.2017	4.1	15.10.2016		

### 5.10. Konum Sapması Fazla Olan İstasyonların Depremlerle İlişkisi

Diğer istasyonlara göre yatay, düşey veya yatay ve düşey olmak üzere daha fazla konum sapması yapmış olan 11 istasyondaki sapma sebeplerinin depremlerle ilişkisini anlamak ve için AFAD'ın internet sitesinde sunmuş olduğu 2011 Kasım – 2018 Kasım tarihleri arasındaki deprem verileri indirilip ArcGIS'e aktarılmıştır. Sapma yapmış istasyonlar ile bölgede oluşan deprem verileri karşılaştırıldığında KNY1 ve EDİR istasyonlarındaki sapmaların deprem kaynaklı oluşmamış olduğunu ve SEMD, MUR1, MUUS, HAT1, TUF1, DATC, DEIR, SALH ve YENC istasyonlarında oluşan sapmaların ise deprem kaynaklı olduğu ileri sürülebilir. Şekil 5.54.'de konum sapması fazla olan istasyonların depremle ilişkisi açıklanmıştır.



Şekil 5.54. Konum sapması fazla olan istasyonların depremlerle ilişkisi

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyadaki bilim tarihine bakıldığında, insanlar her zaman doğada oluşan olayları anlamak için büyük bir çaba sarf etmiştir. Çok büyük bir gelişim gösteren uydu teknolojisi sayesinde dünya ve dünyada oluşan doğal olaylarını anlamlandırmak daha kolay bir hale gelmiştir. Özellikle %98'lik bir kısmı deprem riski taşıyan ülkemizde bu tür olayları ve etkilerini belirleyebilmek oldukça önemlidir. Dünya genelinde çevrimiçi olarak çalışan PPP değerlendirme servisleri sayesinde GNSS gözlem verilerini güvenilir ve hızlı bir şekilde kullanarak yer kabuğundaki tektonik hareketler belirlenebilmektedir. Tez çalışmasında ise bu servislerden Kanada Hükümeti'nin ücretsiz olarak sunmuş olduğu CSRS-PPP servisi kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında öncelikle Türkiye ve KKTC'yi kapsayacak şekilde seçilen ve TKGM sayesinde verilerine erişebildiğimiz 141 adet CORS-TR istasyon noktalarının 2005-2018 tarihleri arasındaki düşey ve yatay konum sapmaları ile birlikte bu istasyonların hızlarındaki değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada TKGM tarafından koordinatları ve hızları yayınlanan istasyonlar referans kabul edilip, hesaplanan koordinatlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda istasyonlarda oluşan yatay yönlü sapma açılarının genellikle kuzey-batı yönleri arasında olduğu, 2 cm üzerinde oluşan konum sapmalarında ise 18 yatay ve 17 düşey olmak üzere 35 istasyonda değişiklik olduğu gözlemlenmiştir. Yatay yönlü maksimum konum sapması 5.14 cm ile HAT1 ve düşey yönlü maksimum konum sapması ise -19.1 cm ile çökme yönünde KNY1 istasyonunda olduğu ortaya çıkmıştır.

Bölgesel incelemeler sonucunda istasyonların ortak merkeze hareket etmediği, sapma yönlerinin genellikle bölgesel olmadığı, sapma şiddetlerinin benzerlikler gösterebildiği ve fay hatlarına yakın olan istasyonların, diğer istasyonlara göre hem yatay hem de düşey yönlü olarak daha fazla sapmalar yaptığı ifade edilebilir. Ek olarak KKTC'de bulunan 4 istasyonun hareket yönlerinin benzer olması tüm adanın hareket halinde olmasını destekler niteliktedir.

Yatay ve düşey yönlü konum sapması fazla olan istasyonlarda erişilebilen veriler ile geçmişe yönelik değerlendirilmeler yapıldığında, EDIR, KNY1, MUR1, MUUS, SALH ve SEMD istasyonlarında bir ya da iki boyutta oluşan ve düzenli bir şekilde artan konum sapması belirlenmiştir. Ayrıca DEIR, EDIR, HAT1, MUR1, MUUS, SALH, SEMD, TUF1, YENC istasyonlarında ise geçmiş bir zaman diliminde herhangi bir etkiden dolayı oluşan konum sapmalarının hala günümüzde istasyon konumunu

etkilediği düşünölmektedir. Ayrıca bazı istasyonların konumlarındaki sapmalar istasyon hızlarında oluşabilen ve lineer olmayan hız değişimlerinden kaynaklı olabilmektedir.

2011-2018 tarihleri arasında AFAD aracılığı ile erişilen, Türkiye ve çevresinde oluşun, 4 ve üzeri şiddetlerdeki depremler ile istasyon noktalarının konumlarının çakıştırılması ile EDİR ve KNY1 istasyonunda meydana gelen konum sapmalarının deprem dışında oluşun lokal bir olaydan kaynaklı olduğu, YENC, SALH, DEİR, DATC, TUF1, HAT1, MUUS, MUR1 ve SEMD istasyonlarında bu depremlerin istasyon konumlarında ve hızlarında değişimlere yol açtığı değerlendirilmektedir.

TKGM internet sitesi aracılığı ile indirilebilen aylık olarak yayınlanan CORS-TR istasyon noktalarının koordinatları ve hızlarını içeren dokümanlarda ADAN-ADN1, ADIY-ADY1, AKDG-AKD1, AMAS-AMA1 gibi çeşitli istasyonların yerleri değiştirildiği halde istasyon hızlarının değiştirilmediği gözlemlenmiştir. İlaveten koordinatı değişen istasyonların yeni koordinatları, yakınlarda bulunan diğer istasyonlardan enterpolasyon yöntemi ile hesaplanmaktadır. Bundan dolayı yakın zamanda koordinatı değişen istasyonlarda sapmaların daha çok oluştuğu ortaya konulmuştur.

TKGM tarafından gözlem verilerinin sunulduğu ftp servisinde bazı rinex verilerinin eksik olması, güncel verilerin kalite kontrol noktasında zayıf olabilmesi, istasyonlar hakkında istatistiki verilerin bulunmaması gibi bazı aksaklıklar giderilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

- Altın, M. U., 2006, Kuzey Anadolu Fayının Batı Marmara Bölümündeki Hareketlerinin Gps Ölçmeleri İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anderle, R.J., 1976, Point Positioning concept using precise ephemeris, Proc. Int. Geodetic Symp. On Satellite Doppler Positioning, Las Cruces, New Mexico, 47-75.
- Anonim1, 2018, <http://www.jeolojitr.com/2018/10/plaka-tektonigi.html2> [Ziyaret Tarihi 29 Aralık 2018].
- Anonim2, 2018, Kurious, <https://kurious.ku.edu.tr/haberler/levha-tektonigi-yeniden-yaziliyor> [Ziyaret Tarihi 29 Aralık 2018].
- Anonim3, TKGM, 2019, [https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik\\_ekleri/tusagay2\\_0.jpg](https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik_ekleri/tusagay2_0.jpg) [Ziyaret Tarihi 15 Ocak 2019].
- Anonim4, 2019, TKGM, <https://www.tkgm.gov.tr/tr/icerik/tusaga-aktif-sistemi-duzeltme-parametreleri> [Ziyaret Tarihi 17 Ocak 2019].
- Anonim5, 2019, TKGM, [https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik\\_ekleri/tusaga-2014\\_-\\_kullanim\\_0.jpg](https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik_ekleri/tusaga-2014_-_kullanim_0.jpg) [Ziyaret Tarihi 22 Ocak 2019].
- Anonymous1, 2018, USGS, <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/Vigil.html> [Ziyaret Tarihi 29 Aralık 2018].
- Anonymous2, 2019, <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/Vigil.html> [Ziyaret Tarihi 2 Ocak 2019].
- Anonymous3, 2019, GPSWorld, <https://www.gpsworld.com/kindred-spirits-laser-ranging-to-gnss-satellites/> [Ziyaret Tarihi 2 Ocak 2019].
- Anonymous4, 2019, <http://tf.nist.gov/general/pdf/1602.pdf> [Ziyaret Tarihi 4 Ocak 2019].
- Anonymous5, 2019, [www.beidou.gov.cn/attach/2011/11/29/201111292061d0391c074ed0bee7493617237c88.pdf](http://www.beidou.gov.cn/attach/2011/11/29/201111292061d0391c074ed0bee7493617237c88.pdf) [Ziyaret Tarihi 17 Ocak 2019].
- Anonymous6, 2019, <http://what-when-how.com/gps/gps-positioning-modes-part-1/> [Ziyaret Tarihi 28 Ocak 2019].
- Anonymous7, 2019, GEONET, <http://gpspp.sakura.ne.jp/pwmap.htm> [Ziyaret Tarihi 24 Ocak 2019].

- Anonymous8, 2019, SAPOS, <http://www.50northspatial.org/zakordonnyj-dosvid-stvorenniya-merezhi-referentsnyh-stantsij/> [Ziyaret Tarihi 22 Ocak 2019].
- Avcı, Ö., 2007, Sürekli Dgnss Referans Ağlarının Tasarımı ve Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Bisnath, S. and Gao, Y., 2008, Current state of precise point positioning and future prospects and limitations, In F. Sansò ve M. G. Sideris (Eds.), *Observing our Changing Earth*, vol. 133 of International Association of Geodesy Symposia, Springer, 615–623.
- Çakmak, R., 2001, Marmara Bölgesi'nde Kabuk Deformasyonlarının GPS Yardimiyla İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dabove, P., Agostino, D., Manzano, A., 2012, Achievable Positioning Accuracies in a Network of GNSS Reference Stations, *Global Navigation Satellite Systems: Signal, Theory and Applications*, Prof. Shuanggen Jin (Ed.), ISBN: 978-953-307-843-4.
- Demirtaş, R. ve Erkmen, C., 2000, Deprem ve Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 52.
- Derelioğlu, B., 2007, GPS ve GPRS Tabanlı Geniş Alan Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dong, D., 1993, The Horizontal Velocity Field In Southern California From A Combination Of Terrestrial And Space-Geodetic Data, Massachusetts Institute of Technology, ABD.
- Ebner, R., 2008, Validation and application of free-online and commercial post-processing PPP packages, Master Thesis, Institute of Navigation and Satellite Geodesy, Graz University of Technology, Graz.
- Eren, K., Uzel, T., Akdeniz, H., Cingöz, A., Ercan, O., Yıldırım, Ö., 2007, Ulusal Cors Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Eyidoğan, H., 1983, Bitlis-Zağros Bindirme ve Kıvrımlı Kusağının Sismotektonik Özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul.
- Falvey, D. A., 1974, The development of continental margins in plate tectonic theory, *APEA J*, 14(1):95–106.
- Gao, Y. ve Shen, X., 2001, Improving Convergence Speed of Carrier Phase based Precise Point Positioning, *Proceedings of ION GPS-2001*, The Institute of Navigation, Salt Lake City.
- Gill, J., 2012, *Orogenic andesites and plate tectonics*, volume 16. Springer Science & Business Media.

- Gülal, E., 2000, GNSS Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kahveci, M., 2009, Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları, 1.baskı, Ankara.
- Kaimal, J. C. and Finnigan, J. J., 1994, Atmospheric boundary layer flows: their structure and measurement, Oxford University press.
- Kalaycı, İ., 2003, GPS Destekli Detay Alımında Yeni Bir Teknik (GPSSİT)'in Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- King, E.W., Masters, E.G., Rizos, C., Stoltz, A., Collins, C., 1987, Surveying with Global Positioning System, Dmmler, Bonn.
- Kouba, J. ve Héroux, P., 2001, Precise Point Positioning Using IGS Orbit and Clock Products, GPS Solutions, 5(2):12-28.
- Landalf, H., 1998, Tectonic plate movement. Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas, 35(1):14–16.
- Leick, A., 2004, GPS Satellite Surveying, 3rd Edition, Wiley, New Jersey, USA.
- Martin, I., 2013, GNSS Precise Point Positioning The Enhancement with GLONASS, PhD Thesis, School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Newcastle.
- McKenzie, D., 1972, Active tectonics of the mediterranean region, Geophysical Journal International, 30(2):109–185.
- Murray M. H., 1991, Global Position System Measurement of Crustal Deformation in Central California, Massachusetts Institute of Technology, ABD.
- Oral, B. C., 1994, GPS Measurement in Turkey (1988-1992) Kinematics of the Africa-Arabia Eurasia Plate Collision Zone, Massachusetts Institute of Technology, ABD.
- calan, T., Cingz, A., Duman, H., Hastaoğlu, K., Kara, T., Gezer, M.V., zer, E. ve Salgın, ., 2015, Büyük lekli Harita retimi Standartlarının Geliştirilmesine Yönelik GPS PPP Tekniğinin Doğruluğunun Araştırılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 15.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-28 Mart 2015, Ankara.
- ğt S., S. ve Kalaycı İ., 2017, TUSAGA-Aktif CORS İstasyonlarının Yer Değişikliğinin Ağ Bazlı RTK lmlerine Etkisi, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Bilimsel Toplantısı-Sabit GNSS Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- ğt, S., S., 2014, Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) Uygulamalarında Ağ Bazlı Tekniklerin Doğruluk Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Öztürk, S., 2009, Deprem tehlikesi ve artçı şok olasılığı değerlendirme yöntemlerinin Türkiye'deki depremlere bir uygulaması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 373.
- Pany, T., 2007, Navigation Signal Processing for GNSS Software Receivers, Artech House, Boston.
- Rizos, C., Janssen, V., Roberts, C. and Grinter, T., 2012a, PPP Versus DGNSS, Geomatic World.
- Rizos, C., Janssen, V., Roberts, C. and Grinter, T., 2012b, Precise Point Positioning: Is the Era of Differential GNSS Positioning Drawing to an End?, FIG, Rome, Italy.
- Seeber, G., 2003, Satellite Geodesy, Walter de Gruyter, Berlin.
- Shi J., 2012, Precise Point Positioning Integer Ambiguity Resolution with Decoupled Clocks, Doctoral Thesis, University of Calgary.
- Soycan, M., 2012, A Quality Evaluation of Precise Point Positioning within the Bernese GPS Software Version 5.0, Arab J Sci Eng, 37:147–162.
- Takasu, T., 2012, PPP Ambiguity Resolution Implementation in RTKLIB v2.4.2, PPP-RTK & Open Standards Symposium, Frankfurt a.M.
- Teunissen P., Montenbruck O., 2017, Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, First Edition, Springer, 59, 164-170.
- Uzel T. ve Eren K., 2008, Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi, 33-150
- Uzel T. ve Eren K., 2010a, Ulusal CORS Sisteminin Kurulması ve Datum Dönüşümü Projesi Son Rapor.
- Yalçın, B., 2007, Yerel Bir Ağda GPS Ölçü Süresinin Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yalvaç S. ve Üstün A., 2017, Sentinel 1-A'dan Türetilen Düşey Deformasyonların Sabit GPS İstasyonları Zaman Serileriyle Doğrulanması, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Bilimsel Toplantısı-Sabit GNSS Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Yeats, R. S., Sieh, K. And Allen, C. R., 1997, The Geology Of Earthquakes, Oxford University, New York.
- Yılmaz, H., 2011, CORS-TR Verileriyle Belirlenen Türkiye Tektonik Plaka Hareketlerinin Görselleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zumberge, J.F., Heflin, M. B., Jefferson, D. C., Watkins, M. M. ve Webb, F. H., 1997, Precise Point Positioning for the Efficient and Robust Analysis of GPS Data from Large Networks, *Journal of Geophysical Research*, 102(B3):5005-5017.



## 8. EKLER

**EK-1** TKGM tarafından Kasım 2018 tarihinde yayınlanan ITRF96 2005.0 sisteminde bulunan TUSAGA-Aktif istasyonlarının kartezyen koordinatları ve istasyon hızları

Nokta	Kartezyen Koordinatlar			Hızlar		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Vx (m/y)	Vy (m/y)	Vz (m/y)
ADN1	4159857.0155	2950113.4502	3817799.8912	-0.010210	0.009150	0.002930
ADY1	3964712.8634	3126788.8099	3884922.8587	-0.023770	0.004720	0.015640
AFYN	4290278.4579	2533323.8416	3970373.9716	-0.006880	0.000420	0.003930
AGRD	3592016.1906	3353464.5603	4054981.8709	-0.023520	0.015070	0.009280
AKD1	3985190.4790	2881731.2625	4049934.3753	-0.012560	-0.001480	0.011490
AKHR	4273150.8965	2611388.0807	3938311.8426	-0.008120	-0.000560	0.000880
AKSI	4333132.5392	2685347.0805	3822339.9704	-0.012950	0.007100	0.003020
AKSR	4151746.0372	2800192.9364	3938383.9615	-0.014040	-0.000930	0.007890
AMA1	3929819.3975	2835269.3473	4133894.6243	-0.016180	0.002120	0.011440
ANMU	4335426.3207	2800969.2144	3734407.6236	-0.015160	0.008830	0.007920
ANRK	4119925.6522	2659815.3377	4066510.6069	-0.007730	-0.000950	0.007740
ANTE	4050047.3866	3093540.1594	3823682.7521	-0.023530	0.005880	0.016010
ANTL	4393226.8244	2605026.3625	3807552.4012	-0.009800	0.008470	0.002960
ARDH	3537827.6122	3264506.0906	4172946.4938	-0.023950	0.014860	0.007430
ARPK	3883559.2959	3087719.5375	3996601.4542	-0.017730	-0.000740	0.012900
ARTV	3583454.8133	3206040.3146	4177515.5094	-0.029000	0.016660	0.008340
AYD1	4459716.7846	2355111.7331	3891560.4287	-0.000410	0.004090	-0.005890
AYVL	4415163.3665	2219261.4425	4019162.6151	-0.002560	0.003720	-0.001400
BALK	4347061.6009	2301032.0129	4047360.2228	-0.005090	0.001200	0.003430
BAN1	4299017.9927	2283417.6334	4107629.4998	-0.004170	0.003980	0.005490
BAYB	3724825.0749	3146766.9489	4100328.4002	-0.022250	0.014840	0.008180
BEYS	4298980.6131	2659931.9991	3877883.2615	-0.009500	0.004280	0.004620
BILE	4229802.3948	2439852.6962	4090382.2097	-0.006120	-0.001110	0.004520
BING	3780877.8960	3229264.1652	3983169.4960	-0.020230	0.003420	0.015520
BOG1	4043058.1675	2857043.8677	4009681.1345	-0.016780	-0.002130	0.007640
BOL1	4121753.8467	2536363.4925	4141652.4194	-0.012010	0.006940	0.008940
BOYT	3931121.5739	2731860.8591	4201198.4538	-0.019940	0.014210	0.006400
BTMN	3796501.1657	3318261.8263	3893902.1600	-0.023650	0.005500	0.018750
BURS	4265347.9737	2365803.2833	4096299.2928	-0.006340	-0.000420	0.004370
CANA	4374891.4264	2173079.4401	4087527.7342	-0.005270	0.005180	0.001210
CANK	4038848.2537	2684459.2178	4130037.9652	-0.009990	0.000600	0.008040
CAV1	4422030.8001	2521110.5019	3832164.1695	-0.004000	0.007280	0.002750
CESM	4490049.3498	2226201.2517	3931995.6507	0.002160	0.006670	-0.009550
CIHA	4187342.4831	2711236.7089	3962713.1412	-0.010420	0.000380	0.006960
CMLD	4098740.5373	2608623.4186	4120424.3856	-0.006830	0.000490	0.005760
CORU	3975761.9026	2782018.5007	4126901.9230	-0.012440	0.001530	0.009690
DATC	4533057.0140	2379084.1274	3791550.3541	-0.000640	0.011810	-0.016310
DEIR	4354177.8742	2378749.0534	3995884.1406	-0.003320	0.000170	0.001990
DIDI	4511088.9885	2325222.7805	3850343.5115	0.002930	0.007660	-0.012400
DINA	4347405.9978	2526832.3170	3912082.8324	-0.006260	0.002010	0.002070
DIPK	4297914.3468	2920274.5095	3686590.2316	-0.016610	0.009580	0.011000
DIV1	3884908.2943	3048283.6379	4024997.8585	-0.016370	-0.000190	0.013400
DIYB	3847302.9721	3249783.7402	3901931.5857	-0.022700	0.005110	0.018280
DNZ1	4413151.9459	2450656.2703	3886397.0989	0.001110	0.005140	0.001190
EDIR	4267856.1992	2132620.9086	4218916.8716	-0.021040	0.015980	0.007090

## EK-1 Devamı

EKIZ	4006747.0334	3039957.5254	3911404.5828	-0.017800	0.001710	0.012540
ELAZ	3862979.1257	3156913.2949	3962226.8286	-0.017440	-0.001190	0.013170
EMR1	4247151.3792	2567109.7856	3994705.6233	-0.006400	-0.000020	0.005150
ERGN	3855072.0338	3207162.1960	3929594.1987	-0.023120	0.004160	0.018050
ERZ2	3781453.4217	3139093.1161	4054002.7697	-0.017440	0.005060	0.010110
ERZR	3684388.5752	3231743.8941	4071179.8998	-0.022800	0.014760	0.009200
ESKS	4233442.9386	2490068.3059	4056858.5166	-0.005830	-0.001040	0.004630
FASA	3822604.2434	2931571.0176	4166264.5922	-0.021420	0.013860	0.007710
FEEK	4086437.8918	2959427.7287	3889620.6965	-0.016500	0.002820	0.011840
FETH	4476942.2368	2494267.7523	3784205.8430	-0.004640	0.009380	-0.006120
FINI	4450189.5956	2584502.8672	3755291.1475	-0.011120	0.011470	0.002680
GEME	4001582.5490	2915955.5033	4009036.1669	-0.012620	-0.001550	0.011220
GIRS	3782947.6300	2997054.3943	4155987.9551	-0.022730	0.013850	0.007430
GUMU	3751012.9575	3093875.0876	4115853.7653	-0.021450	0.015100	0.008260
GURU	3964282.8985	3020834.7809	3968732.4974	-0.016580	0.000650	0.012520
GYUR	4376414.3449	2840933.1529	3656179.0620	-0.018660	0.011010	0.007040
HAK1	3658060.0557	3499875.2925	3869347.5696	-0.022340	0.014140	0.004320
HALP	4195041.3293	2849168.0955	3857488.1033	-0.014640	0.004390	0.010640
HARC	4293416.4254	2394865.9291	4050966.4223	-0.006160	-0.001010	0.004230
HAT1	4160635.1827	3040200.7997	3746202.5033	-0.021210	0.007870	0.015410
HEND	4156191.5453	2471765.5492	4145350.5782	-0.016750	0.012560	0.005540
HINI	3687743.0052	3285172.7887	4025157.4724	-0.025700	0.011830	0.010040
HORS	3625113.3478	3283287.1139	4082551.2529	-0.025130	0.015060	0.009860
HYMN	4161311.8808	2650610.4593	4030510.1316	-0.008230	-0.000380	0.005490
IGR1	3520585.0797	3406177.7595	4072291.1423	-0.026790	0.015740	0.009800
INE2	3947619.4752	2639486.6550	4243734.5014	-0.022130	0.013830	0.009430
IPS2	4323611.8753	2144782.3005	4155880.4255	-0.016340	0.017380	0.006960
ISPT	4346416.1949	2567083.3378	3887251.7391	-0.006560	0.002440	0.001580
ISTN	4223661.0362	2325014.9789	4161716.1639	-0.018520	0.016630	0.006870
IZMI	4456584.3103	2278765.5250	3939930.8489	0.00094	0.003170	-0.005110
IZMT	4189506.3486	2414031.2925	4146014.7677	-0.015850	0.013900	0.006190
KAMN	4256387.8820	2787453.4593	3835136.4724	-0.023640	-0.000560	0.001940
KAP1	4211998.4494	2790851.5253	3881049.8980	-0.020040	-0.000340	0.006770
KARB	4206855.6653	2301542.2752	4191502.3073	-0.018220	0.018080	0.006570
KAYS	4056743.6335	2896261.0014	3967817.7871	-0.015380	0.000230	0.010070
KIKA	4389217.2817	2301675.1632	4001606.8253	-0.002150	0.001820	0.000090
KIRL	4238828.7989	2180140.9892	4224130.3855	-0.018380	0.018160	0.006610
KIRS	4098385.6016	2780607.9263	4007175.4161	-0.010800	-0.000620	0.008680
KKAL	4088935.9610	2708243.4683	4065148.0731	-0.009310	-0.000440	0.007840
KLIS	4082921.9590	3089253.7663	3791925.0506	-0.022570	0.005010	0.017460
KLUU	4155559.1960	2705396.6852	3999801.1864	-0.009420	0.001250	0.008450
KNY1	4254238.5168	2707781.1881	3893800.1798	-0.011540	0.001340	0.005290
KRBK	4043710.7728	2593617.5935	4182089.6453	-0.019440	0.015020	0.007590
KRS1	3542999.8159	3314720.1821	4129002.5134	-0.023990	0.015980	0.010260
KSTM	3984936.8560	2665216.3059	4194002.7766	-0.020800	0.013610	0.007360
KURU	4003510.5792	2571959.0749	4232936.9390	-0.020760	0.015590	0.007320
KUTA	4274186.1385	2457652.4689	4034348.4077	-0.005730	-0.000420	0.004520
LEFK	4358706.5183	2868899.6643	3655675.3910	-0.017890	0.011130	0.010150
MALY	3936259.6448	3099410.1741	3935525.1295	-0.018690	0.000350	0.013500
MAR1	4048981.8907	3035809.1080	3870228.8971	-0.018720	0.004690	0.014250
MARD	3849706.8465	3314578.2938	3845502.4219	-0.022710	0.007030	0.019290
MGOS	4333261.0539	2912641.6679	3651135.6596	-0.018760	0.010580	0.011370
MIDY	3807624.2161	3351844.2995	3854881.0501	-0.023040	0.006800	0.019470

**EK-1 Devamı**

MRSI	4209893.9798	2904492.4627	3797979.7424	-0.015830	0.005570	0.010130
MUG1	4475936.2449	2415656.7045	3836778.9344	0.000660	0.007520	-0.006810
MUR1	3585956.4163	3434313.9233	3992711.9735	-0.024470	0.018340	0.011620
MUUS	3728734.2494	3299156.1042	3975259.5702	-0.022430	-0.001610	0.013260
NAHA	4169069.1358	2538032.8173	4093162.9507	-0.005500	-0.000880	0.006210
NEV1	4101912.1467	2841439.6466	3961210.4686	-0.012760	0.000750	0.010610
NIGD	4141537.5995	2865538.0716	3902607.0109	-0.013730	0.002800	0.010950
ONIY	4107230.2465	3011971.0015	3826521.2625	-0.018140	0.004060	0.012250
OZAL	3589305.9098	3464782.1083	3963953.6181	-0.029580	0.005820	0.017710
POZA	4161506.6990	2900048.2938	3855204.6055	-0.014460	0.004820	0.011360
RDIY	3868550.4396	2950853.2358	4111010.8296	-0.017290	0.005240	0.010790
RHIY	3820827.0567	3068819.0203	4071037.9404	-0.016480	0.002940	0.010880
RZE1	3663979.0875	3128569.8577	4165561.1359	-0.026030	0.009980	0.003050
SALH	4409101.6182	2356570.0589	3947657.3432	-0.004950	-0.002670	-0.004210
SAM1	3865237.7485	2842807.5897	4188254.3893	-0.020780	0.014390	0.008050
SARV	4313738.3682	2760581.6072	3791392.5361	-0.014480	0.006640	0.011770
SARY	4231111.4671	2241812.2911	4199557.8229	-0.018420	0.017620	0.006250
SEMD	3619196.6306	3565760.6839	3845246.9575	-0.026320	0.004170	0.018600
SIH1	4204315.3829	2580068.0928	4031436.4112	-0.006030	-0.000600	0.005360
SILF	4265286.7665	2870088.8996	3762422.1902	-0.015820	0.007980	0.009140
SINP	3879379.5997	2731933.8799	4248135.4330	-0.022600	0.014140	0.005730
SIR1	3737664.5110	3419602.2763	3864528.4161	-0.021280	0.005670	0.013930
SIRT	3747604.7940	3366735.3473	3900048.8326	-0.025910	0.004550	0.016770
SIV1	3906623.8864	3200002.9535	3884298.8515	-0.023250	0.005420	0.016880
SIVS	3922745.1304	2956268.2552	4056992.3418	-0.013330	-0.001140	0.012440
SLEE	4180827.6719	2375106.4862	4176631.1943	-0.018340	0.018010	0.003170
SSE1	3841066.9579	3012324.2291	4092998.0931	-0.016500	0.003940	0.011660
SUNL	4029961.9759	2756161.7888	4091588.5511	-0.011040	-0.001240	0.008520
SURF	3964029.9010	3189215.3569	3834786.9289	-0.022220	0.004270	0.017650
TEKR	4278776.8454	2227057.7112	4158961.9689	-0.016670	0.017770	0.005220
TNCE	3822004.0307	3155732.8322	4002414.7094	-0.017030	0.000330	0.012860
TOK1	3911480.3335	2900418.9747	4106499.5606	-0.013840	-0.000920	0.011730
TRBN	3708089.3886	3079771.4072	4162932.5625	-0.022810	0.014610	0.007550
TUF1	4047077.7184	2962929.4924	3929124.5849	-0.015120	0.003370	0.012460
TVA2	3698307.8746	3362506.0226	3951384.4111	-0.021460	0.007840	0.017770
UDE1	3633901.1738	3220411.2290	4123630.7129	-0.023840	0.014900	0.007710
VAN1	3637221.3231	3433038.8997	3947418.4113	-0.035630	-0.007480	0.019180
VEZI	3918174.8604	2791368.0606	4174222.8875	-0.018790	0.011570	0.008950
VIR2	3909916.0062	3251695.9651	3837715.4583	-0.021800	0.004600	0.018500
YENC	4354315.0549	2241822.1455	4072748.5063	-0.004880	0.003670	0.000410
YOZ1	4026235.1067	2802970.0507	4064563.5731	-0.010500	-0.002900	0.009500
YUN1	4233073.2499	2617639.1391	3977157.2251	-0.006430	0.000630	0.005510
ZONG	4070091.4490	2521417.3054	4200083.3969	-0.024120	0.014340	0.001720

**EK-2** CSRS-PPP servisiyle hesaplanan koordinatlar ile TKGM tarafından yayınlanan koordinatlar arasındaki kartezyen koordinat farkları ve toposentrik sistemdeki değerleri

İstasyon Adı	X (m)	Y (m)	Z (m)	North (cm)	East (cm)	Up (cm)
ADN1	0.2181	0.0085	-0.8373	0.78	0.12	0.36
ADY1	0.0697	-0.9792	0.0296	-0.36	0.81	0.42
AFYN	0.2168	0.2838	0.0827	0.14	-0.13	-0.31
AGRD	1.1972	1.2273	0.4192	0.77	-0.08	-1.59
AKD1	-1.5484	-1.4572	-1.1089	-0.49	0.27	2.33
AKHR	0.3432	0.3516	1.0032	-0.49	-0.12	-1.00
AKSI	-0.5305	-0.1810	-0.1222	-0.23	-0.13	0.51
AKSR	0.3044	0.1673	0.7871	-0.40	0.03	-0.76
AMA1	-1.4402	-1.9832	-0.2984	-1.29	0.77	1.96
ANMU	0.1976	-0.4763	-0.1112	0.04	0.51	0.14
ANRK	0.0453	0.1595	0.8086	-0.54	-0.11	-0.61
ANTE	-0.3867	-0.5068	0.0539	-0.41	0.17	0.46
ANTL	-0.3520	-0.0867	0.2244	-0.39	-0.10	0.14
ARDH	0.1595	0.0154	-0.1623	0.21	0.10	0.01
ARPK	-0.5547	-0.9486	-0.4690	-0.28	0.40	1.09
ARTV	1.3500	1.2574	1.6726	-0.04	-0.04	-2.49
AYD1	0.1401	0.0551	-0.0671	0.14	0.02	-0.08
AYVL	0.7016	-0.0192	-0.5060	0.78	0.33	-0.16
BALK	-0.1951	-0.1620	0.3677	-0.44	0.05	-0.04
BAN1	1.1737	0.4222	0.7811	0.20	0.18	-1.45
BAYB	0.3125	0.1376	0.5002	-0.17	0.10	-0.57
BEYS	-0.4550	-0.6408	0.1518	-0.56	0.31	0.48
BILE	0.1032	-0.2729	0.3828	-0.32	0.29	-0.21
BING	-0.6397	-0.9162	-0.1072	-0.60	0.28	0.91
BOG1	-0.1242	-0.4007	0.9796	-0.97	0.26	-0.36
BOL1	-0.8739	-1.0734	-0.6334	-0.37	0.46	1.40
BOYT	-0.3166	-0.6281	-0.2740	-0.20	0.34	0.64
BTMN	-0.2335	-0.5450	0.1325	-0.43	0.26	0.34
BURS	1.4174	-0.1538	0.8243	0.12	0.82	-1.42
CANA	-0.4153	0.7702	0.3219	-0.27	-0.87	-0.18
CANK	-0.2661	-0.4760	0.6156	-0.78	0.25	-0.03
CAV1	-0.4200	0.4292	3.1425	-2.60	-0.58	-1.78
CESM	-0.2476	-0.2587	1.0455	-1.03	0.12	-0.38
CIHA	0.5262	-0.2218	0.9744	-0.56	0.47	-0.86
CMLD	0.2863	-0.3189	0.3864	-0.25	0.42	-0.30
CORU	0.0684	-0.4933	0.3691	-0.43	0.44	-0.07
DATC	-4.7996	-4.7441	-3.2909	-1.22	1.97	7.14
DEIR	-5.7848	-3.3737	-5.0739	-0.27	0.19	8.40
DIDI	1.7427	1.2574	-1.4060	2.41	-0.32	-0.84
DINA	-0.1114	0.0139	0.1673	-0.19	-0.07	-0.03
DIPK	0.7221	-0.1638	0.5700	-0.17	0.54	-0.74
DIV1	-0.2343	-0.4541	0.1160	-0.38	0.21	0.29
DIYB	0.9170	0.0129	1.1492	-0.47	0.58	-1.27
DNZ1	0.3129	0.3746	1.8941	-1.22	-0.18	-1.52
EDIR	0.2144	-2.8478	2.3451	-2.47	2.64	-0.75

## EK-2 Devamı

EKIZ	-0.1620	-0.6531	-0.2994	-0.09	0.42	0.60
ELAZ	0.6984	-0.4341	0.5663	-0.28	0.78	-0.56
EMR1	-0.4560	-0.6178	0.1485	-0.56	0.29	0.46
ERGN	0.0432	-0.8576	0.3895	-0.62	0.69	0.16
ERZ2	-2.7716	-0.5366	-0.8871	-0.90	-1.36	2.47
ERZR	0.4080	0.6864	0.1580	0.37	-0.25	-0.68
ESKS	-0.0537	-0.2156	0.3757	-0.39	0.16	-0.12
FASA	0.1062	-0.2946	0.2669	-0.26	0.30	-0.10
FEEK	-0.2750	-0.4102	0.0876	-0.35	0.17	0.31
FETH	0.2504	-0.5518	0.2732	-0.25	0.60	-0.12
FINI	0.3332	-0.3467	-0.1948	0.22	0.47	0.02
GEME	0.1682	-0.7145	-0.1442	-0.07	0.68	0.31
GIRS	-0.1547	-0.2085	0.2877	-0.38	0.07	0.00
GUMU	0.3845	0.1290	0.5014	-0.14	0.15	-0.61
GURU	-0.5562	-0.2065	-0.0972	-0.28	-0.17	0.50
GYUR	0.9826	0.0739	0.8456	-0.19	0.47	-1.19
HAK1	-0.8226	-0.4854	1.1848	-1.51	-0.22	0.01
HALP	-1.0596	-0.2179	-0.5904	-0.14	-0.42	1.15
HARC	-0.0424	-0.6139	0.4497	-0.56	0.52	-0.03
HAT1	0.1081	-0.2007	6.3399	-5.13	0.23	-3.72
HEND	-0.7425	0.2384	0.0006	-0.34	-0.58	0.39
HINI	-0.3030	-1.4663	-1.5244	0.42	0.89	1.90
HORS	0.1793	0.3334	0.0454	0.19	-0.13	-0.30
HYMN	1.1503	-0.1782	2.0911	-1.06	0.77	-2.00
IGR1	-0.3681	-1.9914	0.3720	-1.34	1.18	1.03
INE2	-0.8607	-0.4463	3.5077	-3.25	-0.11	-1.63
IPS2	-1.1026	-0.6518	-0.5956	-0.39	0.09	1.36
ISPT	0.0016	-0.6984	-0.1738	-0.08	0.60	0.39
ISTN	0.1472	-0.3243	0.9493	-0.73	0.36	-0.60
IZMI	-0.0134	-0.4837	0.6771	-0.67	0.42	-0.24
IZMT	-0.1715	-0.0790	0.0241	-0.14	-0.02	0.13
KAMN	-1.8796	-1.6084	-0.6734	-0.95	0.32	2.36
KAP1	1.2744	1.5974	2.5803	-0.85	-0.63	-3.12
KARB	-0.1658	-0.0188	0.2423	-0.28	-0.06	-0.04
KAYS	-0.6582	-0.7603	-0.6527	-0.10	0.24	1.17
KIKA	-0.1585	0.0698	0.9351	-0.79	-0.14	-0.51
KIRL	0.0318	0.0224	0.2779	-0.18	-0.01	-0.21
KIRS	0.0180	-0.5618	0.7052	-0.74	0.48	-0.21
KKAL	1.1791	-0.3816	-0.3624	0.77	0.97	-0.36
KLIS	-0.4123	0.6239	-0.0006	0.03	-0.75	-0.04
KLUU	0.4362	0.4475	0.5455	-0.04	-0.14	-0.82
KNY1	13.3894	10.5026	9.3331	3.02	-1.67	-19.10
KRBK	0.1284	-0.0122	0.3901	-0.23	0.08	-0.33
KRS1	0.5039	0.2122	0.6414	-0.15	0.19	-0.81
KSTM	-0.5620	-0.7521	0.0704	-0.64	0.31	0.62
KURU	-0.3064	-0.3599	0.1948	-0.45	0.14	0.21
KUTA	-1.5547	-0.5838	-0.5472	-0.62	-0.27	1.61
LEFK	0.0329	-0.1193	0.3685	-0.32	0.12	-0.18

## EK-2 Devami

MALY	-0.9191	-0.7535	-0.5450	-0.31	0.02	1.27
MAR1	-2.0408	-0.3209	2.3975	-3.01	-0.97	-0.02
MARD	0.2431	-0.5683	0.1631	-0.24	0.59	0.05
MGOS	0.2336	-0.4138	0.4943	-0.43	0.47	-0.25
MIDY	0.3344	-0.4380	0.1733	-0.16	0.55	-0.07
MRSI	0.1363	-0.2977	0.1507	-0.15	0.32	-0.04
MUG1	0.7374	-0.3572	0.8941	-0.42	0.66	-0.92
MUR1	1.8167	2.3026	1.1918	0.90	-0.41	-3.01
MUUS	1.4523	-3.7679	-3.3186	1.70	3.78	3.18
NAHA	0.1950	-0.2432	0.5219	-0.37	0.31	-0.37
NEV1	-1.5664	-1.0675	-0.6821	-0.65	-0.01	1.91
NIGD	0.3053	-0.3380	0.4305	-0.30	0.45	-0.31
ONIY	-0.1946	-0.5666	-0.2125	-0.13	0.34	0.52
OZAL	-0.3262	-0.3102	0.3969	-0.59	0.00	0.10
POZA	0.0806	0.1198	0.1204	-0.01	-0.05	-0.18
RDIY	-0.1431	-0.4064	0.5981	-0.69	0.24	-0.11
RHIY	-0.1472	-0.2634	0.0132	-0.19	0.11	0.21
RZE1	-1.2617	-2.0978	-1.5505	-0.35	0.78	2.77
SALH	2.1195	-0.2213	2.3381	-0.73	1.19	-2.84
SAM1	0.8158	0.1421	0.7395	-0.07	0.37	-1.05
SARV	-1.3272	0.5596	2.3003	-2.33	-1.19	-0.72
SARY	-0.4238	-0.6682	-0.1025	-0.38	0.39	0.58
SEMD	-4.4448	-0.0137	2.5340	-3.94	-3.11	0.99
SIH1	0.7183	-0.5840	-0.5696	0.63	0.87	0.13
SILF	0.3702	0.7122	0.5846	-0.05	-0.38	-0.91
SINP	-0.3040	-0.5854	-0.3053	-0.17	0.30	0.64
SIR1	-1.9992	-2.5187	1.1727	-2.86	0.51	1.80
SIRT	-0.5449	-1.1055	-0.1397	-0.59	0.46	0.99
SIV1	-1.2275	-1.1762	0.0632	-1.09	0.13	1.30
SIVS	0.1413	-0.3046	0.1816	-0.18	0.33	-0.06
SLEE	0.6874	-0.3561	-2.7437	2.34	0.65	1.49
SSE1	-0.2250	-0.8134	-0.0826	-0.37	0.50	0.57
SUNL	-1.0856	-0.7536	-0.0872	-0.79	0.01	1.07
SURF	0.0242	-1.2247	0.0235	-0.47	0.97	0.58
TEKR	-0.0413	-0.0497	0.3758	-0.32	0.03	-0.20
TNCE	-0.3017	-0.8813	-0.4946	-0.12	0.49	0.93
TOK1	-0.4276	-0.0988	2.6947	-2.31	-0.18	-1.44
TRBN	-0.2059	-0.1321	0.4545	-0.50	-0.03	-0.11
TUF1	-0.2068	4.8243	0.3794	1.36	-4.01	-2.34
TVA2	-0.6794	-1.3824	-0.2597	-0.69	0.57	1.28
UDE1	0.2324	0.1110	0.6769	-0.35	0.07	-0.63
VAN1	-1.7857	-2.5272	-0.4298	-1.55	0.61	2.64
VEZI	0.0219	-0.3677	0.3805	-0.42	0.31	-0.10
VIR2	-0.4220	-1.2260	-0.6750	-0.13	0.67	1.29
YENC	-3.1332	1.9013	-5.9101	3.30	-3.12	5.26
YOZ1	0.5650	-2.0510	-0.0350	-0.43	2.01	0.57
YUN1	0.3023	-0.8943	3.7689	-3.07	0.92	-2.20
ZONG	-0.7068	-1.0474	-1.3592	0.26	0.52	1.76

**EK-3** Geçmişe yönelik değerlendirilmesi yapılan istasyonların kartezyen koordinat farkları ve toposentrik sistemdeki değerleri

İstasyon	Tarih	Farklar					
		X (m)	Y (m)	Z (m)	North (cm)	East (cm)	Up (cm)
DATC	KASIM-2011	1.42	-0.12	-4.81	4.57	0.77	1.91
	KASIM-2012	1.35	-0.12	-4.99	4.68	0.73	2.07
	KASIM-2013	-0.80	-1.44	-6.18	4.13	0.9	4.8
	KASIM-2014	-0.88	-1.66	-6.32	4.14	1.06	5.02
	KASIM-2015	-1.39	-1.63	-6.85	4.3	0.8	5.69
	KASIM-2016	-1.90	-1.68	-6.90	4.06	0.6	6.1
	KASIM-2017	-9.95	-6.93	-8.46	-0.41	1.51	14.7
	KASIM-2018	-4.80	-4.74	-3.29	-1.22	1.97	7.14
DEIR	KASIM-2012	0.06	-0.38	0.16	-0.21	0.36	0
	KASIM-2013	0.35	-0.30	0.55	-0.32	0.43	-0.47
	KASIM-2014	0.57	-0.20	0.74	-0.32	0.45	-0.78
	KASIM-2016	-5.27	-3.41	-4.90	-0.14	0.47	7.95
	KASIM-2017	-5.63	-3.43	-5.20	-0.11	0.31	8.39
	KASIM-2018	-5.78	-3.37	-5.07	-0.27	0.19	8.39
EDIR	KASIM-2011	-0.71	-0.23	0.74	-1.04	-0.11	0.06
	KASIM-2012	-0.50	-0.17	0.57	-0.77	-0.07	0.01
	KASIM-2013	-0.42	-0.11	0.61	-0.74	-0.09	-0.09
	KASIM-2014	0.80	-0.06	0.84	-0.17	0.41	-1.07
	KASIM-2015	-0.87	-2.35	1.63	-2.43	1.71	0.28
	KASIM-2016	-0.28	-2.34	1.89	-2.27	1.97	-0.29
	KASIM-2017	0.82	-2.72	1.83	-1.69	2.8	-0.86
	KASIM-2018	0.21	-2.85	2.35	-2.48	2.64	-0.75
HAT1	MAYIS-2015	0.64	0.13	6.56	-4.94	0.27	-4.35
	KASIM-2015	0.38	-0.41	6.03	-4.83	0.56	-3.61
	MAYIS-2016	0.42	0.22	6.34	-4.84	0.07	-4.12
	KASIM-2016	0.58	-0.13	6.40	-4.93	0.45	-4.1
	MAYIS-2017	0.24	0.05	6.26	-4.92	0.1	-3.88
	KASIM-2017	0.36	-0.27	6.25	-4.97	0.43	-3.8
	MAYIS-2018	-0.15	-0.17	6.09	-5.05	0.05	-3.42
	KASIM-2018	0.11	-0.20	6.34	-5.13	0.23	-3.72
KNY1	MAYIS-2014	-8.63	-6.95	-4.27	-3.39	1.23	11.31
	KASIM-2014	-5.56	-4.69	-1.82	-2.99	0.97	6.81
	MAYIS-2015	-3.32	-2.73	-1.08	-1.77	0.52	4.03
	KASIM-2015	-2.10	-1.75	-0.51	-1.26	0.35	2.45
	MAYIS-2016	-0.08	0.10	0.46	-0.37	-0.13	-0.27
	KASIM-2016	2.37	2.17	2.30	0.13	-0.56	-3.91
	MAYIS-2017	5.17	4.36	3.62	1.26	-0.9	-7.51
	KASIM-2017	8.40	6.61	5.84	1.92	-1.07	-11.98
	MAYIS-2018	11.08	9.01	7.42	2.85	-1.65	-15.75
KASIM-2018	13.39	10.50	9.33	3.03	-1.67	-19.1	

## EK-3 Devamı

MUR1	MAYIS-2014	0.40	0.05	0.49	-0.18	0.24	-0.56
	KASIM-2014	0.50	-0.29	0.44	-0.24	0.56	-0.4
	MAYIS-2015	1.31	1.00	1.13	0.15	0.18	-1.98
	KASIM-2015	0.76	0.19	0.46	0.07	0.39	-0.82
	MAYIS-2016	1.17	1.46	0.89	0.48	-0.25	-2
	KASIM-2016	1.22	1.28	1.25	0.14	-0.08	-2.16
	MAYIS-2017	1.38	1.83	1.14	0.54	-0.37	-2.48
	KASIM-2017	1.61	1.38	0.96	0.59	0.12	-2.25
	KASIM-2018	1.82	2.30	1.19	0.9	-0.4	-3.01
MUUS	KASIM-2011	-0.43	1.03	0.08	0.16	-1.06	-0.33
	KASIM-2012	-1.18	-0.36	0.66	-1.22	-0.51	0.46
	KASIM-2013	-1.46	0.47	-1.20	0.45	-1.32	1.36
	KASIM-2014	-0.69	-0.53	0.11	-0.63	-0.06	0.61
	KASIM-2015	-0.53	-2.18	-2.44	0.75	1.28	2.96
	KASIM-2016	2.44	-3.73	-1.96	1.12	4.41	1.73
	KASIM-2017	2.59	-5.11	-2.57	1.1	5.54	2.74
	KASIM-2018	1.45	-3.77	-3.32	1.7	3.78	3.18
SALH	KASIM-2012	0.39	-0.23	0.36	-0.14	0.39	-0.41
	KASIM-2013	0.38	-0.55	0.58	-0.41	0.66	-0.42
	KASIM-2014	0.75	-0.42	0.90	-0.42	0.72	-0.92
	KASIM-2015	0.31	-0.67	0.41	-0.35	0.74	-0.22
	KASIM-2016	1.19	-0.25	1.42	-0.53	0.78	-1.61
	KASIM-2017	1.84	-0.40	1.67	-0.41	1.22	-2.16
	KASIM-2018	2.12	-0.22	2.34	-0.73	1.19	-2.84
SEMD	KASIM-2011	0.47	-0.32	0.00	0.07	0.56	-0.09
	KASIM-2012	0.12	-0.08	-0.24	0.21	0.14	0.12
	KASIM-2013	-0.11	-0.62	-0.04	-0.28	0.36	0.43
	KASIM-2014	0.23	-0.37	0.27	-0.27	0.42	-0.09
	KASIM-2015	-0.25	-0.84	-0.24	-0.27	0.42	0.76
	KASIM-2016	-5.28	0.22	3.06	-4.62	-3.86	1.01
	KASIM-2017	-4.53	-0.28	2.39	-3.98	-2.98	1.27
	KASIM-2018	-4.44	-0.01	2.53	-3.93	-3.11	0.99
TUF1	MAYIS-2014	-0.08	4.22	0.60	1.03	-3.45	-2.28
	KASIM-2014	-0.57	3.94	-0.01	1.16	-3.52	-1.46
	MAYIS-2015	0.31	4.46	1.03	0.98	-3.42	-2.9
	KASIM-2015	-0.02	3.98	0.49	1.06	-3.22	-2.14
	MAYIS-2016	0.62	4.81	1.07	1.23	-3.51	-3.29
	KASIM-2016	-0.04	4.43	0.65	1.09	-3.6	-2.43
	MAYIS-2017	0.29	4.69	0.58	1.41	-3.61	-2.72
	KASIM-2017	-0.58	4.18	-0.31	1.48	-3.72	-1.38
	MAYIS-2018	-0.07	4.64	0.22	1.49	-3.79	-2.24
	KASIM-2018	-0.21	4.82	0.38	1.36	-4.01	-2.34

**EK-3 Devamı**

YENC	KASIM-2011	-2.63	0.87	-5.59	3.04	-1.98	5.08
	KASIM-2012	-2.72	0.94	-5.55	2.98	-2.08	5.09
	KASIM-2013	-2.46	1.21	-5.31	3.02	-2.2	4.66
	KASIM-2014	-2.58	1.68	-5.65	3.35	-2.67	4.8
	KASIM-2015	-2.95	1.47	-5.26	2.78	-2.66	4.87
	KASIM-2016	-2.82	1.94	-5.83	3.43	-3.02	4.98
	KASIM-2017	-2.55	1.41	-5.80	3.41	-2.42	4.97
	KASIM-2018	-3.13	1.90	-5.91	3.3	-3.12	5.26



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Ahmet Doğan DOĞRULUK  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kahramanmaraş 06.11.1993  
**Telefon** : 0 545 546 64 43  
**Faks** : -  
**e-mail** : adogandogruluk@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Kadriye Çalık Anadolu Lisesi, Kahramanmaraş	2010
Üniversite	: Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Afyon	2016
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.	2020

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016-2017	İGA Havalimanları İnşaatı Adi Ortaklığı Ticari İşletmesi	Etüt Proje Mühendisi

### YABANCI DİLLER

İngilizce