T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREM SERİSİNİN ETKİLERİNİN GNSS ÖLÇÜLERİYLE ARAŞTIRILMASI

Özlem AYKUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Geomatik Programı

Danışman
Prof. Dr. Uğur DOĞAN

Eş-Danışman
Doç. Dr. Seda ÖZARPACI

Temmuz, 2025

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREM SERİSİNİN ETKİLERİNİN GNSS ÖLÇÜLERİYLE ARAŞTIRILMASI

Özlem AYKUT tarafından hazırlanan tez çalışması 04.07.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Geomatik Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Uğur DOĞAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Doç. Dr. Seda ÖZARPACI
Yıldız Teknik Üniversitesi
Eş-Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Uğur DOĞAN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Cüneyt AYDIN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Serdar EROL, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Uğur DOĞAN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Deprem Serisinin Etkilerinin GNSS Ölçüleriyle Araştırılması" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Özlem AYKUT

İmza

Aileme

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinden itibaren çalışmalarımı dikkatle takip ederek bilgi ve birikimleriyle araştırmalarımı yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Uğur DOĞAN'a ve eş danışman hocam Doç. Dr. Seda ÖZARPACI'ya, çalışmama yapmış olduğu tüm katkılarından ve yardımlarından dolayı Arş. Gör. Muhammed TURGUT'a, mesleki bilgileriyle bana yardımcı olan değerli çalışma arkadaşım ve meslektaşım olan İbrahim DEMİRHAN'a ve diğer çalışma arkadaşlarıma, eğitim sürecim boyunca bana desteklerini esirgemeyen teyzem Hafize BİÇER ve ailesine, ayrıca tezimin her aşamasında beni destekleyen ve moral veren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Özlem AYKUT

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ ix

ŞEKİL LİSTESİ x

TABLO LİSTESİ xvi

ÖZET xvii

ABSTRACT xix

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 4

1.2 Tezin Amacı 9

1.3 Hipotez 9

2 VERİ VE YÖNTEM 10

2.1 GNSS Ölçüleri 10

2.1.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları İle Yapılan Örnek Çalışmalar . 11

2.2 CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning)-İnternet Tabanlı GNSS Yazılımı 11

3 PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ 15

3.1 Uyuşum Testi 15

3.2 Yer Değiştirme Değerlerinin Hesaplanması 16

3.3 Gerinim (strain) Analizi 17

4 UYGULAMA 22

4.1 GNSS Ölçülerinin CSRS-PPP ile Değerlendirilmesi 23

4.1.1 Deprem Öncesi İçin Tekrarlılık Analizi 25

4.2 Yerdeğiştirme Değerlerinin Belirlenmesi 29

4.2.1 Deprem Anı(Co-seismic) Yer Değiştirmelerinin Belirlenmesi 29

4.2.2 Deprem Anı Yer Değiştirmelerinin Anlamlılık Testi 33

4.2.3 Deprem Anı (Co-seismic) Gerinim Elemanlarının Belirlenmesi 39
4.2.4 Deprem Sonrası (Post-seismic) Yerdeğiştirme Parametrelerinin Belirlenmesi 43
4.2.5 Deprem Sonrası (Post-seismic) Gerinim Parametrelerinin Belirlenmesi 46
4.2.6 Deprem Öncesi ve Deprem Sonrası İçin Alan Bozulması Hesaplanması 48

5 SONUÇ **49**

KAYNAKÇA **51**

A ZAMAN SERİLERİ **55**
A.1 İki Depremin Birlikte İncelenmesiyle Oluşturulan Zaman Serileri . . 55
A.2 İki Depremin Ayrı İncelenmesiyle Oluşturulan Zaman Serileri . . . 85

B TABLOLAR **115**

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **128**

SİMGE LİSTESİ

Q	Ağırlık katsayıları matrisi
α	Anlamlılık düzeyi
k	Bilinmeyenlerin kestirim değeri
u	Bilinmeyen sayısı
S_0	Birim ağırlıklı ölçülerin sonsal varyansı
dR	Dönme tensörü
ω	Dönüklük
v	Düzeltmeler
Ω	Düzeltmelerin kareleri toplamı
E	Gerinim tensörü
H_k	Karşıt hipotez
A	Katsayılar matrisi
Q_{dd}	Konum değişimi ağırlık katsayılar matrisi
ε_{max}	Maksimum asal gerinim
φ	Maksimum gerinim yönü
ε_{min}	Minimum asal gerinim
γ_2	Mühendislik kayması
l	Ölçüler vektörü
C_{ll}	Ölçülerin varyans kovaryans matrisi
n	Ölçü sayısı
γ_1	Saf kayma
f	Serbestlik derecesi
H_0	Sıfır hipotezi

T	Test büyüklüğü
d	Yer değiştirme vektörü

KISALTMA LİSTESİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AUSPOS	Online GPS Processing Service
APSS	Automatic Precise Positioning Service
CSRS-PPP	Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning
DAF	Doğu Anadolu Fayı
EAR	Ege Açılma Rejimi
EUREF	European Geodetic Reference Systems
EPN	EUREF Permanent Network
ESA	Egyptian Surveying Authority
GAPS	GNSS Analysis and Positioning Software
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPS	Global Positioning System
IGS	International GNSS Service
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
NAD83	North American Datum of 1983
NRcan	Natural Resources Canada
OPUS	Online Positioning User Service
ÖDFZ	Ölüdeniz Fay Zonu
PPP-AR	Precise Point Positioning with Ambiguity Resolution
RINEX	Receiver Independent Exchange
TUBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurulu
TUSAGA	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Türkiye'nin Tektonik Yapısı [2] 1
Şekil 1.2 KAF'ta son yüzyılda meydana gelen M>7 depremler (Mavi ve kırmızı çizgiler depremlerin konumunu göstermektedir.)[2] 2
Şekil 1.3 Batı Anadolu Fay Zonu [7] 3
Şekil 1.4 DAF'ta meydana gelen tarihsel depremler ve fayın segmentleri (Palu mavi, Pütürge kırmızı, Erkenek yeşil, Pazarcık turuncu, Amanos açık mavi ve Karlıova gri ile renklendirilmiştir.) [16] . . 4
Şekil 1.5 Avrasya-sabit referans çerçevesinde %95 güven elipsleri ile hesaplanan Türkiye'nin mevcut GNSS yatay hız alanını [17] . . . 5
Şekil 1.6 (a), 6 Şubat 2023 tarihinde Pazarcık (TSI 04.17-Mw7.8) depreminin oluşturduğu deformasyon, (b), Elbistan (TSI 13.24-Mw7.6) depreminin oluşturduğu deformasyon ve (c), İki depremin birlikte oluşturduğu toplam deformasyonu [25] 6
Şekil 1.7 %95 güven elipsiyle Özkan vd.'nin yapmış olduğu çalışma sonucu hesaplanan yer değiştirmeler [22] 7
Şekil 1.8 InSAR gözlemleri ile gözlemlenen 2023 Türkiye deprem dizisinin kümülatif sismik deformasyonu [21]. 8
Şekil 2.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları 10
Şekil 2.2 CSRS-PPP servisinin arayüzü 12
Şekil 2.3 CSRS-PPP servisinden alınan rapor çıktı örneği 13
Şekil 3.1 Alan Üçgenlemesi 18
Şekil 3.2 Üç nokta ile Dengeleme 18
Şekil 3.3 Asal Gerinim Elemanları 20
Şekil 4.1 Deprem günü ve uygulamada kullanılan GPS günleri 22
Şekil 4.2 Çalışmada Kullanılan GNSS İstasyonları 23
Şekil 4.3 EKZ1 istasyonuna ait iki depremin birlikte incelenerek oluşturulan zaman serisi 24
Şekil 4.4 MAR1 istasyonuna ait iki depremin birlikte incelenerek oluşturulan zaman serisi 24
Şekil 4.5 MLY1 istasyonuna ait iki depremin ayrı ayrı incelenerek oluşturulan zaman serisi 25
Şekil 4.6 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-1 26

Şekil 4.7 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-2 26
Şekil 4.8 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-3 27
Şekil 4.9 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-4 27
Şekil 4.10 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-5 28
Şekil 4.11 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-6 28
Şekil 4.12 İlk deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita . . 30
Şekil 4.13 İkinci deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita . . 30
Şekil 4.14 İki deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita . . 31
Şekil 4.15 İlk deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita 32
Şekil 4.16 İkinci deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita 32
Şekil 4.17 İki deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita 33
Şekil 4.18 Uyuşum Testi-1 35
Şekil 4.19 Uyuşum Testi-2 (EKZ1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 36
Şekil 4.20 Uyuşum Testi-3 (MLY1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 36
Şekil 4.21 Uyuşum Testi-4 (MAR1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 37
Şekil 4.22 Uyuşum Testi-5 (TUF1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 37
Şekil 4.23 Uyuşum Testi-6 (KLS1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 38
Şekil 4.24 Uyuşum Testi-7 (ONIY istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 38
Şekil 4.25 Uyuşum Testi-8 (APK1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 39
Şekil 4.26 Uyuşum Testi-9 (ERGN istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.) 39
Şekil 4.27 İki depremin toplamı için hesaplanan gerinim büyüklükleri 40
Şekil 4.28 İlk deprem için hesaplanan gerinim büyüklükleri 42

Şekil 4.29 İkinci deprem için hesaplanan gerinim büyüklükleri 42
Şekil 4.30 Yakın Zaman Deprem Sonrası için CSRS-PPP ile hesaplanan yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elispslerini gösteren harita 44
Şekil 4.31 APK1 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi 44
Şekil 4.32 CATK istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi 45
Şekil 4.33 ERZ2 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi 45
Şekil 4.34 MLY1 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi 46
Şekil 4.35 Yakın Zaman Deprem Sonrası için hesaplanan gerinim büyüklükleri 47
Şekil 4.36 Alan Bozulması 48
Şekil A.1 ADN2 istasyonuna ait zaman serisi 55
Şekil A.2 AGRD istasyonuna ait zaman serisi 56
Şekil A.3 AKD1 istasyonuna ait zaman serisi 56
Şekil A.4 AKLE istasyonuna ait zaman serisi 57
Şekil A.5 APK1 istasyonuna ait zaman serisi 57
Şekil A.6 ARDH istasyonuna ait zaman serisi 58
Şekil A.7 ARTV istasyonuna ait zaman serisi 58
Şekil A.8 BIN1 istasyonuna ait zaman serisi 59
Şekil A.9 BOG1 istasyonuna ait zaman serisi 59
Şekil A.10 BTMN istasyonuna ait zaman serisi 60
Şekil A.11 BYB1 istasyonuna ait zaman serisi 60
Şekil A.12 CATK istasyonuna ait zaman serisi 61
Şekil A.13 COR1 istasyonuna ait zaman serisi 61
Şekil A.14 DLUC istasyonuna ait zaman serisi 62
Şekil A.15 EKZ1 istasyonuna ait zaman serisi 62
Şekil A.16 ELAZ istasyonuna ait zaman serisi 63
Şekil A.17 ERGN istasyonuna ait zaman serisi 63
Şekil A.18 ERZ2 istasyonuna ait zaman serisi 64
Şekil A.19 ERZR istasyonuna ait zaman serisi 64
Şekil A.20 FASA istasyonuna ait zaman serisi 65
Şekil A.21 FEEK istasyonuna ait zaman serisi 65
Şekil A.22 GEM1 istasyonuna ait zaman serisi 66
Şekil A.23 GIRS istasyonuna ait zaman serisi 66
Şekil A.24 GUMU istasyonuna ait zaman serisi 67
Şekil A.25 HAK1 istasyonuna ait zaman serisi 67
Şekil A.26 HINI istasyonuna ait zaman serisi 68
Şekil A.27 HORS istasyonuna ait zaman serisi 68
Şekil A.28 IGR1 istasyonuna ait zaman serisi 69
Şekil A.29 KAY1 istasyonuna ait zaman serisi 69

Şekil A.30 KLS1 istasyonuna ait zaman serisi 70
Şekil A.31 KRS1 istasyonuna ait zaman serisi 70
Şekil A.32 MAR1 istasyonuna ait zaman serisi 71
Şekil A.33 MARD istasyonuna ait zaman serisi 71
Şekil A.34 MERS istasyonuna ait zaman serisi 72
Şekil A.35 MIDY istasyonuna ait zaman serisi 72
Şekil A.36 MLY1 istasyonuna ait zaman serisi 73
Şekil A.37 MLZ1 istasyonuna ait zaman serisi 73
Şekil A.38 MUR1 istasyonuna ait zaman serisi 74
Şekil A.39 MUS1 istasyonuna ait zaman serisi 74
Şekil A.40 NSYB istasyonuna ait zaman serisi 75
Şekil A.41 ONIY istasyonuna ait zaman serisi 75
Şekil A.42 OZAL istasyonuna ait zaman serisi 76
Şekil A.43 POSF istasyonuna ait zaman serisi 76
Şekil A.44 RDIY istasyonuna ait zaman serisi 77
Şekil A.45 RHIY istasyonuna ait zaman serisi 77
Şekil A.46 RZE1 istasyonuna ait zaman serisi 78
Şekil A.47 SEM1 istasyonuna ait zaman serisi 78
Şekil A.48 SINP istasyonuna ait zaman serisi 79
Şekil A.49 SRT1 istasyonuna ait zaman serisi 79
Şekil A.50 SSE1 istasyonuna ait zaman serisi 80
Şekil A.51 SVS1 istasyonuna ait zaman serisi 80
Şekil A.52 TNC1 istasyonuna ait zaman serisi 81
Şekil A.53 TOK1 istasyonuna ait zaman serisi 81
Şekil A.54 TRBN istasyonuna ait zaman serisi 82
Şekil A.55 TUF1 istasyonuna ait zaman serisi 82
Şekil A.56 UDE1 istasyonuna ait zaman serisi 83
Şekil A.57 VAN2 istasyonuna ait zaman serisi 83
Şekil A.58 VEZI istasyonuna ait zaman serisi 84
Şekil A.59 VIR2 istasyonuna ait zaman serisi 84
Şekil A.60 ADN2 istasyonuna ait zaman serisi 85
Şekil A.61 AGRD istasyonuna ait zaman serisi 86
Şekil A.62 AKD1 istasyonuna ait zaman serisi 86
Şekil A.63 AKLE istasyonuna ait zaman serisi 87
Şekil A.64 APK1 istasyonuna ait zaman serisi 87
Şekil A.65 ARDH istasyonuna ait zaman serisi 88
Şekil A.66 ARTV istasyonuna ait zaman serisi 88
Şekil A.67 BIN1 istasyonuna ait zaman serisi 89
Şekil A.68 BOG1 istasyonuna ait zaman serisi 89

Şekil A.69 BTMN istasyonuna ait zaman serisi 90
Şekil A.70 BYB1 istasyonuna ait zaman serisi 90
Şekil A.71 CATK istasyonuna ait zaman serisi 91
Şekil A.72 COR1 istasyonuna ait zaman serisi 91
Şekil A.73 DLUC istasyonuna ait zaman serisi 92
Şekil A.74 EKZ1 istasyonuna ait zaman serisi 92
Şekil A.75 ELAZ istasyonuna ait zaman serisi 93
Şekil A.76 ERGN istasyonuna ait zaman serisi 93
Şekil A.77 ERZ2 istasyonuna ait zaman serisi 94
Şekil A.78 ERZR istasyonuna ait zaman serisi 94
Şekil A.79 FASA istasyonuna ait zaman serisi 95
Şekil A.80 FEEK istasyonuna ait zaman serisi 95
Şekil A.81 GEM1 istasyonuna ait zaman serisi 96
Şekil A.82 GIRS istasyonuna ait zaman serisi 96
Şekil A.83 GUMU istasyonuna ait zaman serisi 97
Şekil A.84 HAK1 istasyonuna ait zaman serisi 97
Şekil A.85 HINI istasyonuna ait zaman serisi 98
Şekil A.86 HORS istasyonuna ait zaman serisi 98
Şekil A.87 IGR1 istasyonuna ait zaman serisi 99
Şekil A.88 KAY1 istasyonuna ait zaman serisi 99
Şekil A.89 KLS1 istasyonuna ait zaman serisi 100
Şekil A.90 KRS1 istasyonuna ait zaman serisi 100
Şekil A.91 MARD istasyonuna ait zaman serisi 101
Şekil A.92 MERS istasyonuna ait zaman serisi 101
Şekil A.93 MIDY istasyonuna ait zaman serisi 102
Şekil A.94 MLY1 istasyonuna ait zaman serisi 102
Şekil A.95 MLZ1 istasyonuna ait zaman serisi 103
Şekil A.96 MUR1 istasyonuna ait zaman serisi 103
Şekil A.97 MUS1 istasyonuna ait zaman serisi 104
Şekil A.98 NSYB istasyonuna ait zaman serisi 104
Şekil A.99 OZAL istasyonuna ait zaman serisi 105
Şekil A.100POSF istasyonuna ait zaman serisi 105
Şekil A.101RDIY istasyonuna ait zaman serisi 106
Şekil A.102RHIY istasyonuna ait zaman serisi 106
Şekil A.103RZE1 istasyonuna ait zaman serisi 107
Şekil A.104SEM1 istasyonuna ait zaman serisi 107
Şekil A.105SINP istasyonuna ait zaman serisi 108
Şekil A.106SRT1 istasyonuna ait zaman serisi 108
Şekil A.107SSE1 istasyonuna ait zaman serisi 109

Şekil A.108SVS1 istasyonuna ait zaman serisi 109
Şekil A.109TNC1 istasyonuna ait zaman serisi 110
Şekil A.110TOK1 istasyonuna ait zaman serisi 110
Şekil A.111TRBN istasyonuna ait zaman serisi 111
Şekil A.112TUF1 istasyonuna ait zaman serisi 111
Şekil A.113TVA2 istasyonuna ait zaman serisi 112
Şekil A.114UDE1 istasyonuna ait zaman serisi 112
Şekil A.115VAN2 istasyonuna ait zaman serisi 113
Şekil A.116VEZİ istasyonuna ait zaman serisi 113
Şekil A.117VIR2 istasyonuna ait zaman serisi 114

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 KAF Boyunca Meydana Gelen Mw>7 büyüklüğündeki depremler 2
Tablo 4.1 İki depremin birlikte ele alınarak hesaplanan gerinim elemanları . 41
Tablo 4.2 İlk depremin gerinim elemanları 41
Tablo 4.3 İkinci depremin gerinim elemanları 43
Tablo 4.4 Deprem sonrası gerinim elemanları 47
Tablo B.1 İki depremin birlikte ele alınarak CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması 116
Tablo B.2 İlk depremin CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması 117
Tablo B.3 İkinci depremin CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması 118
Tablo B.4 İstasyonlara ait 1.uyuşum testi 119
Tablo B.5 İstasyonlara ait 2.uyuşum testi 120
Tablo B.6 İstasyonlara ait 3.uyuşum testi 121
Tablo B.7 İstasyonlara ait 4.uyuşum testi 122
Tablo B.8 İstasyonlara ait 5.uyuşum testi 123
Tablo B.9 İstasyonlara ait 6.uyuşum testi 124
Tablo B.10 İstasyonlara ait 7.uyuşum testi 125
Tablo B.11 İstasyonlara ait 8.uyuşum testi 126
Tablo B.12 İstasyonlara ait 9.uyuşum testi 127

ÖZET

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Deprem Serisinin Etkilerinin GNSS Ölçüleriyle Araştırılması

Özlem AYKUT

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Uğur DOĞAN
Eş-Danışman: Doç. Dr. Seda ÖZARPACI

06 Şubat 2023 tarihinde Doğu Anadolu Fayı (DAF) üzerinde saat 04.17'de merkez üssü Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesi olan Mw7.7 büyüklüğünde ve saat 13.24'de yine Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Mw7.6 büyüklüğünde ikinci bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremler birçok bölgeden hissedilmiş ve 11 ilimiz Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından Genel Hayata Etkili Afet Bölgesi olarak seçilmiştir. Bu çalışmada, 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri deprem anı ve deprem sonrası etkilerinin jeodezik yöntemlerle araştırılması, deprem öncesi için tekrarlılık analizi yapılması, deprem öncesi ve deprem sonrası için gerinim analizi yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, iki depremin birlikte araştırılması için 60 adet, ilk deprem ve ikinci depremin birbirinden ayrı olarak değerlendirilmesi için 58 adet Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) GNSS istasyonu kullanılmıştır. Pazarcık ve Elbistan depremlerinin ardından; deprem öncesi 8 günlük ve deprem sonrası 8 günlük olmak üzere toplamda 16 günlük GNSS istasyonlarına ait veriler, hassas nokta konumlama tekniği ile çalışan çevrimiçi GNSS verisi işleme programı CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning) ile değerlendirilmiş ve yer değiştirmeler hesaplanmıştır. Kullanılan istasyonların ölçüm sonuçlarının doğruluğunu araştırmak için deprem öncesine ait CSRS-PPP'den elde edilen veriler ile tekrarlılık analizi yapılmıştır. Ayrıca, depremlerin birlikte ve ayrı ayrı değerlendirilmesiyle hesaplanan deprem anı deformasyonları ve deprem sonrası deformasyonları ile iki boyutlu gerinim analizi yapılmıştır. Pazarcık ve Elbistan'da

meydana gelen depremlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda kuzey-güney yönünde en büyük yer değiştirme sırasıyla -63.523 ± 1.910 cm ile Malatya (MLY1) istasyonunda ve 49.148 ± 0.361 cm ile Ekinözü (EKZ1) istasyonunda, doğu-batı yönündeki yer değiştirme ise -464.703 ± 0.283 cm ile Ekinözü (EKZ1) istasyonunda ve -59.359 ± 0.361 cm ile Kahramanmaraş (MAR1) istasyonunda hesaplanmıştır. Ayrıca iki depremin meydana getirdiği yer değiştirmeler ayrı ayrı da incelenmiştir. Yapılan değerlendirme işlemi sonucunda ilk deprem için hesaplanan kuzey-güney yönündeki en büyük yer değişimi -36.733 ± 0.447 cm ile Malatya (MLY1) istasyonunda, doğu-batı yönünde ise -23.088 ± 0.447 cm ile Ekinözü (EKZ1) istasyonunda olduğu görülmüş ve ikinci depremin değerlendirme işlemleri incelendiğinde ise kuzey-güney yönündeki en büyük yer değişimi 68.736 ± 0.500 cm ile Ekinözü (EKZ1) istasyonunda, doğu-batı yönünde ise -441.615 ± 0.447 cm ile yine Ekinözü (EKZ1) istasyonunda olduğu görülmüştür. Deprem sonrası için yapılan yer değiştirme hesaplamalarında ise kuzey-güney doğrultusundaki en büyük yer değiştirme 1.157 ± 0.283 cm ile Arapgir (APK1) istasyonunda ve doğu-batı yönündeyse 1.508 ± 0.424 cm ile Çatak (CATK) istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Deprem öncesi için yapılan tekrarlılık analizinde hesaplanan doğruluklarda kuzey-güney yönünde en yüksek değer 3.110 mm ile Kilis (KLS1), en düşük değerse 0.240 mm ile Sivas (SVS1) istasyonunda; doğu-batı yönündeyse en yüksek 3.350 mm ile Feke (FEEK), en düşükse 0.310 mm ile Horasan (HORS) istasyonunda tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şubat 2023 kahramanmaraş depremleri, Gnss, Csrs-ppp, Deprem anı yer değiştirme, Deprem sonrası yer değiştirme

ABSTRACT

Monitoring of the February 6, 2023, Kahramanmaraş Earthquake Sequences Using GNSS Observations

Özlem AYKUT

Department of Geomatic Engineering
Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Uğur DOĞAN
Co-supervisor: Assoc. Prof. Dr. Seda ÖZARPACI

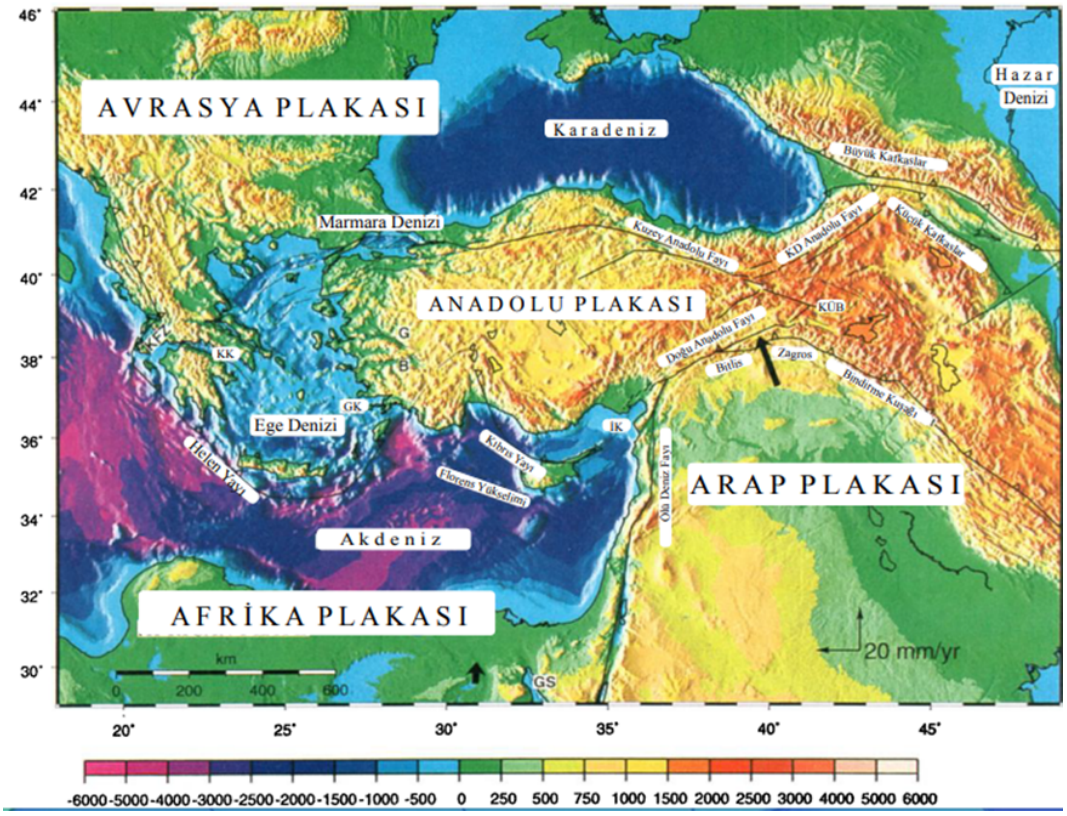
On February 6, 2023, at 04.17, an earthquake with a magnitude of Mw7.7 occurred on the East Anatolian Fault (EAF), with its epicenter in the Pazarcık district of Kahramanmaraş. A second earthquake with a magnitude of Mw7.6 happened at 13.24 in the Elbistan district of Kahramanmaraş. These earthquakes were felt across many regions, and 11 provinces were declared as Disaster Areas Affecting General Life by the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD). This study aims to investigate the co-seismic and post-seismic effects of the February 6 Kahramanmaraş earthquake sequence using geodetic methods, to perform repeatability analysis before the earthquake, and to perform strain analysis before and after the earthquake. For this purpose, 60 GNSS stations were used to investigate the two earthquakes together and 58 GNSS stations were used to investigate the first earthquake and the second earthquake separately. Following the Pazarcık and Elbistan earthquakes, data from GNSS stations covering a total of 16 days (8 days before and 8 days after the earthquake) were evaluated using the CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning) online GNSS data processing program, which employs precise point positioning technology, and displacements were calculated. To investigate the accuracy of the measurement results of the stations used, a repeatability analysis was performed using data obtained from CSRS-PPP before the earthquake. In addition, a two-dimensional stress analysis was performed with the co-seismic and post-seismic deformations calculated by evaluating the earthquakes together

and separately. The combined analysis of the Pazarcık and Elbistan earthquakes revealed the largest north-south direction displacements at the Malatya (MLY1) station with -63.523 ± 1.910 cm and the Ekinözü (EKZ1) station with 49.148 ± 0.361 cm, while the largest east-west direction displacements were calculated as -464.703 ± 0.283 cm at the Ekinözü (EKZ1) station and -59.359 ± 0.361 cm at the Kahramanmaraş (MAR1) station. Additionally, the displacements caused by each earthquake were analyzed separately. The evaluation showed that the maximum north-south direction displacement for the first earthquake was -36.733 ± 0.447 cm at the Malatya (MLY1) station, and the maximum east-west direction displacement was -23.088 ± 0.447 cm at the Ekinözü (EKZ1) station. For the second earthquake, the largest north-south direction displacement was 68.736 ± 0.500 cm at the Ekinözü (EKZ1) station, and the largest east-west direction displacement was -441.615 ± 0.447 cm, also at the Ekinözü (EKZ1) station. In the post-seismic displacement calculations, the largest deformation in the north-south direction was 1.157 ± 0.283 cm at the Arapgir (APK1) station and in the east-west direction was 1.508 ± 0.424 cm at the Çatak (CATK) station. Repeatability analysis was performed for the pre-earthquake and in the north-south direction, the highest value was determined at Kilis (KLS1) station with 3.110 mm and the lowest value was determined at Sivas (SVS1) station with 0.240 mm; in the east-west direction, the highest value was determined at Feke (FEEK) station with 3.350 mm and the lowest value was determined at Horasan (HORS) station with 0.310 mm.

Keywords: February 2023 kahramanmaraş earthquakes, Gnss, Csrs-ppp, Coseismic displacement, Postseismic displacement

1
GİRİŞ

Bugün aralarında binlerce kilometrelerin bulunduğu kıtaların, milyonlarca yıl önce birleşik olduğu, 1912 yılında Alfred Wegener tarafından ortaya atılan kıtaların kayma düşüncesi ile bugünkü halini aldığı bilinmektedir ve bu kayma hareketi günümüzde de hala devam etmektedir. Afrika plakasının kuzeye doğru hareketi, Arabistan plakasının kuzey-doğu yönlü hareketi gibi etkilerin bulunduğu Doğu Akdeniz tektoniğinin hareketliliği Türkiye'de iki önemli fayın (KAF ve DAF) oluşmasına neden olmuştur (Şekil 1.1)[1].

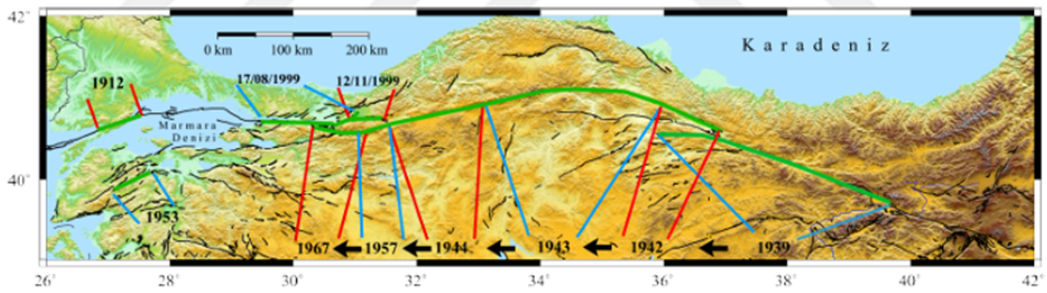


Şekil 1.1 Türkiye'nin Tektonik Yapısı [2]

Tablo 1.1 KAF Boyunca Meydana Gelen Mw>7 büyüklüğündeki depremler

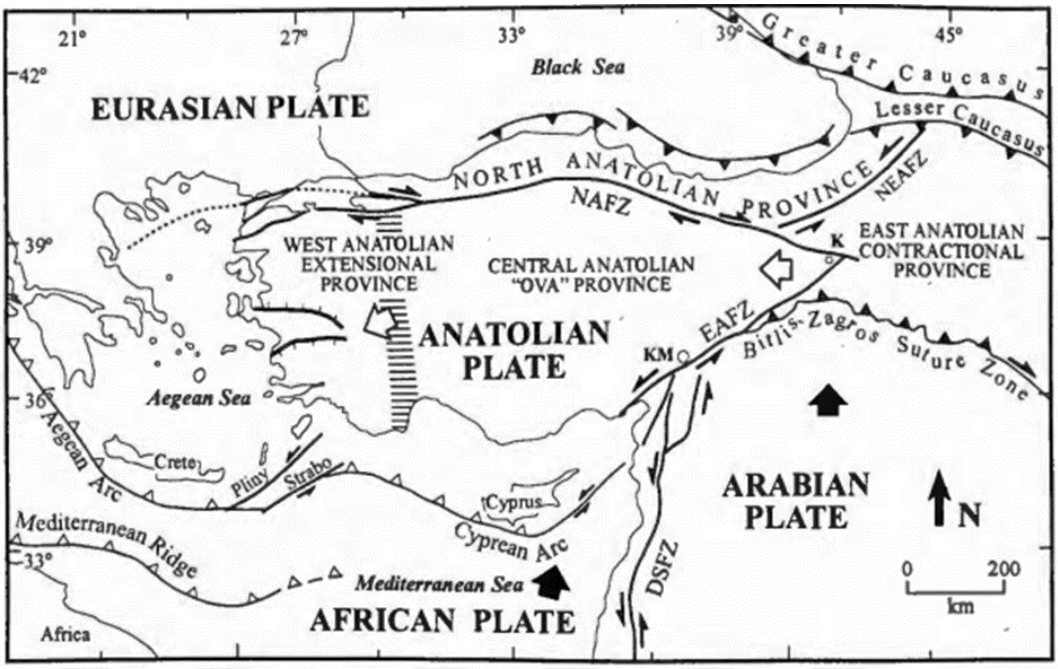
Depremin Gerçekleştiği Yer	Depremin Büyüklüğü (Mw)	Depremin Gerçekleştiği Yıl
Ganos	7.4	1912
Erzincan	7.8	1939
Mudurnu	7.4	1967
İzmit	7.4	1999

Kuzey Anadolu Fayı yaklaşık olarak 1500 km uzunluğa sahip, Türkiye'nin doğusundan başlayıp batıda kuzey Ege'nin doğusuna kadar uzanır. Erzincan dolaylarından Karlıova civarında sol yönlü Karlıova-Bingöl fayını kesmektedir [3]. Birçok kırıktan oluşan KAF, Karadeniz kıyısına paralel uzanmaktadır. Doğuya doğru KAF, üçlü birleşme gösterir ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile Karlıova'da birleşir. KAF, Karlıova üçlü birleşme noktasında sonlanmayarak güney doğu boyunca devam eder [4]. Son yüzyılda Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyunca M>7 büyüklüğünde depremler meydana gelmiştir [2] ve bu depremler Tablo 1.1 ve Şekil 1.2'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2 KAF'ta son yüzyılda meydana gelen M>7 depremler (Mavi ve kırmızı çizgiler depremlerin konumunu göstermektedir.)[2]

Ege Açılma Rejimi (EAR), genel anlamda Avrasya-Arabistan çarpışmasının bir yan ürünüdür ve bu çarpışma sonucu Doğu Anadolu'daki sıkışma hareketinin KAF ile batıya taşınması sonucu bölgedeki graben sistemleri oluşmuştur (Şekil 1.3). EAR içerisinde yer alan Batı Anadolu, deprem aktivitesi yüksek kıtasal kabuk bölgelerinin başında yer almaktadır ve birçok tarihsel deprem meydana gelmiştir [5]. 2022 yılında meydana gelen Mw4.9 büyüklüğündeki Buca depremi, 2020 yılında meydana gelen Mw6.9 büyüklüğündeki İzmir depremi, 1970 yılında meydana gelen Mw7.2 büyüklüğündeki Gediz depremi ve 1957 yılında meydana gelen Mw7.1 büyüklüğündeki Fethiye depremleri bu tarihsel depremlere örnektir [6].

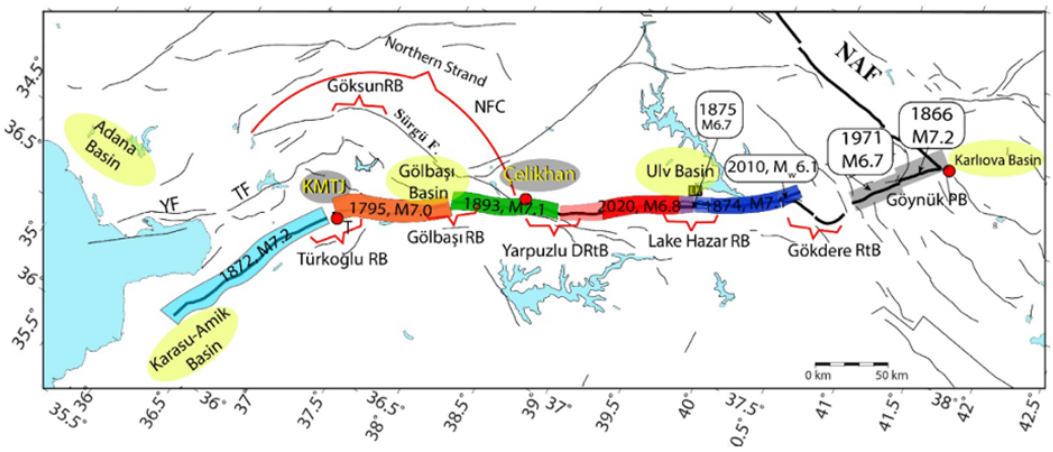


Şekil 1.3 Batı Anadolu Fay Zonu [7]

Ölü Deniz Fayı Zonu (ÖDFZ) depremsellik açısından dünyanın önemli aktif kuşaklarından biridir. En güneyde Kızıl Deniz'den kuzeyde Doğu Anadolu Fayı (DAF)'na kadar uzanan sol yönlü doğrultu atımlı ÖDF, Arap ve Afrika plakaları arasında transform sınır görevi görmektedir. Suriye'nin kuzey kesimlerinde Ghab Havzasını sınırlayan fay uzanımı Antakya'nın güneydoğusundan ülkemiz sınırlarına girmektedir. Ülkemiz sınırlarında en güneyde Asi Nehri'nin batısı boyunca kuzey-güney doğrultusunda jeolojik ve jeomorfolojik verilerle belirgin bir şekilde takip edilen ÖDFZ, aynı doğrultuda kuzeyde Amik Ovası'na girer [8].

Doğu Anadolu Fayı, kuzeye doğru hareket eden Arap Plakası ile batıya doğru hareket eden Anadolu Bloğu arasında, ortalama 30 km genişlikte, 580 km uzunluğunda kuzey doğu-güney batı sol yanal doğrultu atımlı bir transform sınırı oluşturur [9]. Bu fay hattı ilk olarak Allen C.R. (1969) [10] tarafından tanımlanmış, Doğu Anadolu Fay Hattı olarak Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından isimlendirilmiş [11] ve diğer önemli çalışmalarla da haritalandırılmıştır [12], [13] ve [14].

DAF üzerinde 2020 yılında Sivrice (Elazığ)'da Mw6.8, 2010 yılında Kovancılar (Elazığ)'da Mw6.1 ve 2003 yılında Bingöl Mw6.3 şiddetinde meydana gelen tarihsel depremler ve fay segmentleri [15] Şekil 1.4'de gösterilmiştir.Bu fay hattı 6 Şubat Kahramanmaraş depremlerine kadar Mw>7 ve üzeri deprem üretmemiştir.



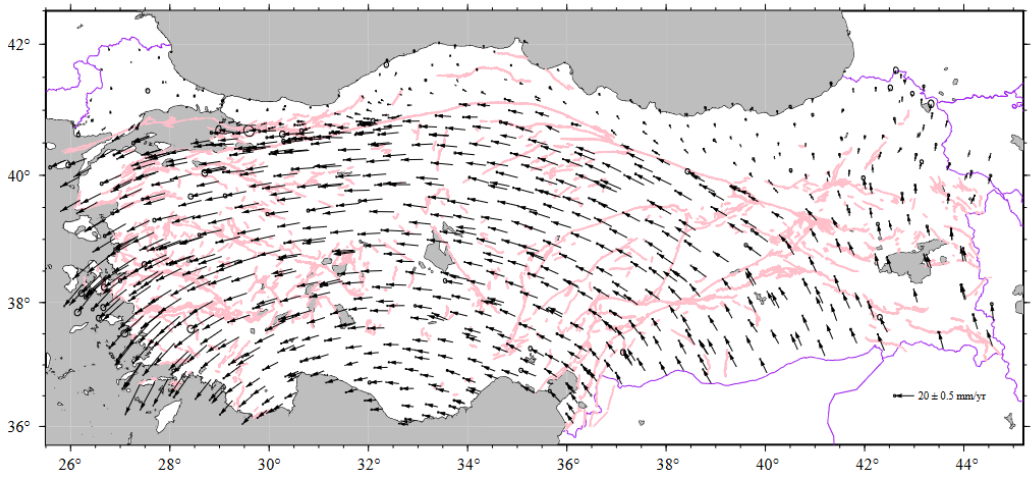
Şekil 1.4 DAF'ta meydana gelen tarihsel depremler ve fayın segmentleri (Palu mavi, Pütürge kırmızı, Erkenek yeşil, Pazarcık turuncu, Amanos açık mavi ve Karlıova gri ile renklendirilmiştir.) [16]

1.1 Literatür Özeti

Kahramanmaraş depremleri öncesinde Doğu Anadolu Fayı ve ülkemizdeki diğer fay hatları için kayma hızları birçok çalışmada hesaplanmıştır [17–19]. Kurt ve diğerlerinin 2023 yılında yapmış oldukları kapsamlı çalışmada 608 istasyondan oluşan Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA), 134 istasyondan oluşan Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif), 30 adet kampanya istasyonu ve diğer bölgesel sürekli gözlem istasyonları kullanılarak toplamda 836 istasyon ile homojen ve yoğun bir intersismik (deprem önncesi) hız alanı üretmek için tüm veriler işlenmiştir [17]. Bu çalışmada kullanılan veri seti %78 kampanya tipi ve %22 sürekli istasyondan oluşmaktadır ve 1992-2020 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır. Kampanya tipi gözlemlerin oturum süresi 7-10 saat arasındayken, sürekli istasyonlardan 24 saatlik veri sağlamaktadır. Kampanya tipi GNSS verilerinde minimum ve maksimum süreler sırasıyla 2,7 ve 28 yıldır. Sürekli GNSS istasyon verilerinde ise minimum ve maksimum gözlem süreleri sırasıyla 2,1 ve 17,1 yıldır. Blewitt ve Lavalle'nin 2002'de yaptıkları çalışmada en az 2,5 yıllık bir gözlem süresinin hız sapmasını ortadan kaldıracağı tespit edilmiş olup bu çalışmada kullanılan maksimum ve minimum gözlem süreleri bu aralıkta seçilmiştir [20].

Kurt vd.'nin yapmış olduğu çalışma sonucunda Kuzey ve Doğu Anadolu Fayları üzerindeki gerilme birikimini hesaplamak için Avrasya kıtası sabit alınarak modellenen kayma hızları sırasıyla 20 ile 26 mm/yıl ve 9,7 ile 11 mm/yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 1.5). GNSS ölçümlerinden elde edilen deprem etkisinden arındırılmış uzun dönemli bu hız alanı, deprem tehlikeleri için moment birikim oranı ve gerinim oranı gibi kritik bilgiler sağlayabilir ve Anadolu-Ege

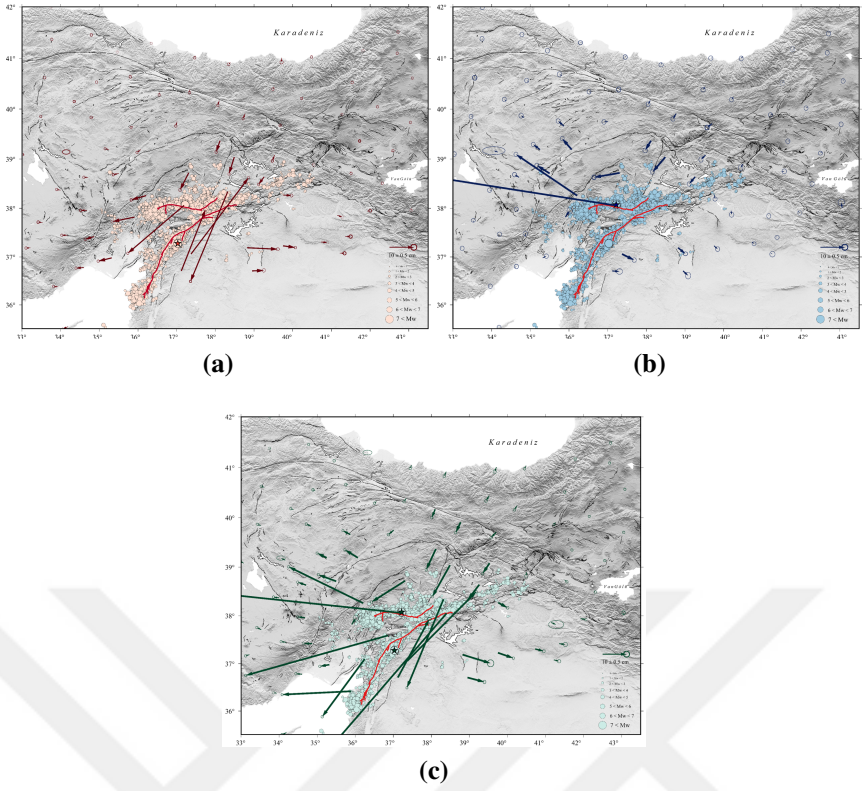
bölgesinin kinematiği hakkında öne çıkan hipotezlerin test edilmesine yardımcı olabilir.



Şekil 1.5 Avrasya-sabit referans çerçevesinde %95 güven elipsleri ile hesaplanan Türkiye'nin mevcut GNSS yatay hız alanını [17]

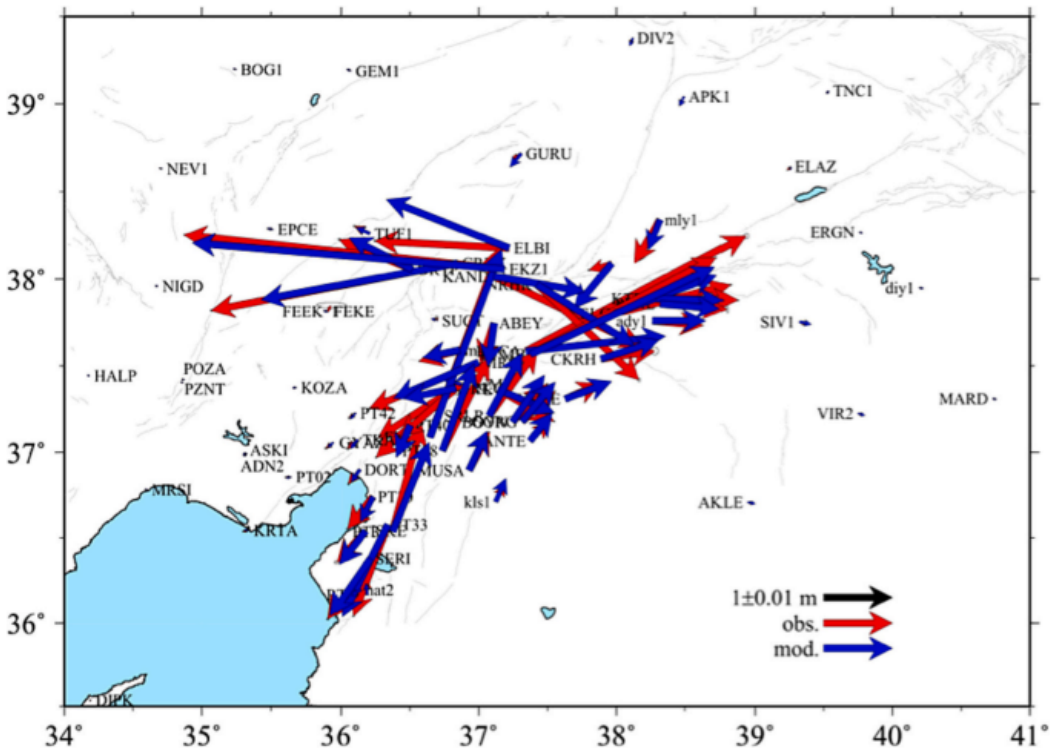
6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri öncesinde yapılan çalışmalar olduğu gibi bu depremin deprem anı ve deprem sonrası etkilerini araştırmak üzere birçok çalışma yapılmıştır ve GNSS bu çalışmaların temelini oluşturmaktadır [21–25].

Ergintav vd.'nin 2024 yılında yapmış oldukları çalışmada TUSAGA-Aktif ağından alınan GNSS verilerinin yanı sıra, Uluslararası GNSS Servisi (IGS) ve EUREF Daimi Ağı'ndaki (EPN) istasyon verileri GAMIT/GLOBK yazılımı kullanılarak Kahramanmaraş deprem dizilerinin Pazarcık ve Elbistan depremleri öncesi ve sonrasına ait yer değiştirmeler hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucu iki depremin birlikte değerlendirilmesiyle hesaplanan yer değiştirme değerleri doğu-batı yönünde en yüksek 464.00 cm ile EKZ1 istasyonunda, kuzey-güney yönünde ise 61.116 cm ile MLY1 istasyonunda tespit edilmiştir. İlk deprem için yapılan değerlendirmede doğu-batı yönünde en yüksek 22.994 cm ile EKZ1, kuzey-güney yönünde ise 35.06 cm ile MLY1 istasyonunda; ikinci deprem için yapılan değerlendirmede doğu-batı yönünde en yüksek 441.128 cm ile EKZ1, kuzey-güney yönünde ise 70.161 cm ile yine EKZ1 istasyonunda tespit edilmiştir (Şekil 1.6) [25].



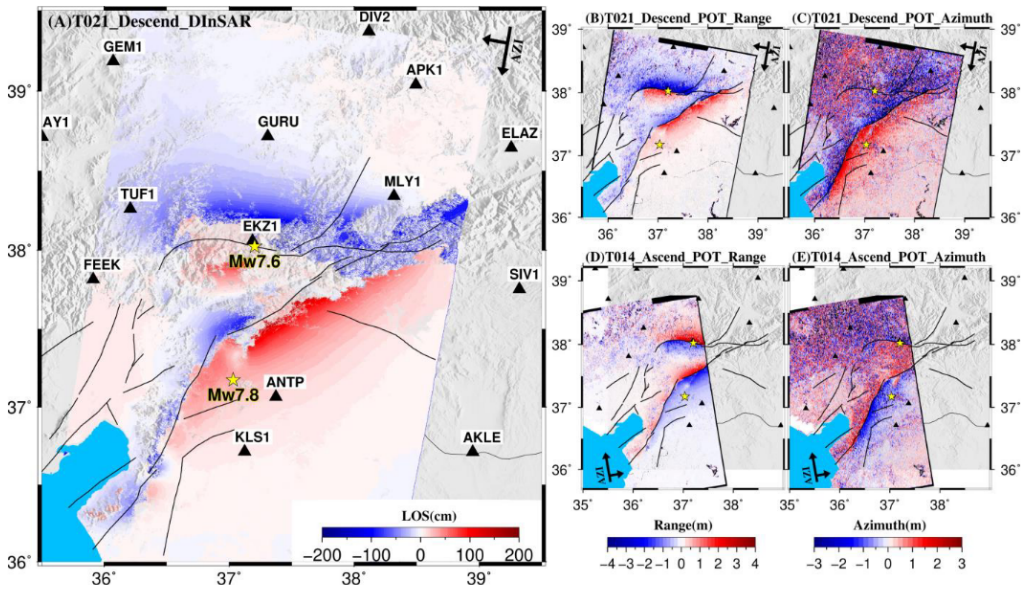
Şekil 1.6 (a), 6 Şubat 2023 tarihinde Pazarcık (TSI 04.17-Mw7.8) depreminin oluşturduğu deformasyon, (b), Elbistan (TSI 13.24-Mw7.6) depreminin oluşturduğu deformasyon ve (c), İki depremin birlikte oluşturduğu toplam deformasyonu [25]

Özkan vd.'nin 2023 yılında Kahramanmaraş depremleri üzerine yapmış oldukları çalışmada; deprem bölgesi ve çevresinde bulunan 73 sabit GNSS istasyonu ve 40 kampanya gözlem noktası kullanılarak GAMIT/GLOBK yazılımı ile bu istasyonlara ait en az 20 günlük veri işlenmiştir. Bu çalışma sonucunda; ilk depremin merkez üssüne en yakın yerler olan SRLR ve BOYN istasyonları için doğu yönünde deprem anı yer değiştirmeleri sırasıyla 704 ± 6 mm ve 501 ± 6 mm iken, kuzey yönünde sırasıyla 964 ± 5 mm ve 554 ± 6 mm olarak hesaplanmıştır. Ancak, merkez üssünün yaklaşık 42 km batısında bulunan FEVZ istasyonunda, doğu ve kuzey yönü için sırasıyla 1028 ± 4 mm ve 2765 ± 4 mm toplam deprem anı yer değiştirme tespit edilmiştir. İkinci deprem merkez üssüne en yakın yerler olan EKZ1 ve KAND istasyonlarında doğu yönünde deprem anı yer değiştirmeleri sırasıyla 4638 ± 2 mm ve 2160 ± 7 mm ve kuzey yönünde sırasıyla 496 ± 3 ve 1019 ± 11 mm olarak hesaplanmıştır. Bu iki büyük depremin neden olduğu toplam yer değiştirmelerin en büyüğü EKZ1, CRDK ve BNCA bölgelerinde gerçekleşmiş olup, yer değiştirmeler sırasıyla 466 cm, 362 cm ve 360 cm olmuştur (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 %95 güven elipsiyle Özkan vd.'nin yapmış olduğu çalışma sonucu hesaplanan yer değiştirmeler [22]

Li vd.'nin 2023 yılında yapmış olduğu çalışmada, 25 GPS istasyonuna ait veriler PRIDE PPP-AR yazılımı kullanarak değerlendirilmiş ve InSAR gözlemleri ile yapılan depremlerin kümülatif sismik defrormasyonları Şekil 1.8'de gösterilmiştir. İlk deprem için maksimum yer değiştirme 0.3 m ile güneybatı yönünde MLY1 istasyonunda; ikinci depremde ise en büyük yer değiştirme EKZ1 istasyonunda batı yönünde 4.4 m olduğu tespit edilmiştir. İlk deprem yaklaşık 280 km'lik, ikinci depremse yaklaşık 150 km'lik bir yüzey kırığı oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1.8 InSAR gözlemleri ile gözlemlenen 2023 Türkiye deprem dizisinin kümülatif sismik deformasyonu [21].

Barbaot vd.'nin 2023 yılında yaptıkları çalışmada, 51 CORS-TR istasyonu ve Türkiye'nin etrafındaki 17 sürekli istasyondan (bunlardan 12 adedi IGS ağına aittir), 3 Şubat ile 9 Şubat arasındaki tüm GNSS verileri GAMIT/GLOBK programı ile değerlendirilmiştir. Elbistan yakınlarındaki EKZ1 istasyonunda batıya doğru 4.4 m'ye kadar yer değiştirme hesaplanmıştır. İlk deprem sol yanal Doğu Anadolu Fayı'nın 310 km, ikinci deprem ise 150 km uzunluğunda yüzey kırılmasına neden olduğu tespit edilmiştir [23].

Özarpacı vd.'nin 2023 yılında yaptıkları çalışmada, ilk depremde ANTE istasyonunda maksimum deprem anı yer değiştirme 0.4 m iken, ikinci depremde gözlenen en büyük deprem anı yer değiştirme, ikinci depremin merkez üssüne yaklaşık 1.5 km uzaklıkta bulunan EKIZ (Ekinozu) istasyonunda 4.5 m olduğu görülmüştür [24].

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesi (TSI 04.17) ve Elbistan ilçesinde (TSI 13.24)'da sırasıyla Mw7.7 ve Mw7.6 büyüklüğünde gerçekleşen depremlerin deprem anı (co-seismic) ve yakın zaman deprem sonrası (post-seismic) etkilerinin GNSS ölçüleri ile araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, çalışma bölgesinde bulunan Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağına (TUSAGA-Aktif) ait 60 adet GNSS istasyonun 8 gün deprem öncesi ve 8 gün deprem sonrası verileri kullanılmıştır. Bu gözlem ağından elde edilen GNSS verileri hassas nokta konumlama tekniği ile çalışan çevrimiçi GNSS veri işleme için kullanılan CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning) ile değerlendirilmiş ve GNSS istasyonlarına ilişkin deprem anı ve deprem sonrası yer değiştirme parametreleri hesaplanmıştır. Ayrıca, deprem anı ve deprem sonrası yer değiştirme parametreleri kullanılarak bölgeye ilişkin gerinim parametreleri belirlenmiştir.

1.3 Hipotez

Bu çalışma ile,

- Kahramanmaraş depremlerinin deprem anı deformasyonları sürekli GNSS ölçüleri ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlara göre bölgede istatistiksel olarak anlamlı deformasyon etkileri belirlenmiş olacaktır,
- Kahramanmaraş depremlerinin yakın zaman deprem sonrası deformasyonları sürekli GNSS ölçüleri ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlara göre bölgede istatistiksel olarak anlamlı deformasyon etkileri belirlenmiş olacaktır,
- Kahramanmaraş depremlerinin deprem anı ve yakın zaman deprem sonrası deformasyon paremetrelerinden gerinim analizi yapılarak, bölgede istatistiksel olarak anlamlı gerinim parametreleri belirlenmiş olacaktır.

2
VERİ VE YÖNTEM

2.1 GNSS Ölçüleri

TUSAGA-Aktif Sistemi, TÜBİTAK'ın proje desteği ile 2006-2009 yıllarında tamamlanmış gerçek zamanlı konumlama bilgisi için sabit GNSS istasyonlarından ve kontrol merkezlerinden oluşan yer merkezli bir konumlama sistemidir [26].

TUSAGA-Aktif, 24 saat aralıksız olarak tüm istasyonlarda bir saniyelik aralıklarla verileri toplar ve Ankara'da bulunan merkezde kaydedilir [27]. Sabit GNSS istasyonlarının sürekli gözlem yapması ve yüksek hassasiyette veri elde edilebiliyor olması fay hatlarının izlenmesini ve deformasyonların daha doğru bir şekilde belirlenmesine de fayda sağlamaktadır [28]. İstasyonların konumları, tektonik plaka yer değiştirmelerini de gözlemleyebilmek için en iyi verileri elde edebilecek şekilde seçilmiştir [29]. Ülke genelinde 168 adet TUSAGA-Aktif istasyonu bulunmaktadır ve dağılımı Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları

2.1.1 TUSAGA-Aktif İstasyonları İle Yapılan Örnek Çalışmalar

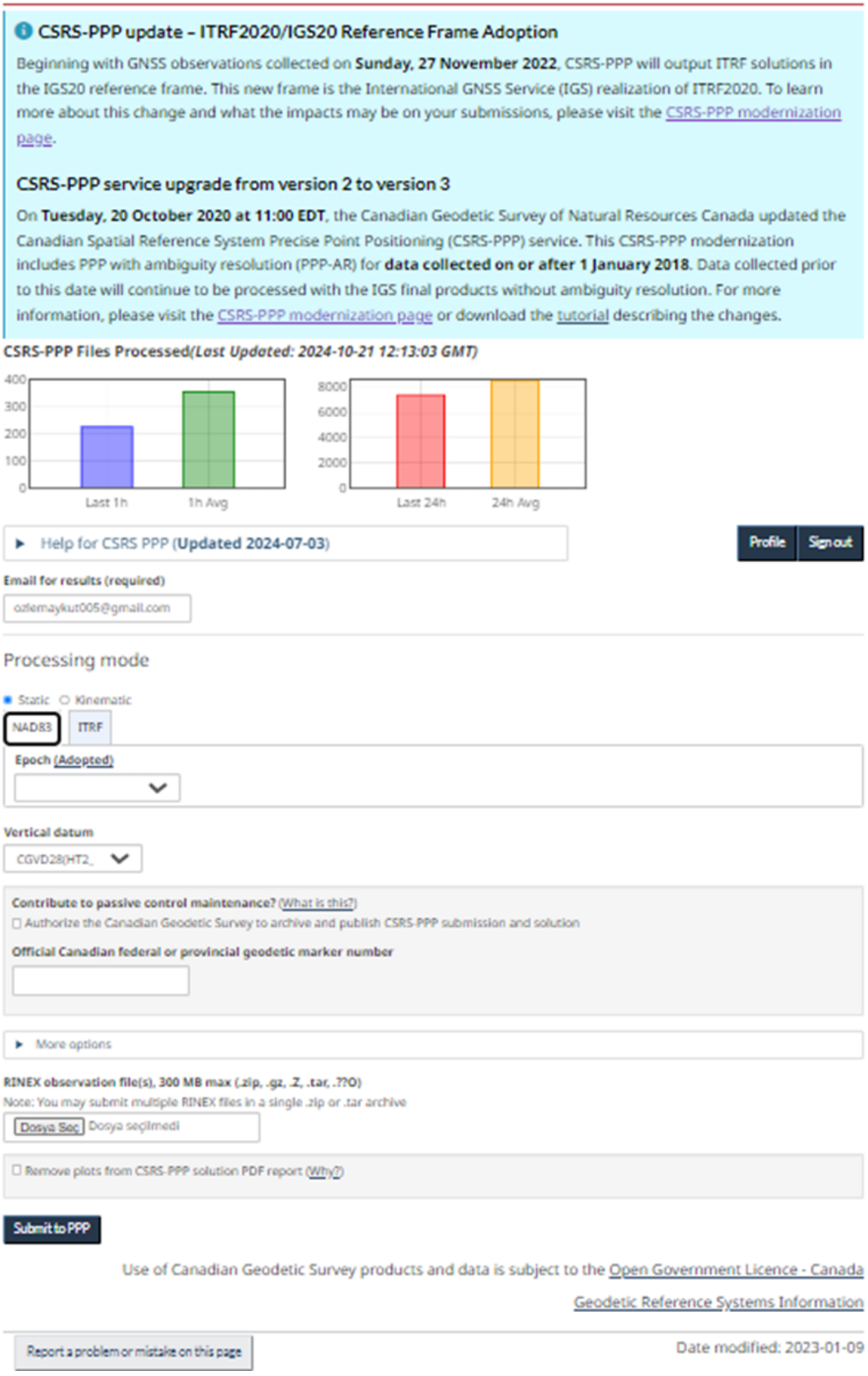
Elazığ ve çevresindeki illerde bulunan TUSAGA-Aktif istasyonlarında meydana gelen deformasyonları belirleyebilmek amacıyla Konakoğlu vd.'nin 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada, Elazığ ve çevresindeki illerde bulunan bazı istasyonlarla GNSS ağı oluşturulmuş ve değerlendirme işlemi yapılmıştır [30].

Çırmık'ın 2018 yılında yaptığı çalışmada, 24 Mayıs 2014 tarihinde Gökçeada açıkları Ege Denizi'nde Ml6.5 büyüklüğünde meydana gelen deprem ele alınmıştır. Deprem merkezine yakın olan 14 adet TUSAGA-Aktif sistemine ait GNSS istasyonlarından deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrasını içeren 13 günlük GPS verisi alınmış olup bu veriler çözümlenmiştir. İlgili depremin incelenen istasyonların tümünü etkilediği ve deformasyonlara neden olduğu tespit edilmiştir [31].

Baş vd.'nin 2024 yılında yaptıkları çalışmada, 30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizi'nde (Sisam Adası açıklarında) Mw6.9 büyüklüğünde meydana gelen depremi araştırılmıştır. Deprem etki alanında seçilen AYD1, CESM, DIDI, IZMI, KIKA ve SALH TUSAGA-Aktif istasyonlarında, bu deprem sonucunda herhangi bir kabuk deformasyonu olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma sonucunda depremden en çok etkilenen istasyonun CESM olduğu görülmüştür [32].

2.2 CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System Precise Point Positioning)-İnternet Tabanlı GNSS Yazılımı

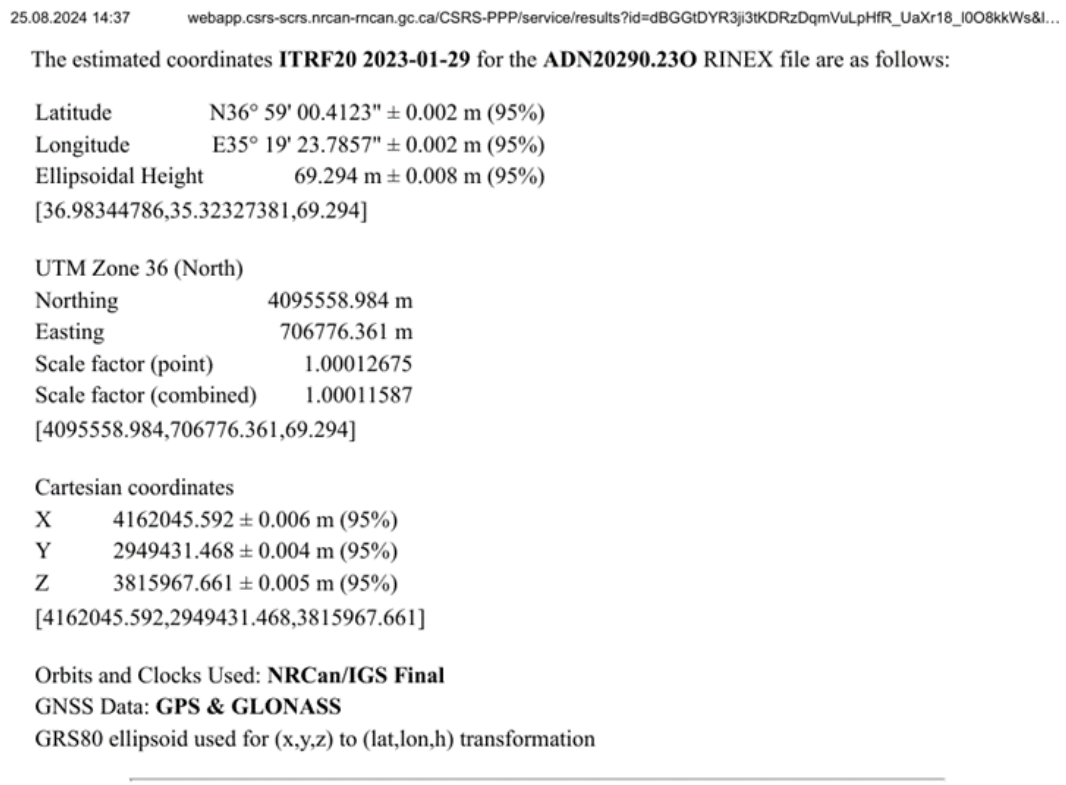
GNSS verilerinin işlenmesi ve koordinat bilgilerinin üretilmesi için günümüzde birçok ticari ve bilimsel yazılım mevcuttur. Ancak bu yazılımların kullanılabilmesi belirli bir uzmanlık seviyesi ve deneyimli personel gerektirmektedir. Bu yüzden günümüzde, kullanıcı dostu ve basit arayüzlü, yüksek doğrulukta nokta konumu belirleyebilen internet tabanlı online servisler geliştirilmiştir [33]. CSRS-PPP, (NRCan) Kanada Ulusal Kaynaklar Kurumu tarafından 2003 yılında geliştirilen ve hassas nokta konumlama tekniği ile çalışan ücretsiz ve çevrimiçi olarak kullanılan veri işleme merkezidir [34]. Bu uygulama en son 20 Ekim 2020 tarihinde güncellenmiştir. CSRS-PPP Kanada'daki (ve yurtdışındaki) GPS kullanıcılarının internet üzerinden tek bir alıcıdan GPS gözlemleri göndererek doğru konumlandırma elde etmelerini sağlar [35]. Bu servisi kullanabilmek için bir e-posta adresiyle üye olmak gerekmektedir. RINEX formatlı verilerle çalışan CSRS-PPP, tek ve ya çift frekanslı alıcılarla kinematik ve statik değerlendirme yapabilmektedir [36].



Şekil 2.2 CSRS-PPP servisinin arayüzü

Sonuçlar ITRF ya da NAD83 referans çerçevesinde üretilebilmektedir. CSRS-PPP verileri değerlendirdikten sonra, sonuçları görsel çıktılar ve genişletilmiş analiz

raporları ile birlikte kullanıcıya e-posta yoluyla göndermektedir. Sonuçlar içerisinde hem kısa hem de detaylı özet raporları mevcuttur [33].



25.08.2024 14:37 webapp.csrs-scrs.nrcan-rncan.gc.ca/CSRS-PPP/service/results?id=dBGGtDYR3ji3tKDRzDqmVuLpHfR_UaXr18_l0O8kkWs&l...

The estimated coordinates **ITRF20 2023-01-29** for the **ADN20290.23O** RINEX file are as follows:

Latitude N36° 59' 00.4123" ± 0.002 m (95%)
Longitude E35° 19' 23.7857" ± 0.002 m (95%)
Ellipsoidal Height 69.294 m ± 0.008 m (95%)
[36.98344786,35.32327381,69.294]

UTM Zone 36 (North)
Northing 4095558.984 m
Easting 706776.361 m
Scale factor (point) 1.00012675
Scale factor (combined) 1.00011587
[4095558.984,706776.361,69.294]

Cartesian coordinates
X 4162045.592 ± 0.006 m (95%)
Y 2949431.468 ± 0.004 m (95%)
Z 3815967.661 ± 0.005 m (95%)
[4162045.592,2949431.468,3815967.661]

Orbits and Clocks Used: **NRCan/IGS Final**
GNSS Data: **GPS & GLONASS**
GRS80 ellipsoid used for (x,y,z) to (lat,lon,h) transformation

Şekil 2.3 CSRS-PPP servisinden alınan rapor çıktı örneği

CSRS-PPP ve diğer web tabanlı değerlendirme servislerinin doğruluğunun araştırıldığı birçok çalışma olmuştur [37–41]. Aydın vd.'nin 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada GNSS–PPP (GNSS-Precise Point Positioning) tekniği ile elde edilen düşey yer değiştirmenin (çökme ya da yükselmenin) doğruluğu incelenmiştir. Çalışma sonucunda 4 saatlik gözlem süresi için 6 cm'lik bir düşey yer değiştirmenin yüzde 80 doğrulukla belirlenebileceğini görülmüştür. Bu büyüklüğün gözlem süresi arttıkça küçüldüğü tespit edilmiştir [42].

Malinowski ve Kwiecien'nin 2016 yılında yapmış olduğu çalışmada, Otomatik Hassas Konumlandırma Servisi (APPS), CSRS-PPP, GNSS Analiz ve Konumlandırma Yazılımı (GAPS) ve magicPPP - Hassas Nokta Konumlandırma Çözümü (magicGNSS) servisleri kullanılarak 1 ila 7 saat arasında süren gözlemlerden mutlak konum belirleme doğruluğunun karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda en az iki saat süren ölçümlerden 2-4 cm doğruluğunda mutlak konum elde edildiği tespit edilmiştir [40].

Alkan vd.'nin 2017 yılında yapmış oldukları çalışmada, online GNSS değerlendirme servisleri ile ekonomik ve kolay bir şekilde, pek çok ölçme

uygulamasına yeterli olacak doğruluklarla konum belirlemenin mümkün olduğu gösterilmiştir [43].

Wanas ve Alhamadani'nin 2019'da yapmış olduğu çalışmada, İran'da bulunan TEHN istasyonuna ait sekiz yıllık GNSS ham verileri CSRS-PPP ve OPUS ile işlenerek değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda her iki GNSS çevrimiçi veri işleme hizmetinin istasyon hızlarını tahmin etmek için güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır[38].

Şimşek vd.'nin 2019 'da yapmış olduğu çalışmada, internet tabanlı çevrimiçi değerlendirme servislerinin tektonik uygulamalarda kullanılabilirliği ve doğruluk performanslarının ölçülmesi amaçlanmış olup bu amaç doğrultusunda 23 Ekim 2011'de gerçekleşen Van depremi incelenmiştir. Çevrimiçi değerlendirme servislerinin tektonik çalışmalarda kullanılabilecek şekilde yüksek doğruluklarının bulunduğu tespit edilmiştir [39].

Abdallah ve Agag'ın 2022 yılında yaptıkları bir çalışmada, Mısır'daki 32 ESA (Egyptian Surveying Authority)-CORS ağı ve çevresindeki altı uluslararası GNSS servisi (IGS)-CORS'un üç ardışık gözlem günü için CSRS-PPP servisini kullanmanın güvenilirliğini araştırmış olup ESA-CORS istasyonlarından elde edilen PPP çözümünün, ESA-CORS istasyonlarından elde edilen çözüme göre yatayda iki kat, yükseklik yönünde ise dört kat daha iyi olduğunu gözlemlemişlerdir [37].

Özbulat vd'nin 2022 yılında yapmış olduğu çalışmada, 8 adet TUSAGA-Aktif istasyonu kullanılarak 24 saatlik veriler GAMIT/GLOBK bilimsel yazılımı ve çevrimiçi değerlendirme yazılımı olan CSRS-PPP ile değerlendirilmiştir. GAMIT-GLOBK ile yapılan değerlendirme sonuçları doğru kabul edilerek CSRS-PPP yazılımından elde edilen sonuçlar ile karesel ortalama hata hesabı yapılmıştır. Ayrıca ölçü süresinin konum doğruluğu üzerine etkisi Eckl vd. 2001 çalışması ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür [41].

3
PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ

Yer yüzeyi, tektonik olaylar, yeraltı ve yer üstü su seviyelerindeki değişimler, toprak kayması gibi olaylarla yatay ve düşey yönde deformasyona uğramaktadır. Bu deformasyonların tespit edilmesi ve analizinin yapılması özellikle barajlar, nükleer tesisler, viyadükler, heyelan bölgeleri gibi kritik mühendislik yapılarının güvenliğinin sağlanması açısından önemlidir. Deformasyon analizinde statik, kinematik ve dinamik matematiksel modellerden faydalanılmaktadır [44], [45]. Ayrıca deformasyon izleme çalışmalarında; GNSS (Küresel Konumlama Sistemleri) [46],[25], klasik ölçü sistemleri (total station, nivelman), InSAR (Uydu Radar Interferometrisi) [2] gibi teknolojiler kullanılır ve elde edilen konum verileri, zaman serileri analizi, istatistiksel testler gibi yöntemlerle değerlendirilerek deformasyonun varlığı, yönü, büyüklüğü ve karakteri belirlenir. Bu süreçlerin doğru şekilde yürütülmesi, hem yapısal güvenliğin sağlanması hem de erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

3.1 Uyuşum Testi

İki ölçme döneminde ve belli bir alanın içinde yer alan noktalarda deformasyonun anlamlılığını belirlemek amacıyla bu test yapılmaktadır. İki periyotta deformasyonun anlamlı olup olmadığını tespit etmek için eşlenik olan ağlarda, t_1 ve t_2'de yapılmış olan ölçmelerde bulunan l_1 ve l_2 ölçüleri, k_1 ve k_2 ise kestirim değerini ifade eder. Dengeleme modeli,

$$\begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & 0 \\ 0 & A_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{bmatrix} \tag{3.1}$$

$$Cll = \sigma_o^2 \begin{bmatrix} Q_{11} & 0 \\ 0 & Q_{22} \end{bmatrix} \tag{3.2}$$

şeklinde ve

yer değiştirme eşitliği:

$$d = k_2 - k_1 \tag{3.3}$$

yer değiştirmelerin kofaktör matrisi :

$$Q_{dd} = Q_{k_1 k_1} + Q_{k_2 k_2} \tag{3.4}$$

olarak tanımlanır.

Bu periyotlarda deformasyonun anlamsız olduğunu anlatan H_0 hipotezi; karşı hipotez olarak deformasyon bulunduğunu bildiren H_k hipotezi oluşturulur

$$H_0 : E(d) = 0 \tag{3.5}$$

$$H_k : E(d) \neq 0 \tag{3.6}$$

$$R = d^t Q_{dd}^{+} d \tag{3.7}$$

olmak üzere, (Q_{dd}^{+}, Q_{dd} yer değiştirmelerinin kofaktör matrisinin pseudo inversini ifade eder).

Test büyüklüğü;

$$T = \frac{R/h}{\Omega/f} = \frac{d^t Q_{dd}^{+} d}{h S_0^2} \sim F(h, f) \tag{3.8}$$

Ω, düzeltmelerin kareleri toplamı, F: F-(Fisher) testi olmak üzere,

T test büyüklüğü, F test büyüklüğünden büyük ise H_0 hipotezi reddedilir ve deformasyon anlamlıdır yorumu yapılabilir. T test büyüklüğü, F test büyüklüğünden küçükse H_0 hipotezi kabul edilerek deformasyonun anlamsız olduğu yorumu yapılabilir [47, 48].

3.2 Yer Değiştirme Değerlerinin Hesaplanması

Deformasyon büyüklükleri yer değişim vektörü olarak tanımlanan matrisin oluşturulmasıyla hesaplanır. Gözlem ağında yer alan noktaların t_1, t_2 zamanlarındaki yer değişimi ve uzunluğu;

$$d = \begin{bmatrix} x_{t_2} - x_{t_1} \\ y_{t_2} - y_{t_1} \end{bmatrix} \tag{3.9}$$

$$d = \sqrt{d^T d} \tag{3.10}$$

eşitliğiyle hesaplanır [36].

3.3 Gerinim (strain) Analizi

Jeodezide gerinim, koordinat eksenlerinin deformasyonlarını açıklamak için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Gerinim değeri x-y yönündeki artış ve azalışın ilk koordinatlara bölünmesiyle hesaplanır [45] .

Ölçülerden veya dengelenmiş jeodezik ağ koordinatlarından, gerinim tensörünün ve elemanlarının belirlenmesine yönelik birçok yöntem geliştirilmiş olup bu yöntemler,

a - Jeodezik nokta çevresinde oluşan gerilimlerin sonsuz küçük olduğu varsayımına dayanan yöntem,

b - Sonlu elemanlar yöntemi,

olmak üzere iki farklı temel üzerine kurulmuştur. GNSS ölçmeleriyle konum belirlemede, yatay konum doğruluğu ile yüksekliğin doğrulukları farklı olduğundan, genellikle üç boyutlu gerinim tensör elemanları yerine iki boyutlu yatay gerilme tensör elemanları belirlenmektedir [49].

Bu elemanlar;

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} e_{xx} & e_{xy} \\ e_{yx} & e_{yy} \end{bmatrix} \tag{3.11}$$

e_{xx} =x eksenindeki değişim

e_{yy} =y eksenindeki değişim

e_{xy} =kesme gerilmesidir (shear strain).

Datumdan bağımsız olan gerinim elemanlarını belirlemek için baz uzunluğu oranını kullanılabilir [50].

$$\varepsilon = \frac{S' - S}{\Delta t.S} \tag{3.12}$$

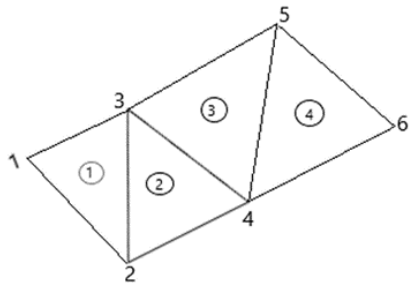
S' =Değişen uzunluk

S= Asıl uzunluk

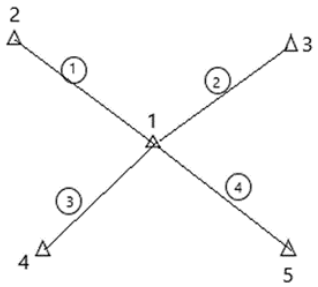
Δt =Zaman aralığını ifade eder.

$$\varepsilon = e_{xx}cos^2t + e_{xy}sin2t + e_{yy}sin^2t \tag{3.13}$$

Gerinim tensör elemanlarını hesaplamak için iki ayrı yöntem vardır. Başlangıçta seçilen alana üçgenleme işlemi yapılır ve gerinim tensör elemanları elde edilir (Şekil 3.1). İkinci olarak ise bir noktadan diğer noktalara en az üç adet olacak şekilde bağlantı kurularak yapılan dengeleme sonucu (Şekil 3.2) gerinim elemanları hesaplanır .



Şekil 3.1 Alan Üçgenlemesi



Şekil 3.2 Üç nokta ile Dengeleme

Gerinim elemanları;

$$L = \begin{bmatrix} d_x \\ d_y \end{bmatrix} \tag{3.14}$$

$$A = \begin{bmatrix} x & y & 0 & y & 1 & 0 \\ 0 & x & y & -x & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3.15}$$

$$X = \begin{bmatrix} e_{xx} \\ e_{xy} \\ e_{yy} \\ \omega \\ t_x \\ t_y \end{bmatrix} \tag{3.16}$$

$$L = A.X \tag{3.17}$$

eşitliği ile bulunabilir.

Bu eşitlikte; L ölçü matrisini ifade eder. En küçük kareler yöntemiyle dengeleme yapılarak gerinim elemanlarını içeren bilinmeyenler vektörü olan X matrisini hesaplamak için ölçü matrisi ile A katsayılar matrisi kullanılır. Hesaplanan gerinim elemanlarıyla maksimum asal (ε_{max}), minimum asal (ε_{min}) ve maksimum gerinim yönü (φ) hesaplanır [36].

Genleşme (ortalama gerinim);

$$\varepsilon_{mean} = \frac{1}{2}\left(e_{xx} + e_{yy}\right) \tag{3.18}$$

Saf Kesme;

$$\varepsilon_{pure} = \frac{1}{2}\left(e_{xx} - e_{yy}\right) \tag{3.19}$$

Basit Kesme;

$$\varepsilon_{simple} = \frac{1}{2}\left(e_{xy} + e_{yx}\right) \tag{3.20}$$

Toplam Kesme;

$$\varepsilon_{shear} = \sqrt{\varepsilon_{pure}^2 + \varepsilon_{simple}^2} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{(e_{xx} - e_{yy})^2 + (e_{xy} + e_{yx})^2}\right) \tag{3.21}$$

Maksimum Asal Gerinim;

$$\varepsilon_{max} = \frac{1}{2}\left(e_{xx} + e_{yy} + \sqrt{(e_{xx} - e_{yy})^2 + 4\varepsilon_{simple}^2}\right) = \varepsilon_{mean} + \varepsilon_{shear} \tag{3.22}$$

Minimum Asal Gerinim;

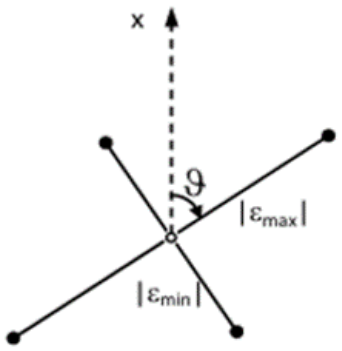
$$\varepsilon_{min} = \frac{1}{2}\left(e_{xx} + e_{yy} - \sqrt{(e_{xx} - e_{yy})^2 + 4\varepsilon_{simple}^2}\right) = \varepsilon_{mean} - \varepsilon_{shear} \tag{3.23}$$

Maksimum Asal Gerinim Yönü;

$$\varphi = \frac{1}{2} atan\left(\frac{2\varepsilon_{simple}}{e_{xx} - e_{yy}}\right) = \frac{1}{2} atan\left(\frac{\varepsilon_{simple}}{\varepsilon_{pure}}\right) \tag{3.24}$$

[45].

ε_{max} en büyük değişimi gösterirken, ε_{min} ise en küçük uzunluk değişimidir.

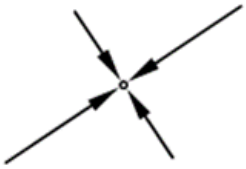


Şekil 3.3 Asal Gerinim Elemanları

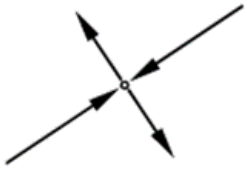
Herhangi bir bileşenin negatif işareti büzülmeyi, pozitif işareti ise ilgili yönde uzamayı gösterir [45].



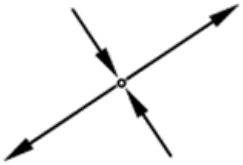
ε_{max} , ε_{min} >0



ε_{max} , ε_{min} <0



ε_{max}<0, ε_{min} >0



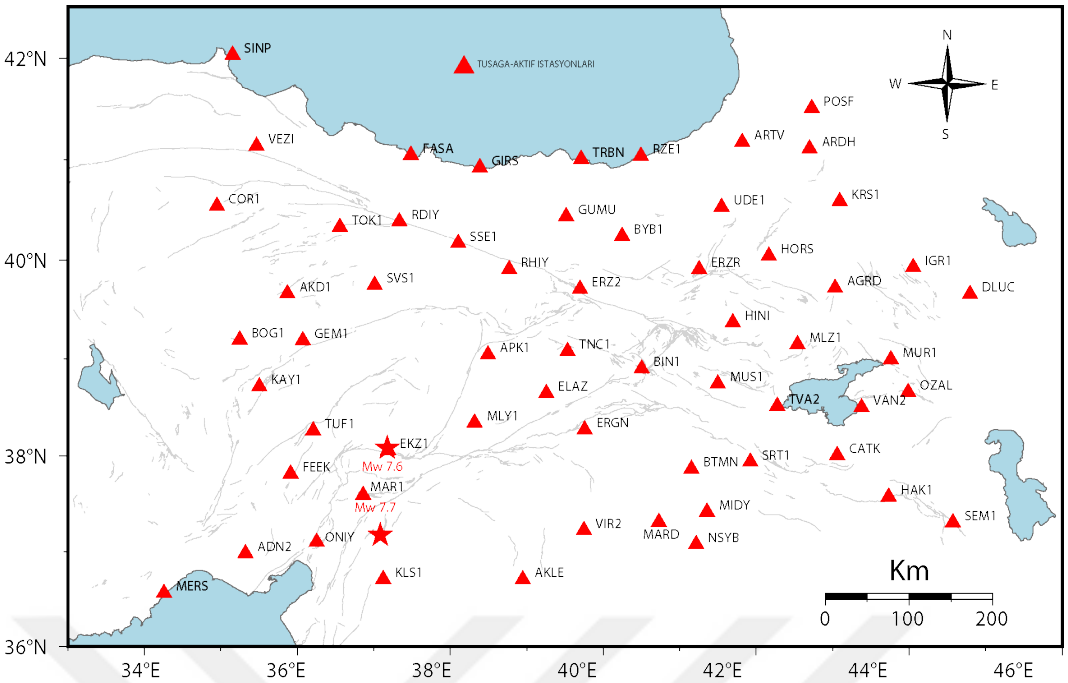
ε_{max}>0, ε_{min} <0

4
UYGULAMA

Bu çalışmada, web tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme servisi olan CSRS-PPP ile 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık (Mw7.7 TSİ 04.17) ve Elbistan (Mw7.6 TSİ 13.24) (2023 yılı 37. GNSS günü) depremlerinin değerlendirilmesi ve bu depremlerin sonucu bölgede meydana gelen deprem anı ve yakın zaman deprem sonrası deformasyonun ve gerinim parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada iki depremin birlikte ve ayrı ayrı değerlendirilmesi planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda iki depremin birlikte değerlendirilmesi için Kahramanmaraş ve çevresinde yer alan TUSAGA-Aktif ağına ilişkin 60 GNSS istasyonu, ilk deprem için 58 GNSS istasyonu ve 2. deprem için 58 GNSS istasyonuyla gözlem ağı oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Oluşturulan gözlem ağlarına ait depremden 8 gün öncesi ve depremden 8 gün sonrasının RINEX verileri CSRS-PPP çevrimiçi yazılımı kullanılarak değerlendirme işlemi yapılmıştır (Şekil 4.1).



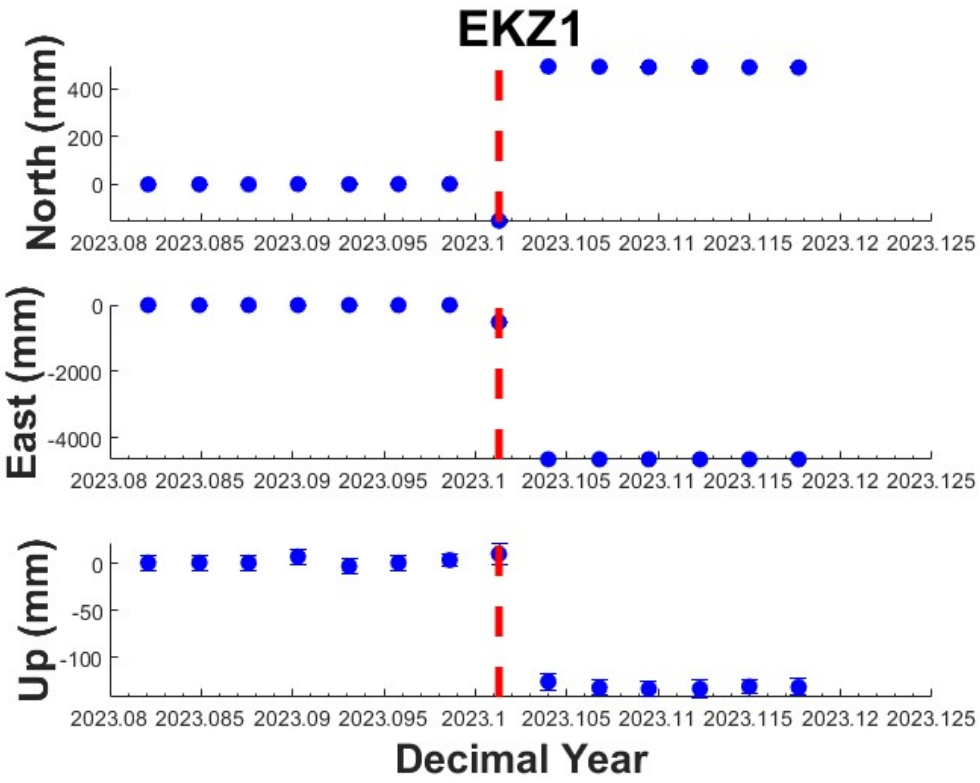
Şekil 4.1 Deprem günü ve uygulamada kullanılan GPS günleri



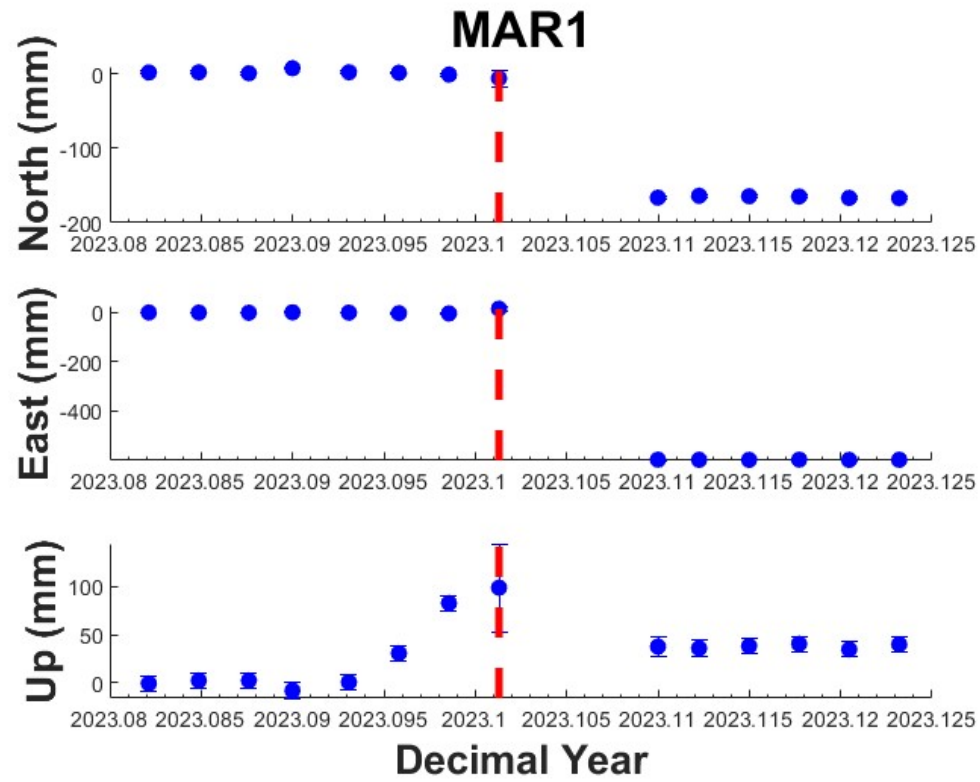
Şekil 4.2 Çalışmada Kullanılan GNSS İstasyonları

4.1 GNSS Ölçülerinin CSRS-PPP ile Değerlendirilmesi

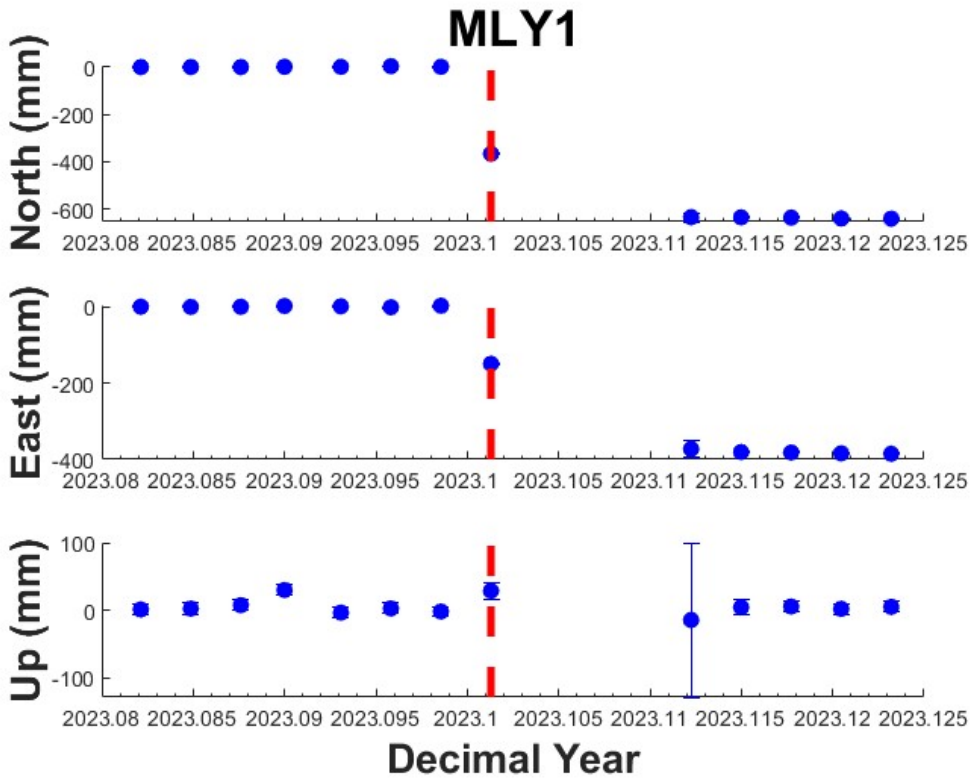
Bu çalışmada CSRS-PPP servisi ile iki depremin birlikte incelenmesi için 60 istasyon, ilk deprem için 58 istasyon ve ikinci deprem için 58 istasyona ait deprem öncesini kapsayan 8 gün ve deprem sonrasını kapsayan 8 günlük veriler kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. İstasyonlarından RINEX formatında alınan veriler çevrimiçi servise yüklenmiştir. Yükleme aşamasında bildirilen e-posta adresine uygulama tarafından koordinat çözümleri iletilmiştir. Elde edilen çözümler kullanılarak ilgili istasyonlara ait zaman serileri çizilmiştir. CSRS-PPP ile yapılan değerlendirmeler sonucu; kuzey-güney, doğu-batı ve düşey koordinat birleşenlerinin zamana bağlı değişimlerini görmek için EKZ1, MAR1 ve MLY1 istasyonlarına ait zaman serileri çizilerek Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te gösterilmiştir. Uygulama alanında yer alan istasyonların zaman serileri EK A'da gösterilmektedir.



Şekil 4.3 EKZ1 istasyonuna ait iki depremin birlikte incelenerek oluşturulan zaman serisi



Şekil 4.4 MAR1 istasyonuna ait iki depremin birlikte incelenerek oluşturulan zaman serisi



Şekil 4.5 MLY1 istasyonuna ait iki depremin ayrı ayrı incelenerek oluşturulan zaman serisi

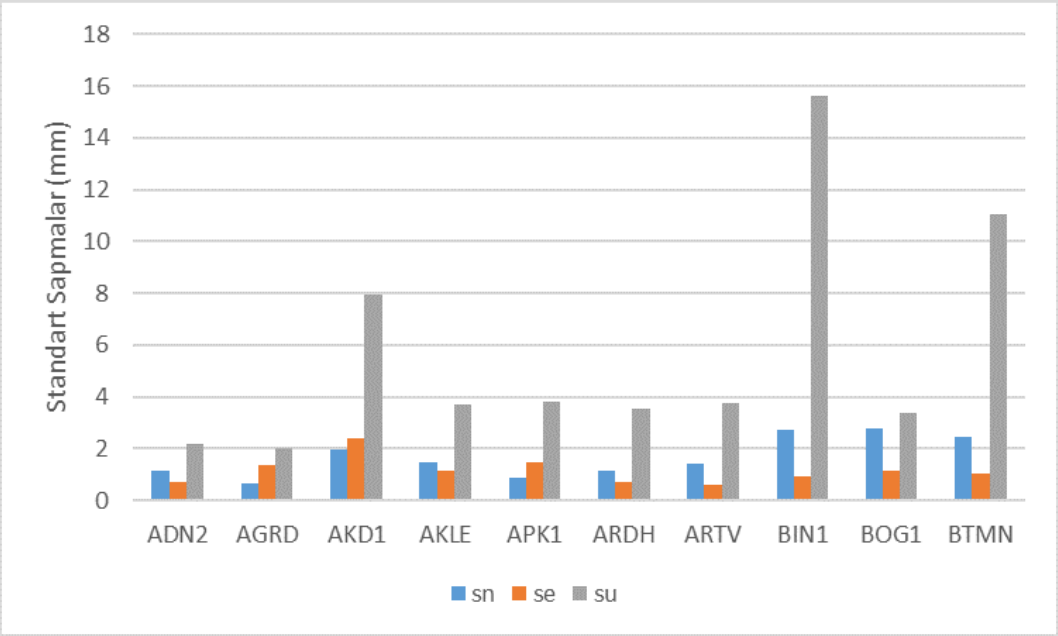
4.1.1 Deprem Öncesi İçin Tekrarlılık Analizi

CSRS-PPP çevrimiçi değerlendirme servisi ile elde edilen sonuçlarla deprem öncesi 7 günlük tekrarlılık analizi yapılmıştır. Bu analiz, tez kapsamında kullanılan istasyonlara ait ölçüm sonuçlarının doğruluğunun araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu değerler Şekil 4.6-Şekil 4.11 gösterilmektedir.

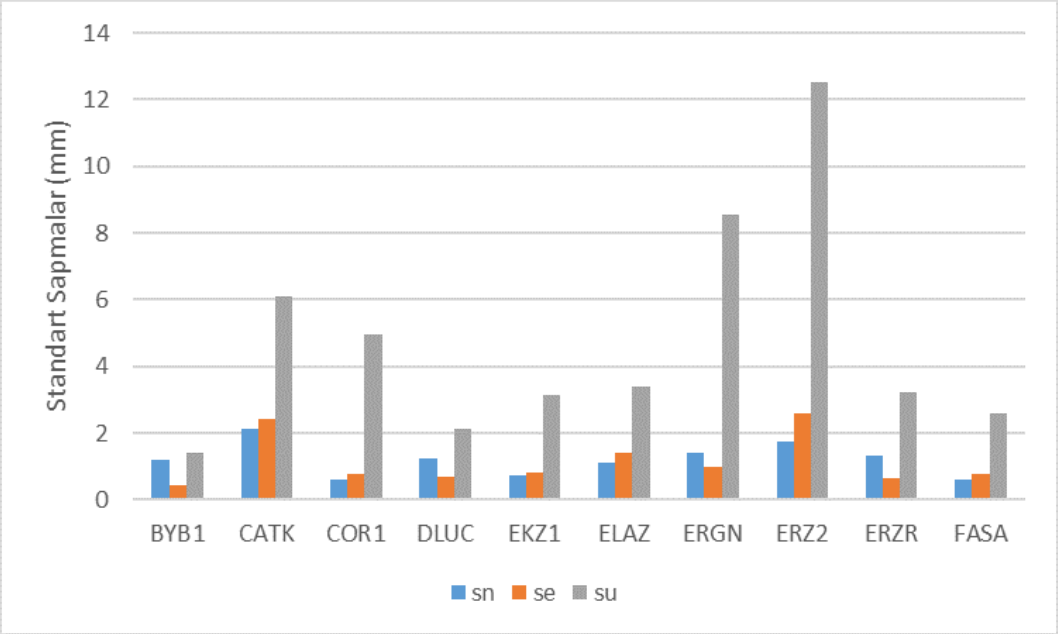
Şekil 4.6'deki değerlendirme sonuçlarına göre K-G bileşenlerde 0.24 mm ile 3.11 mm, D-B bileşenlerinde 0.31 mm ile 3.35 mm, yukarı bileşende ise 0.48 mm ile 32.26 mm aralığında doğruluk değerleri hesaplanmıştır. K-G yönünde en yüksek değer 3.11 mm ile KLS1 istasyonunda, en düşük değer ise 0.24 mm ile SVS1 istasyonunda belirlenmiştir. D-B yönünde en yüksek değer 3.35 mm ile FEEK istasyonunda, en düşük değerse 0.31 mm ile HORS istasyonunda belirlenmiştir.

Tüm değerlendirme sonuçlarına göreyse; K-G yönünde en yüksek değer 3.11 mm ile KLS1, en düşük değer 0.24 mm ile SVS1 istasyonunda tespit edilmiştir. D-B yönünde en yüksek değer 3.35 mm ile FEEK, en düşük değer 0.31 mm ile HORS istasyonunda tespit edilmiştir. Bu analize göre düşük çıkan değerler için günlük koordinatlar arasındaki farkın az olduğu yani ölçüm sonuçlarının doğruluğunun yüksek olduğu yorumu yapılabilmektedir. Örneğin SVS1 istasyonu için hesaplanan tekrarlılık analizinin sonucunda nokta konum belirleme doğruluğunun yüksek,

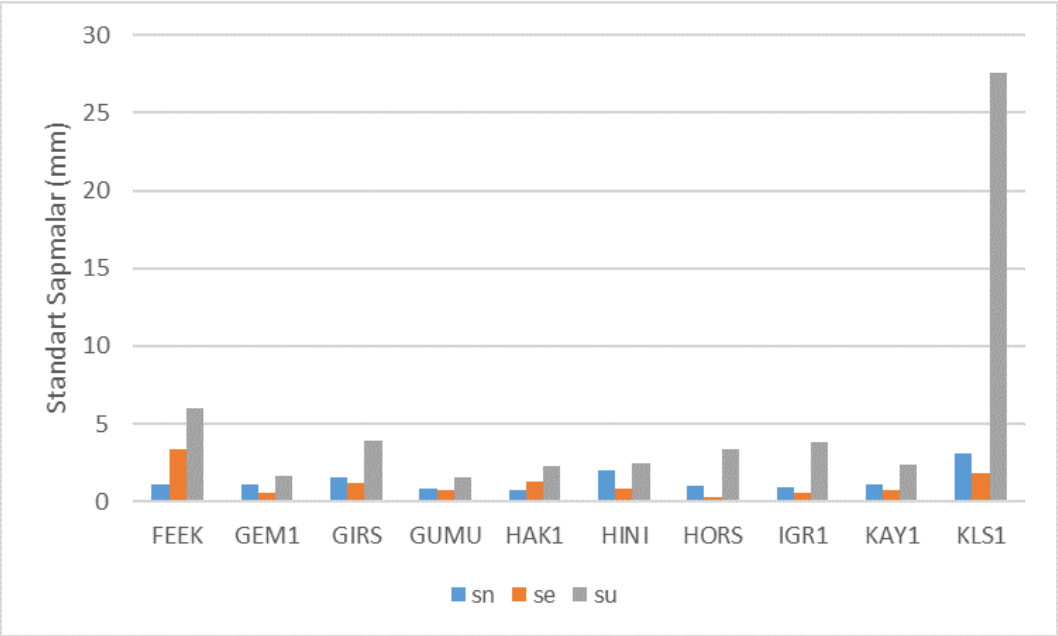
FEEK istasyonu içinse düşük olduğu yorumu yapılmaktadır.



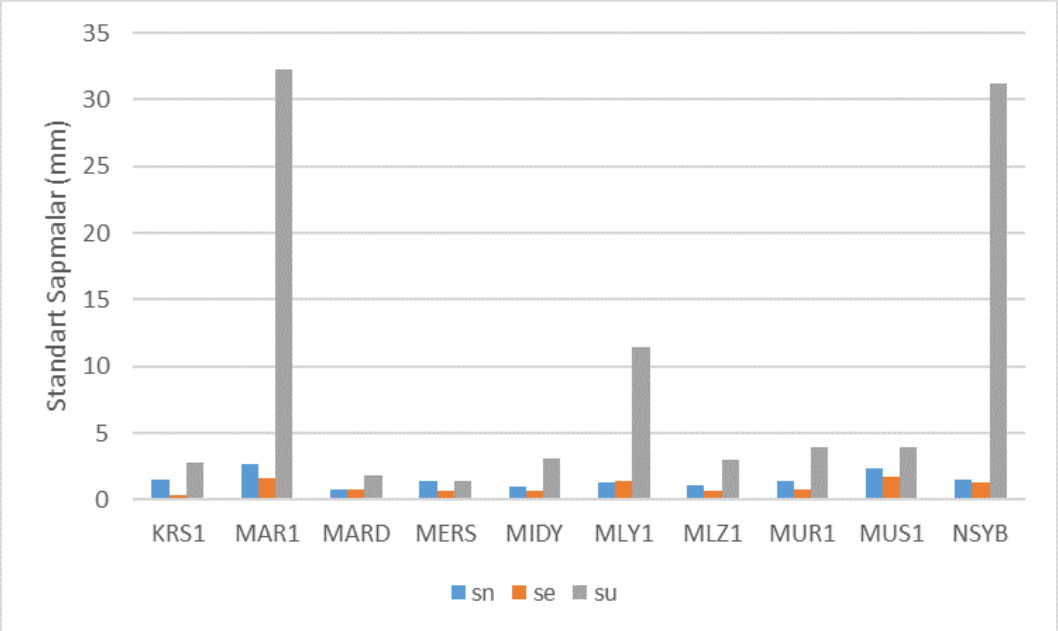
Şekil 4.6 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-1



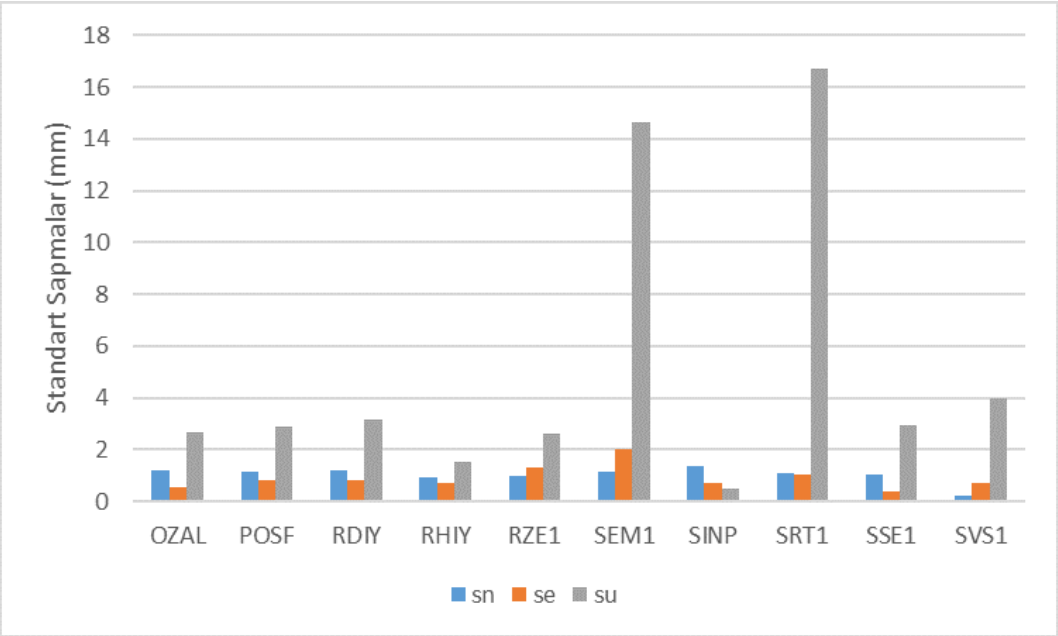
Şekil 4.7 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-2



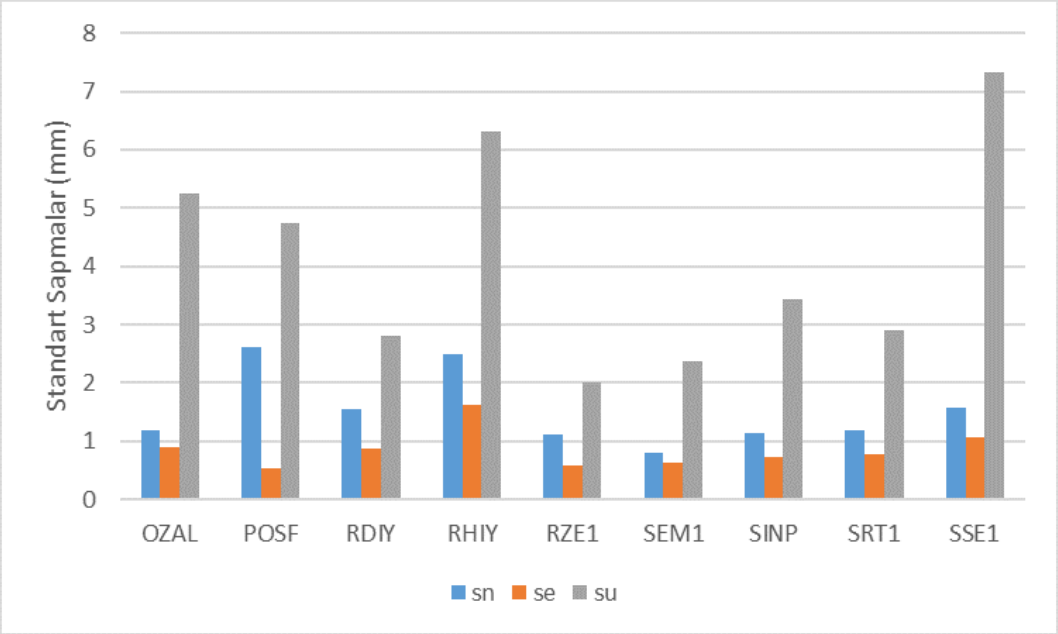
Şekil 4.8 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-3



Şekil 4.9 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-4



Şekil 4.10 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-5



Şekil 4.11 Deprem Öncesi Tekrarlılık Analiz Grafiği-6

4.2 Yerdeğiştirme Değerlerinin Belirlenmesi

4.2.1 Deprem Anı(Co-seismic) Yer Değiştirmelerinin Belirlenmesi

Uygulamadan alınan sonuçlarla, herhangi bir i istasyonunun x_i (kuzey ve güney doğrultusu) ve y_i (doğu ve batı doğrultusu) koordinatlarının farkları:

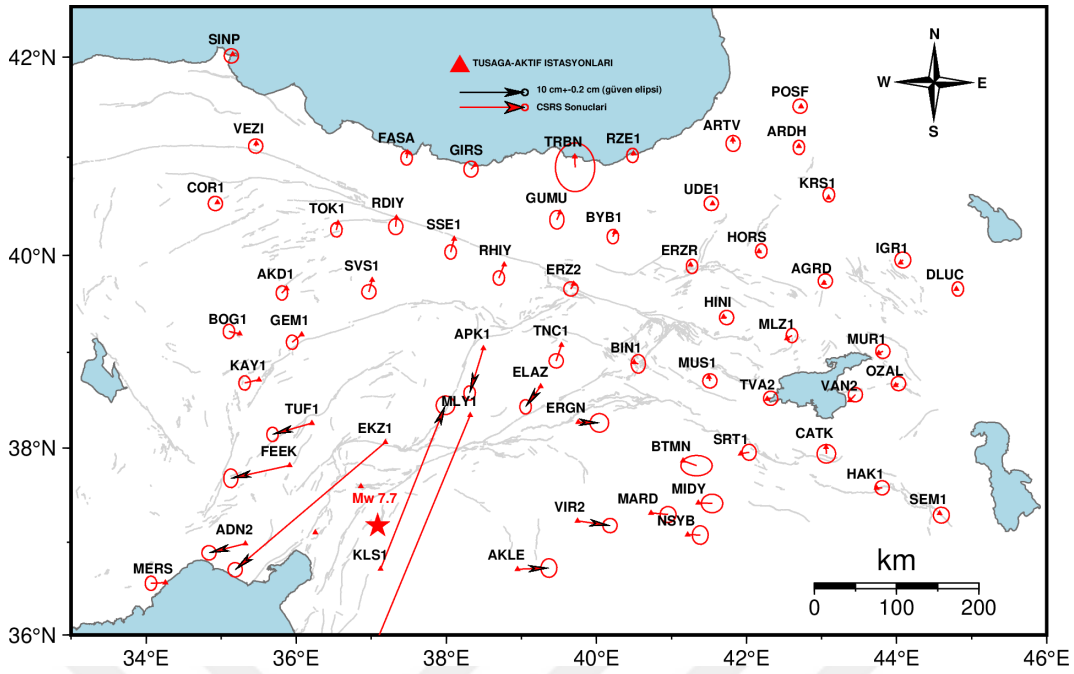
$$dx_i = x_{(t_2)} - x_{(t_1)} \tag{4.1}$$

$$dy_i = y_{(t_2)} - y_{(t_1)} \tag{4.2}$$

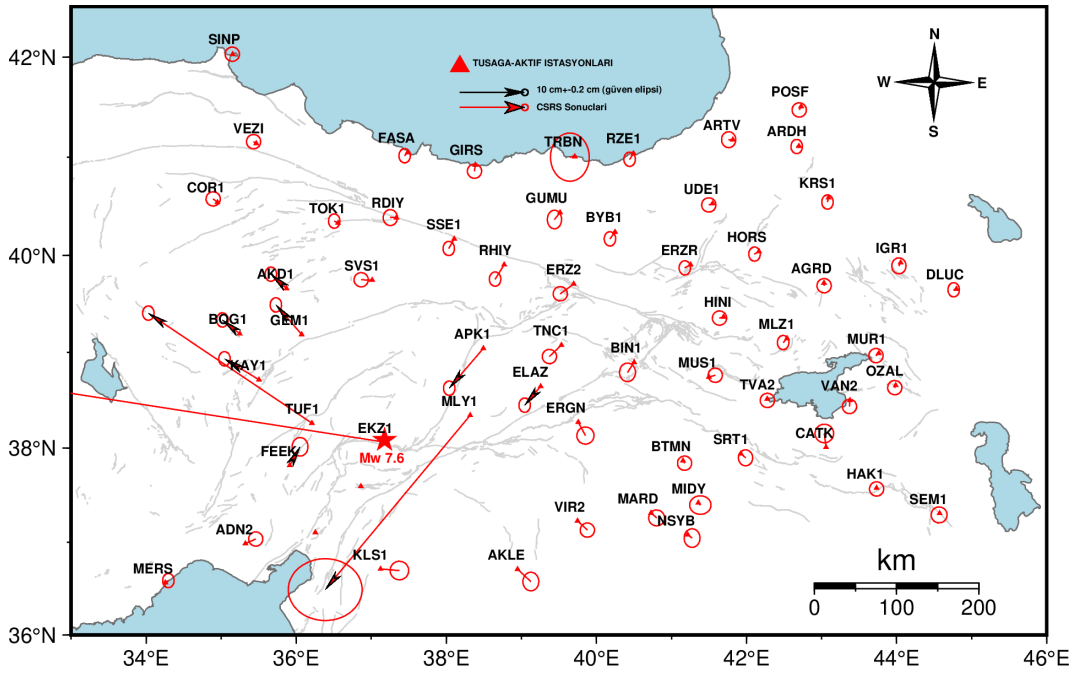
eşitliğiyle hesaplanmış olup, istasyonlar için deprem anı kuzey-güney ve doğu-batı yönündeki yer değiştirmeler tespit edilmiştir. Eşitlikte t_1 deprem öncesini ve t_2 deprem sonrasını ifade etmektedir. t_2: 2023 yılının 38. GPS günü ve t_1: 2023 yılının 36. GPS günü olarak tanımlanır. 6 Şubat 2023 yılında meydana gelen deprem 37. GPS gününe denk gelmektedir.

CSRS-PPP yazılımında iki depremin birlikte yapılan değerlendirme sonuçlarına göre kuzey-güney doğrultusunda en büyük yer değiştirme 63.523 ± 1.910 cm ile MLY1 istasyonunda, doğu batı doğrultusunda en büyük yer değiştirme ise -464.703 ± 0.283 cm ile EKZ1 istasyonunda meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca doğu-batı yönünde MAR1 istasyonunda -59.359 ± 0.361 cm yer değiştirme ve kuzey-güney yönünde ise EKZ1 istasyonunda 49.148 ± 0.361 cm yer değiştirme meydana gelmiştir. Bu iki deprem gerçekleştikleri saatlere göre RINEX formatında ayrılmış olup değerlendirme işlemi tekrar yapılmıştır. Yapılan değerlendirme işlemi sonucunda ilk deprem için hesaplanan doğu-batı doğrultusunda en büyük yer değişimi -23.088 ± 0.447 cm ile EKZ1 istasyonunda, kuzey-güney doğrultusunda ise -36.733 ± 0.447 cm ile MLY1 istasyonunda olduğu görülmüştür. İkinci depremin değerlendirme işlemleri incelendiğinde ise doğu-batı doğrultusunda en büyük yer değişimi -441.615 ± 0.447 cm ve kuzey-güney doğrultusunda ise 68.736 ± 0.447 cm ile EKZ1 istasyonunda olduğu görülmüştür (Şekil 4.12, 4.13, 4.14).

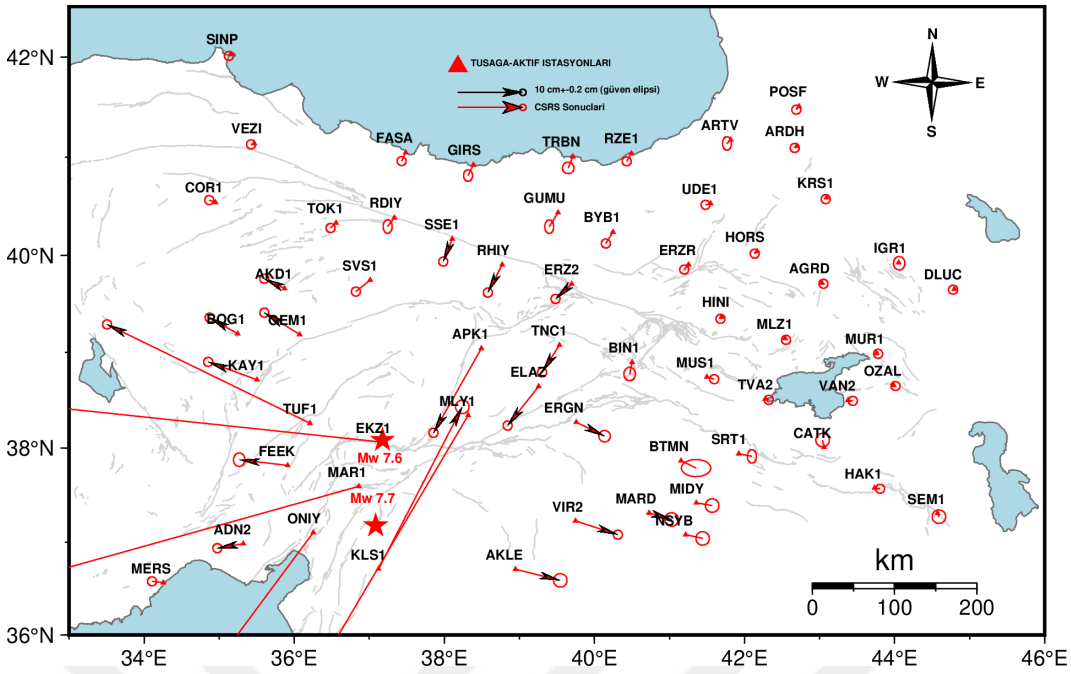
Bu iki depremin merkez üslerinden uzaklaştıkça meydana gelen yer değiştirme büyüklüğünün azaldığı görülmektedir. Örneğin, AGRD, DLUC, HAK1, MUR1, TOK1 gibi merkez üslerine uzak kalan istasyonlar gibi.



Şekil 4.12 İlk deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita

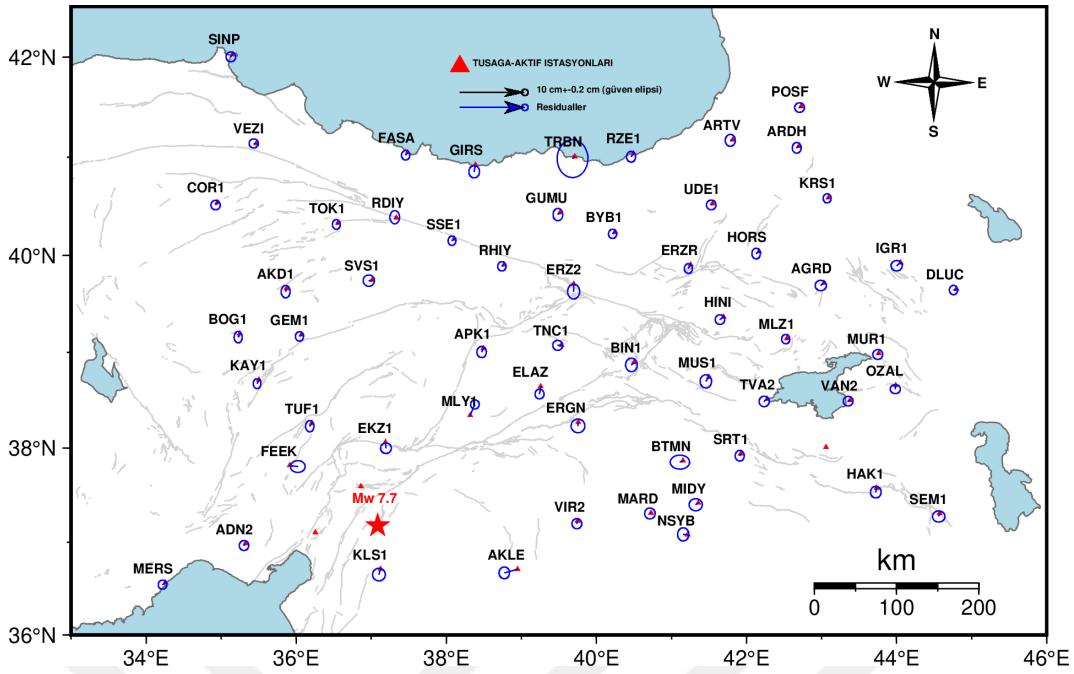


Şekil 4.13 İkinci deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita

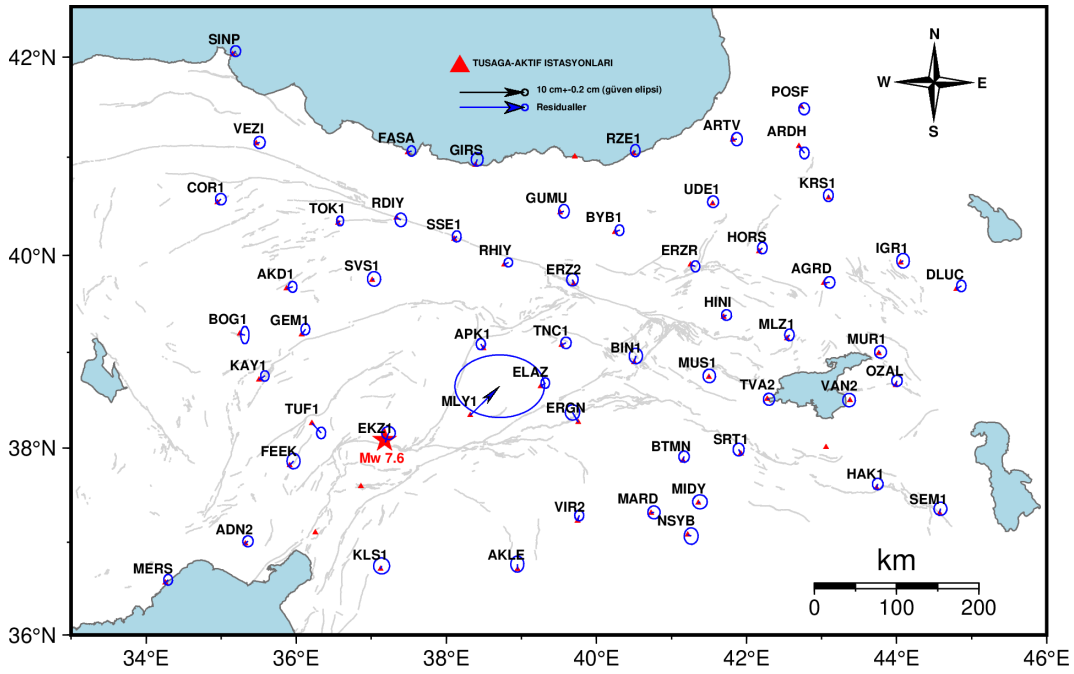


Şekil 4.14 İki deprem için CSRS-PPP ile hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita

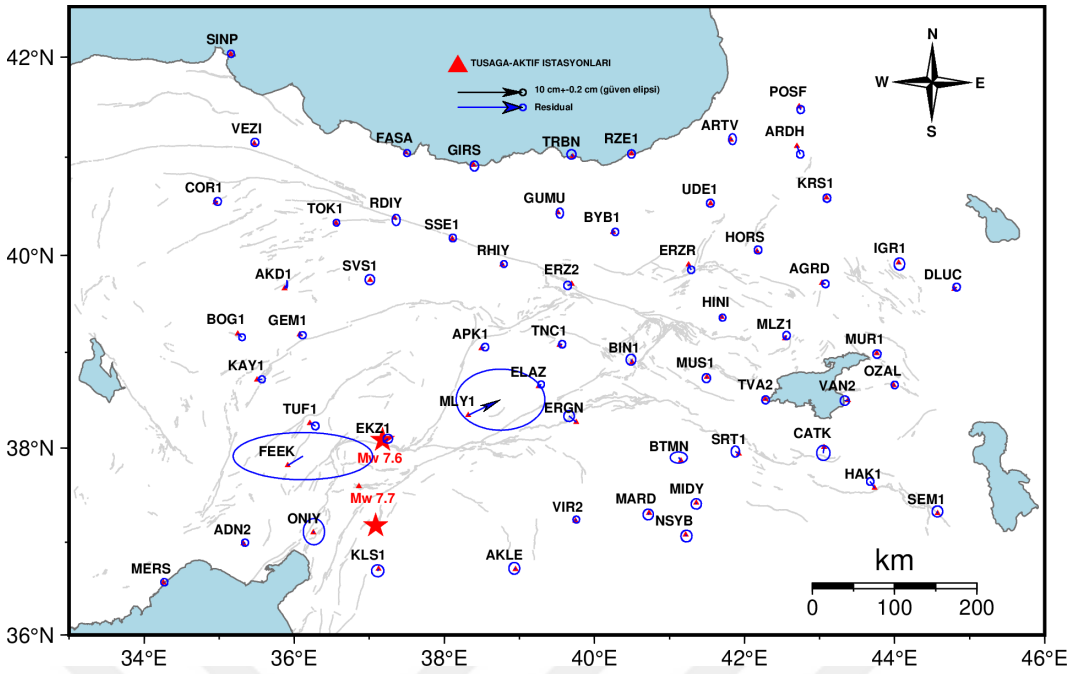
Son olarak CSRS-PPP ile yapılan değerlendirme sonucu elde edilen yer değiştirme büyüklükleri Ergintav S. vd.'nin 2024 yılında yapmış oldukları çalışmada GAMIT/GLOBK ile yaptıkları değerledirme sonucu elde edilen yer değiştirme değerleriyle karşılaştırılmış ve aradaki fark vektör olarak Şekil 4.15, 4.16, 4.17 gösterilmiştir [25]. CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile yapılmış olan değerlendirme sonuçlarıysa Tablo B.1, B.2, ve B.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.15 İlk deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita



Şekil 4.16 İkinci deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita



Şekil 4.17 İki deprem için GAMIT ve CSRS-PPP farkları alınarak hesaplanan deprem anı yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elipslerini gösteren harita

4.2.2 Deprem Anı Yer Değiştirmelerinin Anlamlılık Testi

Helmert dönüşümü yapılarak deprem öncesi ve sonrasındaki koordinatlar iki ayrı sistem olarak düşünülmüş ve dönüşüm sonrasında öteleme, dönüklük ve ölçek parametreleri hesaplanmıştır. Bu parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı test edilmiştir. Bu sayede istasyonlardaki konum değişimlerinin anlamlı olup olmadığı anlaşılmıştır [51].

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + (1+k) \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \tag{4.3}$$

t_x, t_y, t_z öteleme parametreleri, $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ dönüklük parametreleri ve k ölçek faktörünü göstermektedir. Deprem öncesi (36.GNSS günü) ve deprem sonrası (38.GNSS günü) koordinat değerleri kullanılarak parametre değerleri hesaplanmıştır.

Bu dönüşüm için en küçük kareler yöntemi (4.4) ve (4.5)'teki denklemler ile yapılır.

$$\begin{bmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & -Z & Y & X \\ 0 & 1 & 0 & Z & 0 & -X & Y \\ 0 & 0 & 1 & -Y & X & 0 & Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \\ \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ k \end{bmatrix} \tag{4.4}$$

l+V=Ax

$$\begin{bmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X' - X \\ Y' - Y \\ Z' - Z \end{bmatrix} \tag{4.5}$$

V_x, V_y, V_z düzeltme vektörü, A katsayılar matrisi ve x parametre vektörünü ifade eder.

Yapılan işlemler sonucu yer değiştirmenin anlamsız olduğunu anlatmak için H_0, anlamlı olduğunu anlatmak içinse H_1 hipotezi oluşturulur.

$$H_0 : E(l) = 0 \tag{4.6}$$

$$H_1 : E(l) \neq 0 \tag{4.7}$$

$$T_i = \frac{\left|V_i\right|}{S_0 \sqrt{Q_{V_i V_i}}} \sim \tau_f \tag{4.8}$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{n - u}} \tag{4.9}$$

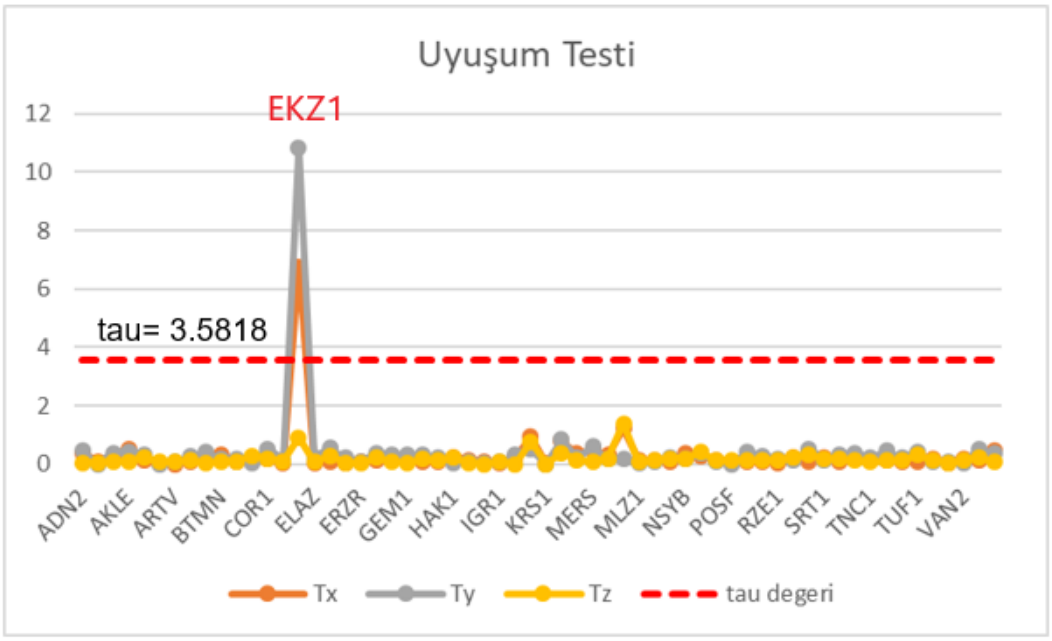
$$\tau_{f,1-\alpha_{0/2}} = \sqrt{f F_{1,f-1,1-\alpha_0} / (f - 1 + F_{1,f-1,1-\alpha_0})} \tag{4.10}$$

$Q_{V_i V_i}$ düzeltme vektörünün kofaktör matrisini, S_0 birim ağırlığı standart sapmasını, T_i test değerini ve $\tau_{f,1-\alpha_{0/2}}$ tau değerini gösterir.

$T_i < \tau_{f,1-\alpha_{0/2}}$ ise H_0 hipotezi kabul edilir, yani deformasyonlar anlamsızdır yorumu yapılır. $T_i > \tau_{f,1-\alpha_{0/2}}$ ise H_0 hipotezi reddedilir ve anlamlı bir deformasyon vardır

yorumu yapılır.

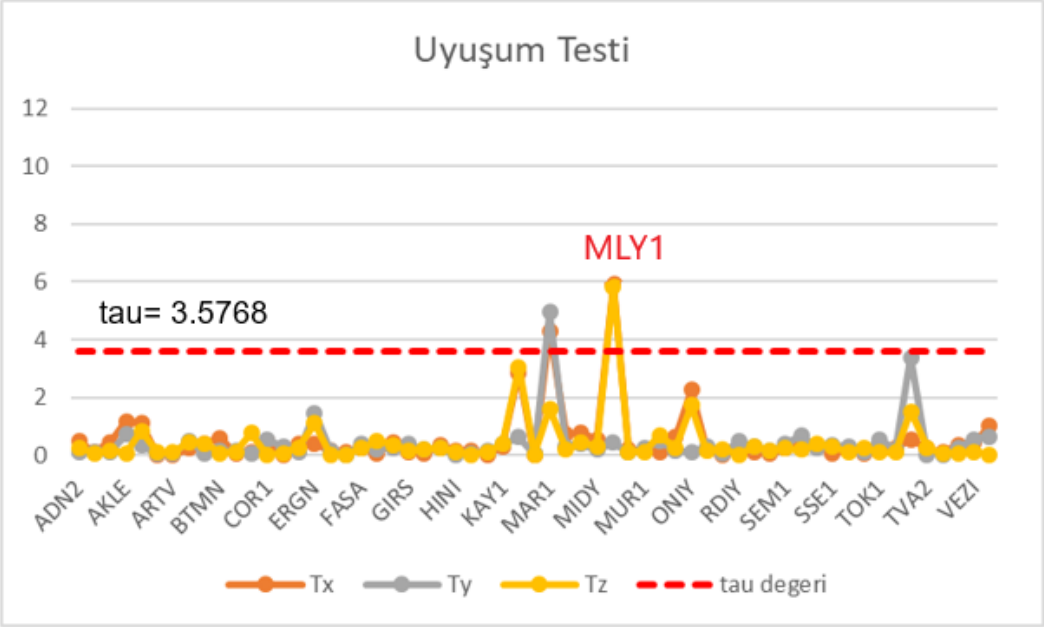
Tablo B.4'de gösterilen 1. testte, hesaplanan tau değerine göre (3.5818) EKZ1 istasyonu UYUŞUMSUZ çıkmıştır. EKZ1 istasyonunda deprem anında meydana gelen yer değişimi anlamlıdır (Şekil 4.18).



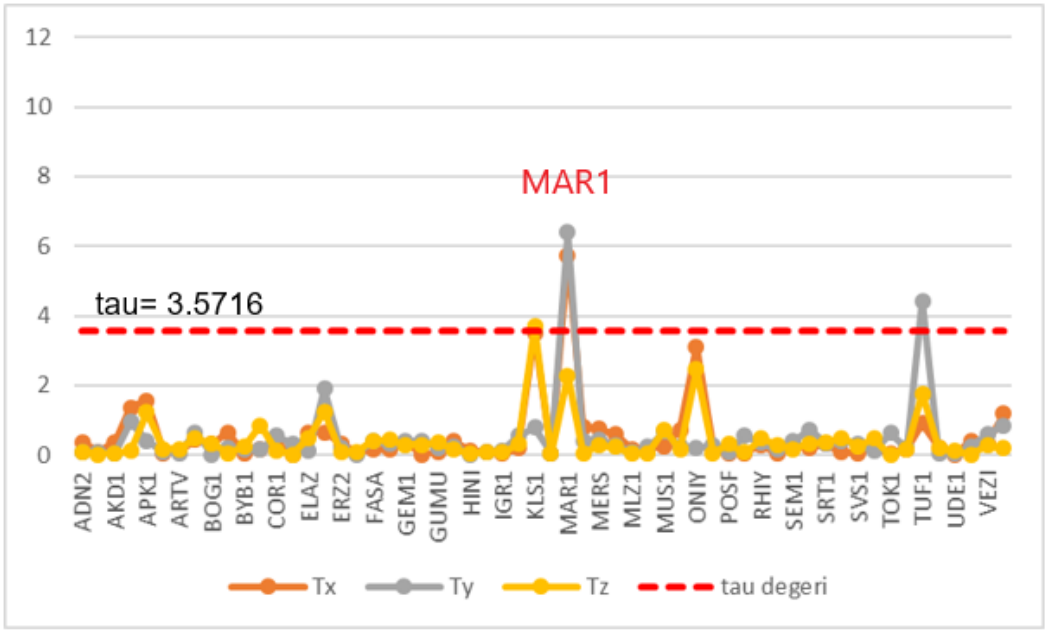
Şekil 4.18 Uyuşum Testi-1

Uyuşumsuz çıkan EKZ1 istasyonu veri setinden çıkarılarak tekrar uyuşum testi yapılmıştır. 2. testin sonucunda ise MLY1 istasyonu uyuşumsuz çıkmış ve bu istasyondaki yer değişiminin anlamlı olduğu yorumlanmıştır (Şekil 4.19, Tablo B.5).

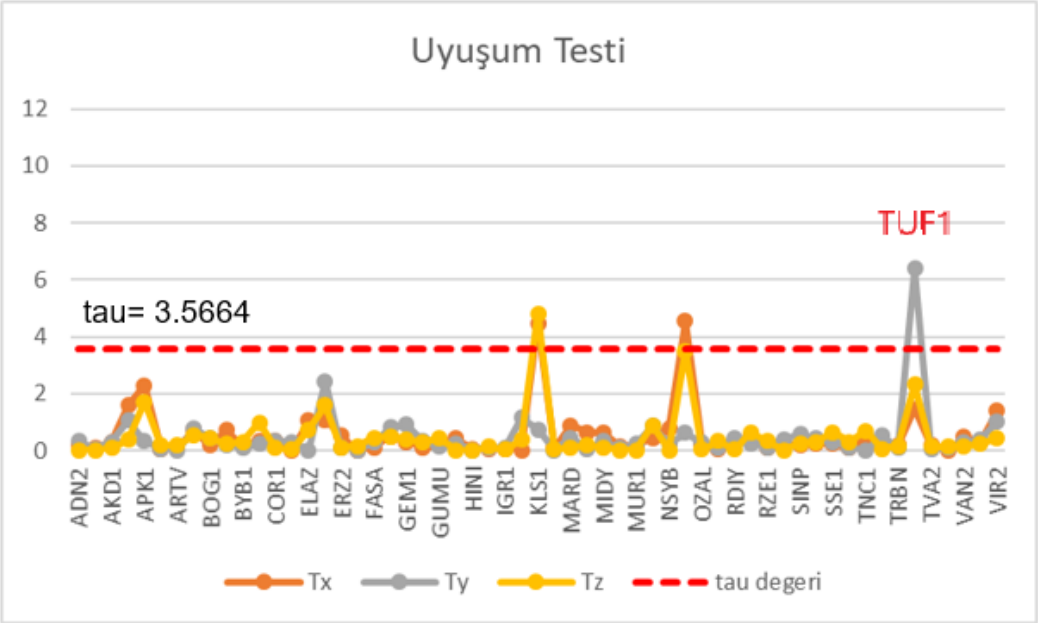
Tüm sonuçlar uyuşumlu çıkana kadar bu testler yapılmaya devam edilmiş olup 9. testte tüm değerler uyuşumlu sonuçlanmıştır (Tablo 4.26) . Test sonuçları Tablo 4.18 - Tablo 4.26 arasında gösterilmiştir.



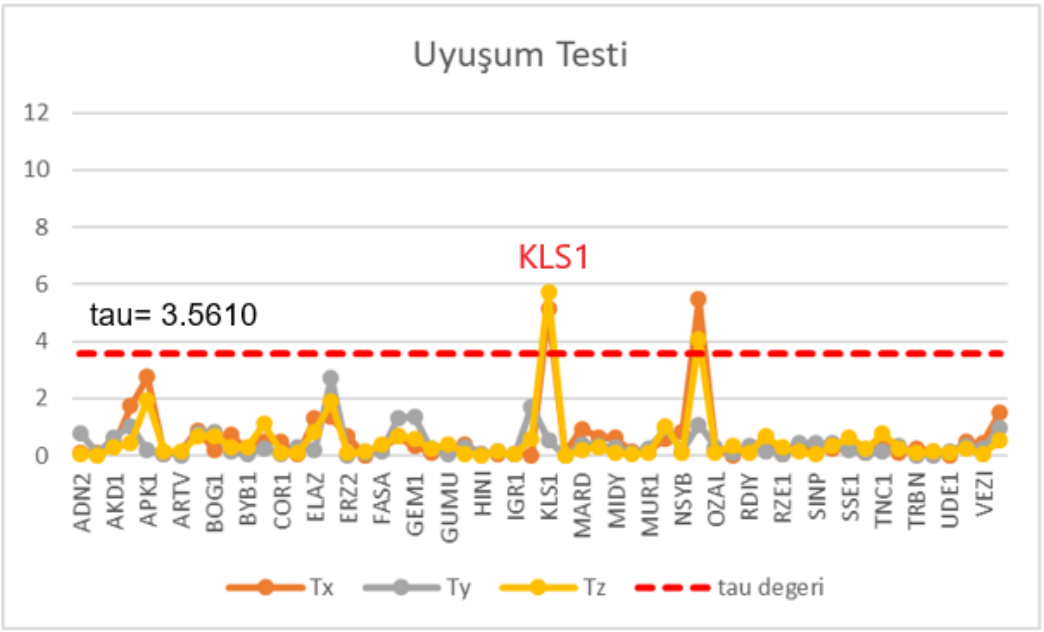
Şekil 4.19 Uyuşum Testi-2 (EKZ1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



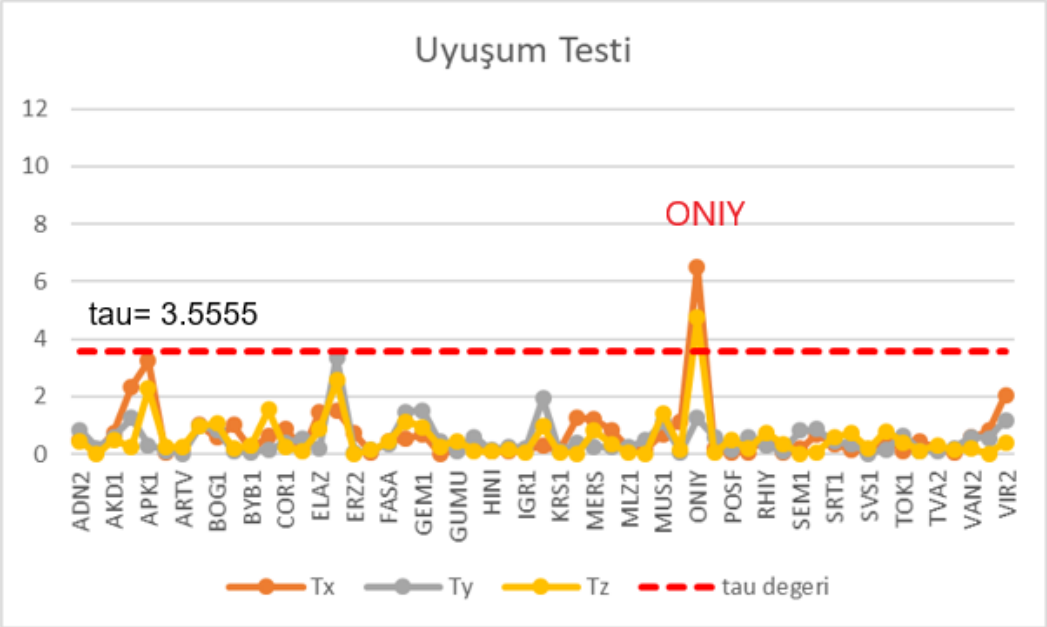
Şekil 4.20 Uyuşum Testi-3 (MLY1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



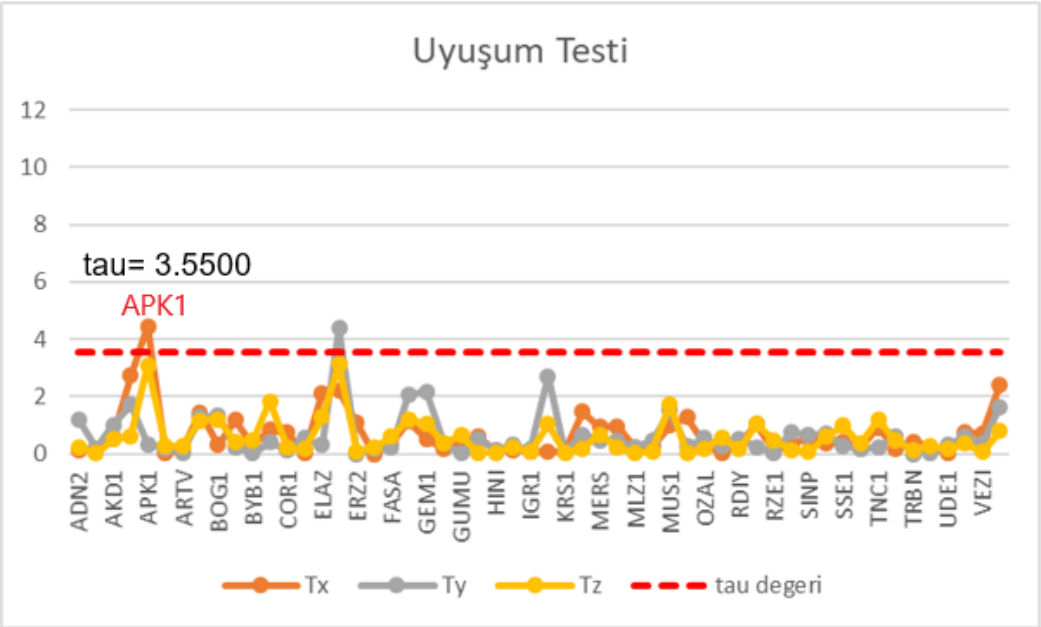
Şekil 4.21 Uyuşum Testi-4 (MAR1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



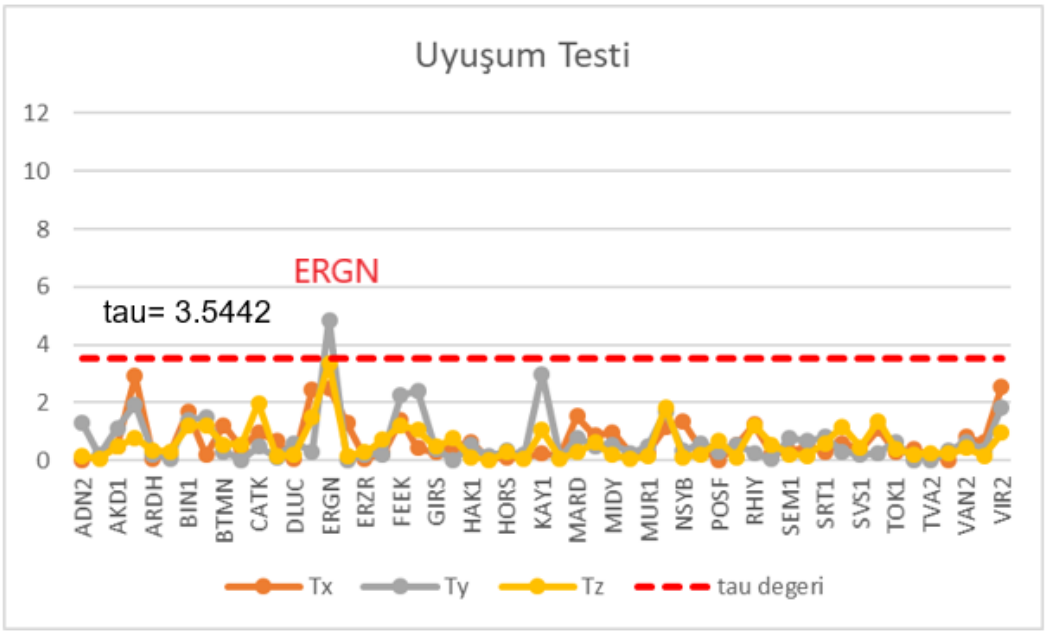
Şekil 4.22 Uyuşum Testi-5 (TUF1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



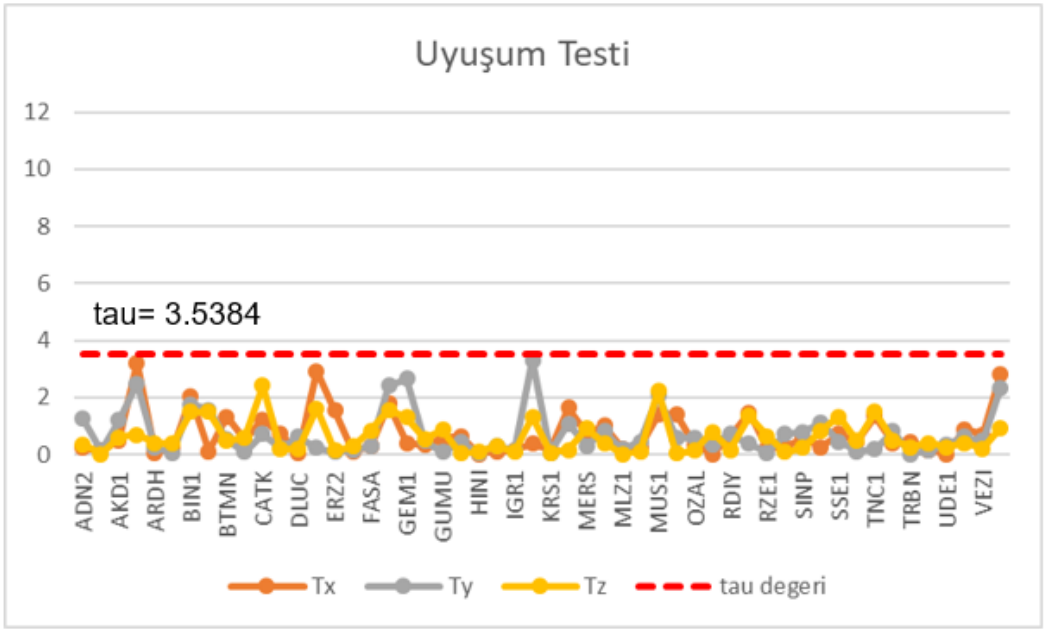
Şekil 4.23 Uyuşum Testi-6 (KLS1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



Şekil 4.24 Uyuşum Testi-7 (ONIY istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



Şekil 4.25 Uyuşum Testi-8 (APK1 istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)



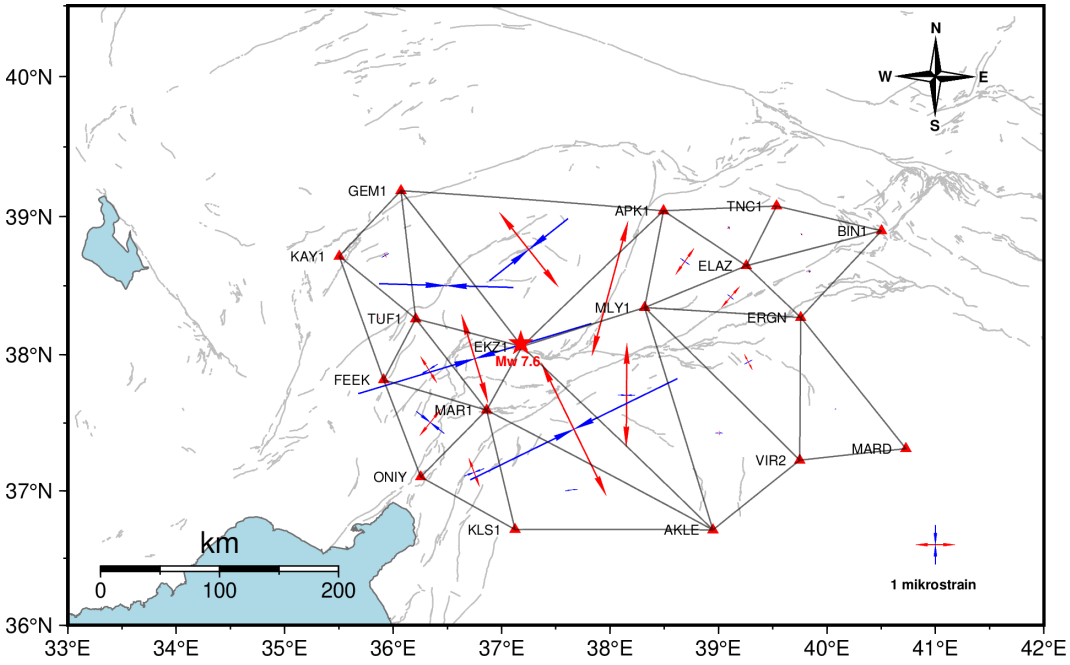
Şekil 4.26 Uyuşum Testi-9 (ERGN istasyonu çıkarıldıktan sonra test değerleri gösterilmiştir.)

4.2.3 Deprem Anı (Co-seismic) Gerinim Elemanlarının Belirlenmesi

Bu uygulamada kullanılmış olan TUSAGA-Aktif istasyonlarından elde edilen verilerin CSRS-PPP ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen verilerle iki boyutlu gerinim analizi yapılmıştır. İki boyutlu gerinim analizi için depremin meydana geldiği merkez üsleri ve bölgede yer alan fay hatları dikkate alınarak delaunay

yöntemine göre bölgede üçgenleme işlemi yapılmıştır. Bölüm 3'te anlatılan gerinim analizi formüllerine göre iki deprem birlikte ve ayrı olacak şekilde gerinim parametreleri hesaplanmış olup Tablo-4.1, Tablo-4.2 ve Tablo-4.3 ve Şekil 4.27, 4.28 ve 4.29'da gösterilmektedir.

İki depremin birlikte ele alınarak hesaplanan gerinim elemanları incelendiğinde en büyük gerinim ve sıkışmanın fay hattına ve merkez üslerine yakın olan AKLE-MAR1-EKZ1 üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 5.6896x10^{-5}strain$, $\varepsilon_{min} = -8.8446x10^{-5}strain$) olduğu, minimum asal gerinimin ise merkez üssünden uzakta bulunan ERGN-VIR2-MARD üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 7.5097x10^{-8}strain$, $\varepsilon_{min} = -3.6447x10^{-7}strain$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo-4.1, Şekil 4.27).



Şekil 4.27 İki depremin toplamı için hesaplanan gerinim büyüklükleri

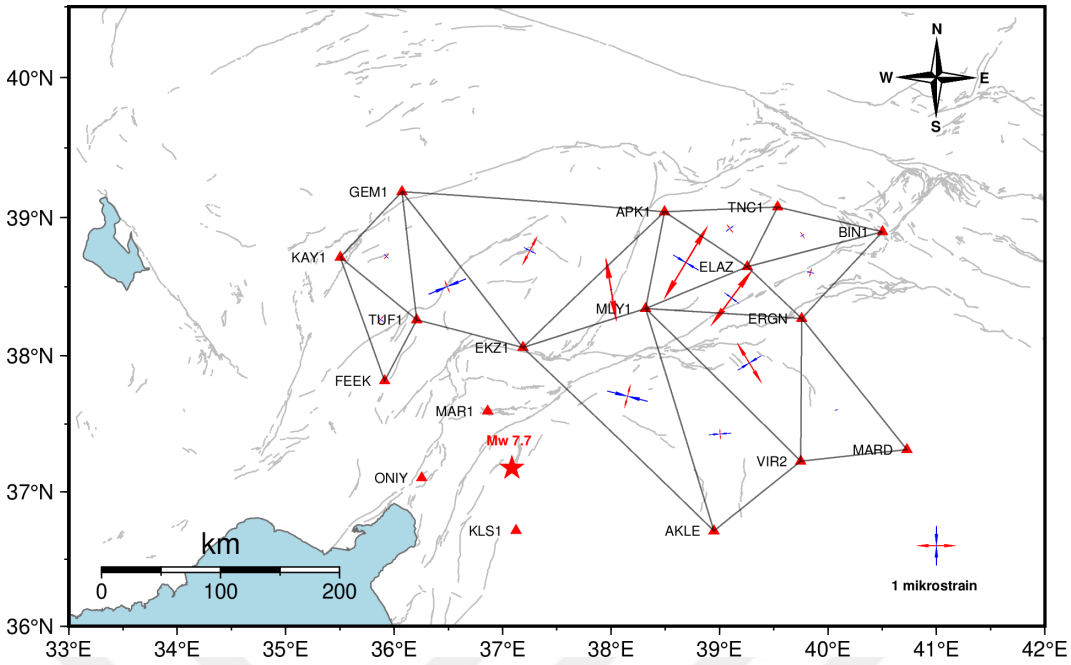
Tablo 4.1 İki depremin birlikte ele alınarak hesaplanan gerinim elemanları

Üçgen nokta adları	ε_{max}	ε_{min}	φ (max asal gerinim yönü)
KAY1-FEEK-TUF1	5.1735×10^{-7}	5.0089×10^{-8}	188.504
KAY1-GEM1-TUF1	1.9463×10^{-6}	-2.9472×10^{-6}	151.1071
GEM1-TUF1-EKZ1	-6.6506×10^{-7}	-5.1471×10^{-5}	1.6279
GEM1-EKZ1-APK1	3.6674×10^{-5}	-3.8318×10^{-5}	141.6653
EKZ1-APK1-MLY1	5.3532×10^{-5}	3.2206×10^{-7}	195.0561
APK1-MLY1-ELAZ	1.2355×10^{-5}	-4.1375×10^{-6}	35.3280
APK1-ELAZ-TNC1	1.3711×10^{-6}	-9.4899×10^{-7}	149.2793
ELAZ-TNC1-BIN1	8.4246×10^{-7}	-2.6138×10^{-7}	140.8519
ELAZ-BIN1-ERGN	1.0497×10^{-6}	-8.1837×10^{-7}	194.6679
ELAZ-MLY1-ERGN	1.0737×10^{-5}	-2.8888×10^{-6}	40.6764
MLY1-ERGN-VIR2	6.5852×10^{-6}	-3.2659×10^{-6}	152.5184
ERGN-VIR2-MARD	7.5097×10^{-8}	-3.6447×10^{-7}	348.9602
MLY1-VIR2-AKLE	1.5701×10^{-6}	-2.7465×10^{-6}	178.87
MLY1-AKLE-EKZ1	3.987×10^{-5}	-6.5105×10^{-6}	180.3963
AKLE-EKZ1-MAR1	5.6896×10^{-5}	-8.846×10^{-5}	333.965
AKLE-MAR1-KLS1	-1.4002×10^{-7}	-4.651×10^{-6}	173.1607
MAR1-KLS1-ONIY	1.1693×10^{-5}	-8.1544×10^{-6}	159.1797
MAR1-ONIY-FEEK	1.3074×10^{-5}	-1.3648×10^{-5}	38.3891
FEEK-MAR1-TUF1	1.1813×10^{-5}	-8.0876×10^{-6}	327.9929
TUF1-MAR1-EKZ1	3.5452×10^{-5}	-9.3465×10^{-5}	343.2541

İlk deprem için hesaplanan gerinim elemanları incelendiğinde maksimum asal gerinimin APK1-MLY1-ELAZ üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 6.5587x10^{-6}strain$, $\varepsilon_{min} = -2.2752x10^{-6}strain$) olduğu, minimum asal gerinimin ise ERGN-VIR2-MARD üçgeninde ($\varepsilon_{max} = -7.0022x10^{-9}strain$, $\varepsilon_{min} = -8.7977x10^{-8}strain$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo-4.2, Şekil 4.28).

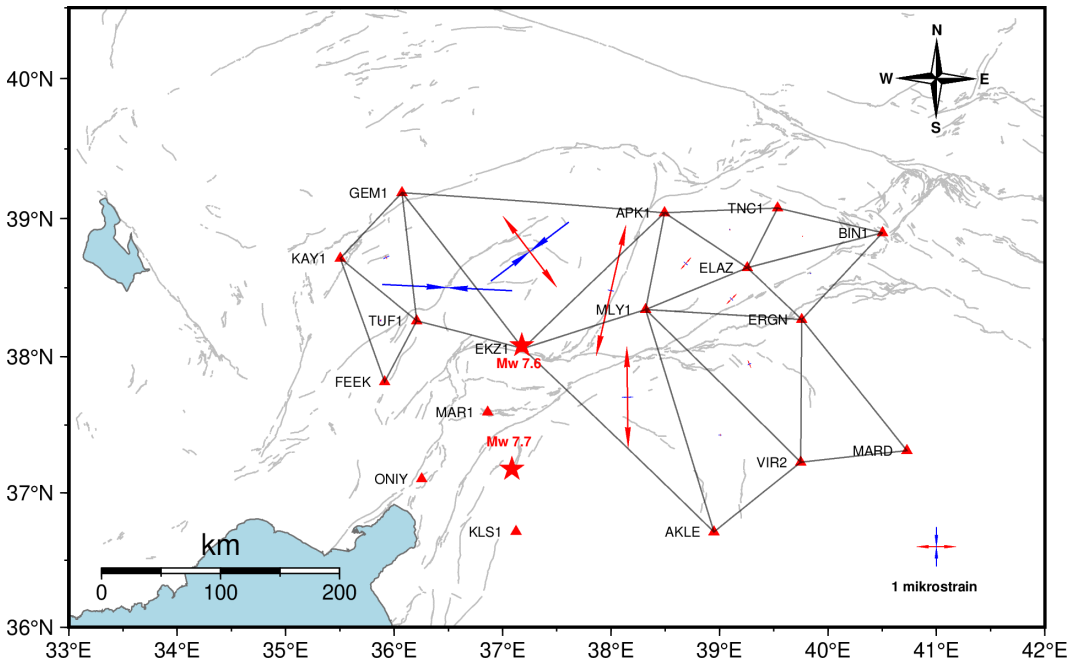
Tablo 4.2 İlk depremin gerinim elemanları

Üçgen nokta adları	ε_{max}	ε_{min}	φ (max asal gerinim yönü)
KAY1-FEEK-TUF1	7.9437×10^{-7}	-6.0876×10^{-7}	38.483
KAY1-GEM1-TUF1	5.0990×10^{-7}	-4.2166×10^{-7}	44.2928
GEM1-TUF1-EKZ1	9.9638×10^{-7}	-3.0729×10^{-6}	337.5096
GEM1-EKZ1-APK1	2.4941×10^{-6}	-1.0423×10^{-6}	27.6156
EKZ1-APK1-MLY1	4.9388×10^{-6}	-1.5819×10^{-7}	350.3578
APK1-MLY1-ELAZ	6.5587×10^{-6}	-2.2752×10^{-6}	30.8573
APK1-ELAZ-TNC1	7.6120×10^{-7}	-7.1095×10^{-7}	143.3785
ELAZ-TNC1-BIN1	5.8003×10^{-7}	-3.1210×10^{-7}	146.9061
ELAZ-BIN1-ERGN	6.7887×10^{-7}	-5.4522×10^{-7}	193.5744
ELAZ-MLY1-ERGN	5.3813×10^{-6}	-1.3662×10^{-6}	36.5787
MLY1-ERGN-VIR2	3.6122×10^{-6}	-2.0821×10^{-6}	148.6384
ERGN-VIR2-MARD	8.4681×10^{-8}	-2.7908×10^{-7}	350.351
MLY1-VIR2-AKLE	7.9356×10^{-7}	-1.7095×10^{-6}	176.1382
MLY1-AKLE-EKZ1	1.8587×10^{-6}	-3.1639×10^{-6}	194.2655



Şekil 4.28 İlk deprem için hesaplanan gerinim büyüklükleri

İkinci deprem için hesaplanan gerinim elemanları incelendiğinde maksimum asal gerinimin EKZ1-APK1-MLY1 üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 5.1518x10^{-5} strain$, $\varepsilon_{min} = -2.4444x10^{-6} strain$) olduğu, minimum asal gerinimin ise ERGN-VIR2-MARD üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 8.4681x10^{-8} strain$, $\varepsilon_{min} = -2.7908x10^{-7} strain$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo-4.3, Şekil 4.29).



Şekil 4.29 İkinci deprem için hesaplanan gerinim büyüklükleri

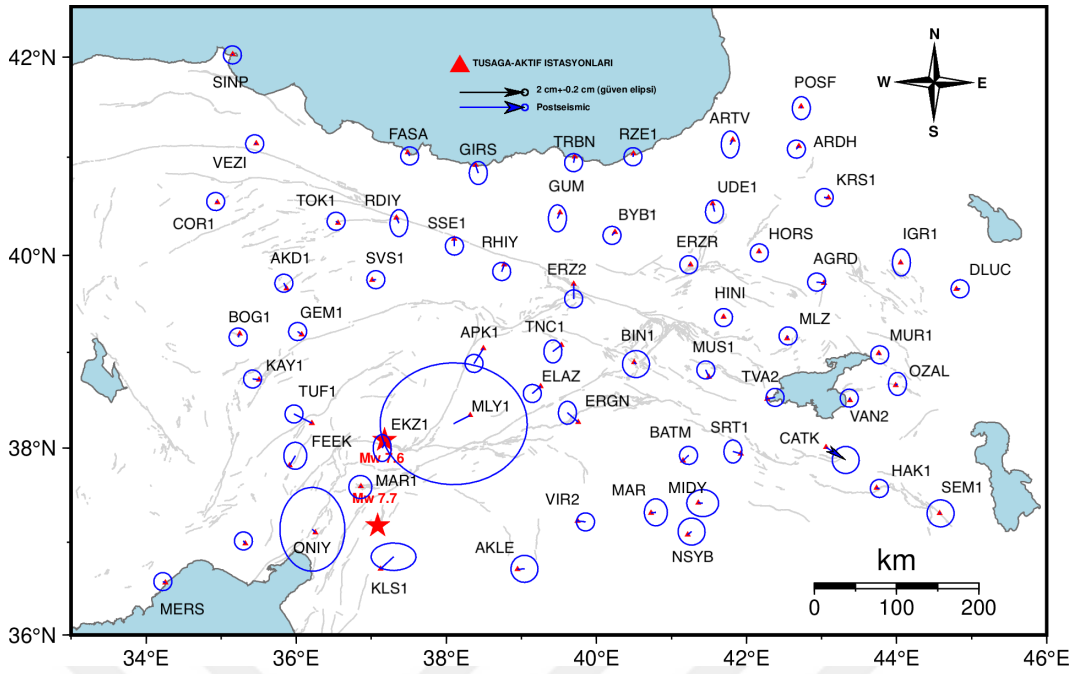
Tablo 4.3 İkinci depremin gerinim elemanları

Üçgen nokta adları	ε_{max}	ε_{min}	φ (max asal gerinim yönü)
KAY1-FEEK-TUF1	1.0563×10^{-6}	-6.7442×10^{-7}	207.816
KAY1-GEM1-TUF1	1.4649×10^{-6}	-2.5541×10^{-6}	154.2131
GEM1-TUF1-EKZ1	-2.5190×10^{-7}	-4.9808×10^{-5}	2.7534
GEM1-EKZ1-APK1	3.4366×10^{-5}	-3.7461×10^{-5}	142.8395
EKZ1-APK1-MLY1	5.1518×10^{-5}	-2.4444×10^{-6}	192.8251
APK1-MLY1-ELAZ	5.8339×10^{-6}	-1.8998×10^{-6}	40.8975
APK1-ELAZ-TNC1	6.2324×10^{-7}	-2.5143×10^{-7}	157.4493
ELAZ-TNC1-BIN1	2.7657×10^{-7}	3.6583×10^{-7}	27.6525
ELAZ-BIN1-ERGN	3.7264×10^{-7}	-2.7500×10^{-7}	196.9229
ELAZ-MLY1-ERGN	5.3738×10^{-6}	-1.5410×10^{-6}	44.8074
MLY1-ERGN-VIR2	2.9971×10^{-6}	-1.2080×10^{-6}	157.0882
ERGN-VIR2-MARD	-7.0022×10^{-9}	-8.7977×10^{-8}	340.839
MLY1-VIR2-AKLE	8.2663×10^{-7}	-1.0870×10^{-6}	182.3898
MLY1-AKLE-EKZ1	3.8847×10^{-5}	-4.1830×10^{-6}	179.1954

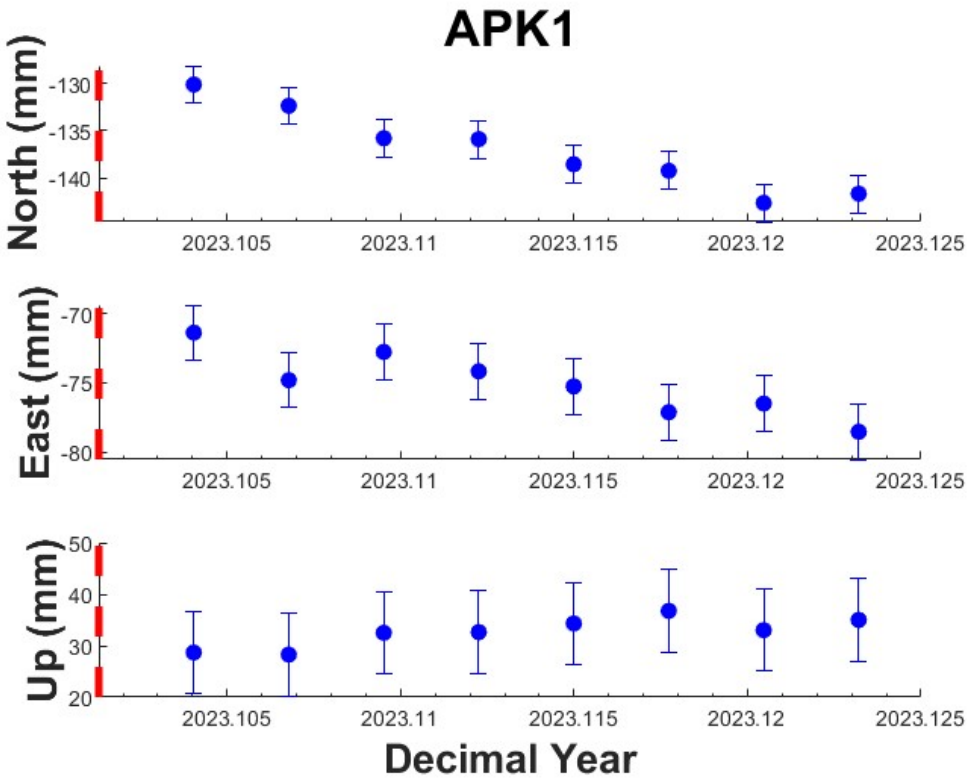
4.2.4 Deprem Sonrası (Post-seismic) Yerdeğiştirme Parametrelerinin Belirlenmesi

Deprem sonrası kuzey-güney ve doğu-batı yönündeki yer değiştime parametreleri belirlenirken (4.2.1)'de bahsedilen formüller kullanılmıştır. Formülde yer alan t_1 ve t_2 deprem sonrası 38. gün ve 45.günü göstermektedir.

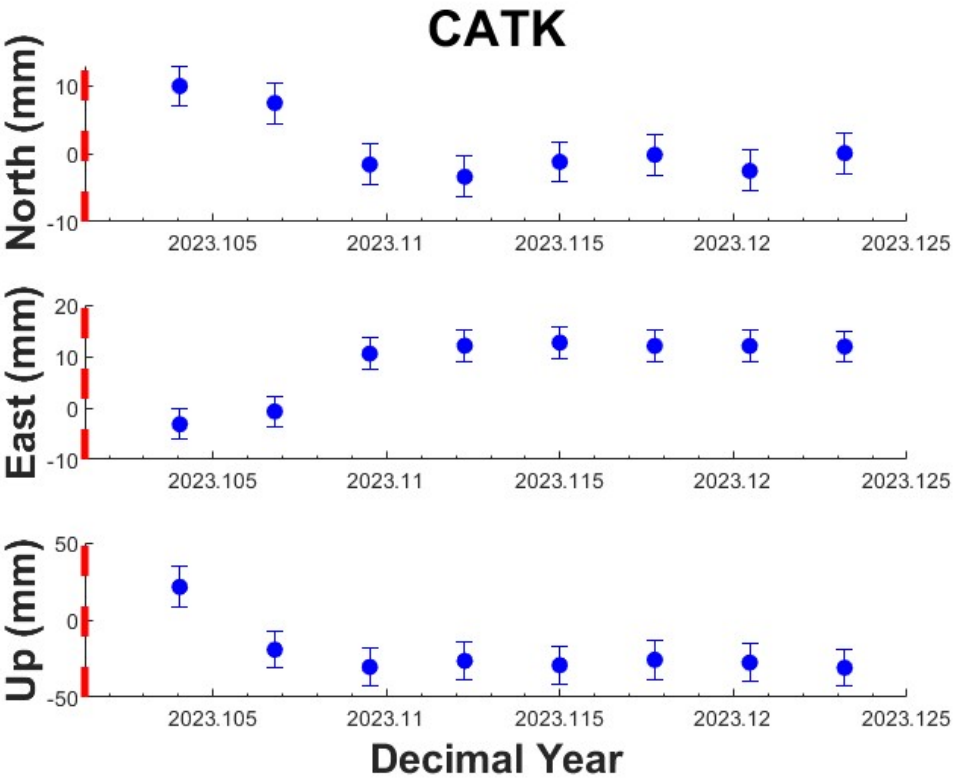
Yapılan hesaplamalar sonucunda kuzey-güney doğrultusundaki en yüksek yer değiştirme -1.157 ± 0.283 cm ile APK1 istasyonunda, doğu batı yönünde ise 1.508 ± 0.424 cm ile yine CATK istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Bu iki depremin etkisiyle oluşan yer değiştirme büyüklükleri azalmaya ve zamanla eski konumlarına gitmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Deprem sonrası birkaç istasyona ait zaman serileri Şekil 4.31, 4.32, 4.33 ve 4.34'de gösterilmektedir.



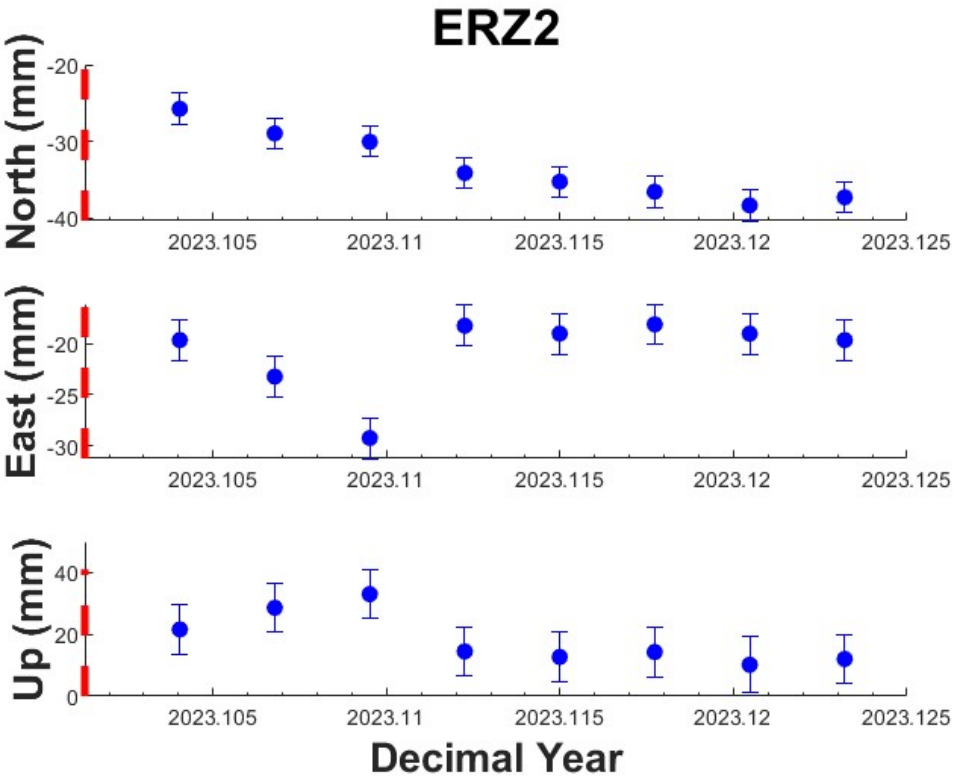
Şekil 4.30 Yakın Zaman Deprem Sonrası için CSRS-PPP ile hesaplanan yatay konum değiştirme vektörleriyle hata elispslerini gösteren harita



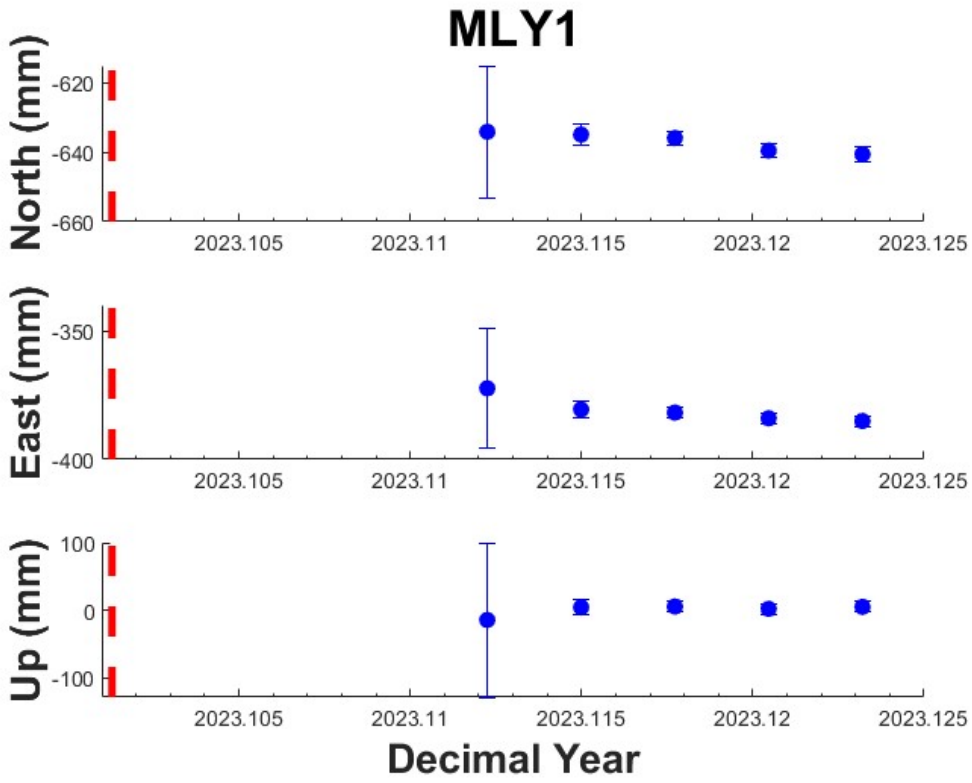
Şekil 4.31 APK1 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi



Şekil 4.32 CATK istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi



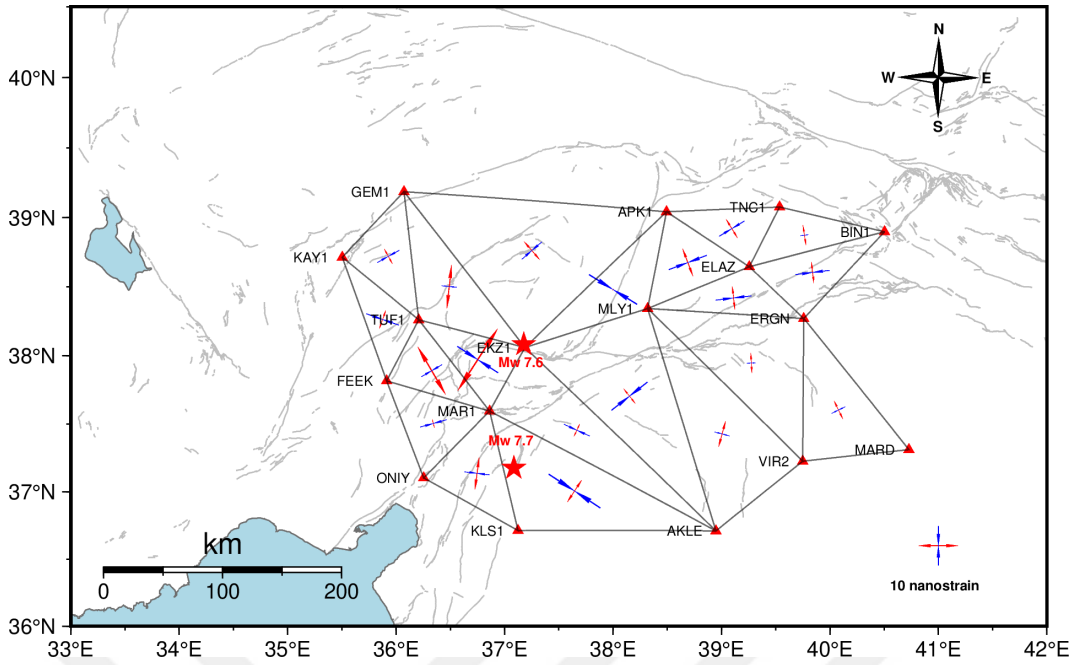
Şekil 4.33 ERZ2 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi



Şekil 4.34 MLY1 istasyonuna ait deprem sonrası zaman serisi

4.2.5 Deprem Sonrası (Post-seismic) Gerinim Parametrelerinin Belirlenmesi

CSRS-PPP ile yapılan değerlendirme sonucu elde edilen deprem sonrası değerlerle iki boyutlu gerinim analizi yapılmıştır. Hesaplanan gerinim parametreleri Tablo-4.4'da ve gerinim büyüklükleri ise Şekil 4.35'de gösterilmektedir. Analiz sonucu elde edilen gerinim elemanları incelendiğinde en büyük gerilme ve sıkışmanın TUF1-MAR1-EKZ1 üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 2.8281x10^{-7}strain$, $\varepsilon_{min} = -1.8568x10^{-7}strain$) olduğu, minimum asal gerinimin ise ELAZ-TNC1-BIN1 üçgeninde ($\varepsilon_{max} = 7.7211x10^{-8}strain$, $\varepsilon_{min} = -3.0209x10^{-8}strain$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo- 4.4, 4.35).



Şekil 4.35 Yakın Zaman Deprem Sonrası için hesaplanan gerinim büyüklükleri

Tablo 4.4 Deprem sonrası gerinim elemanları

Üçgen nokta adları	ε_{max}	ε_{min}	φ (max asal gerinim yönü)
KAY1-FEEK-TUF1	7.4214×10^{-8}	-1.3170×10^{-7}	199.2623
KAY1-GEM1-TUF1	6.4746×10^{-8}	-9.6582×10^{-8}	150.8487
GEM1-TUF1-EKZ1	1.6670×10^{-7}	-5.9443×10^{-8}	185.8406
GEM1-EKZ1-APK1	9.1385×10^{-8}	-1.0106×10^{-7}	319.1929
EKZ1-APK1-MLY1	5.9953×10^{-9}	-2.1628×10^{-7}	31.7129
APK1-MLY1-ELAZ	1.1276×10^{-7}	-1.5444×10^{-7}	159.4077
APK1-ELAZ-TNC1	8.3645×10^{-8}	-1.1290×10^{-7}	148.9037
ELAZ-TNC1-BIN1	7.7211×10^{-8}	-3.0209×10^{-8}	170.9156
ELAZ-BIN1-ERGN	8.1900×10^{-8}	-1.3097×10^{-7}	172.9667
ELAZ-MLY1-ERGN	9.0399×10^{-8}	-1.3756×10^{-7}	173.0652
MLY1-ERGN-VIR2	7.5611×10^{-8}	3.4053×10^{-8}	176.6892
ERGN-VIR2-MARD	7.6407×10^{-8}	-5.6519×10^{-8}	334.2688
MLY1-VIR2-AKLE	1.0123×10^{-7}	-5.9029×10^{-8}	195.5593
MLY1-AKLE-EKZ1	7.2971×10^{-8}	-1.7489×10^{-7}	321.8812
AKLE-EKZ1-MAR1	5.3228×10^{-8}	-1.0838×10^{-7}	204.6161
AKLE-MAR1-KLS1	1.0114×10^{-7}	-2.3693×10^{-7}	213.2441
MAR1-KLS1-ONIY	1.2295×10^{-7}	-9.7503×10^{-8}	187.1132
MAR1-ONIY-FEEK	3.2128×10^{-8}	-1.0506×10^{-7}	164.3943
FEEK-MAR1-TUF1	2.1227×10^{-7}	-9.2453×10^{-8}	329.7592
TUF-MAR1-EKZ1	2.8281×10^{-7}	-1.8568×10^{-7}	212.7957

4.2.6 Deprem Öncesi ve Deprem Sonrası İçin Alan Bozulması Hesaplanması

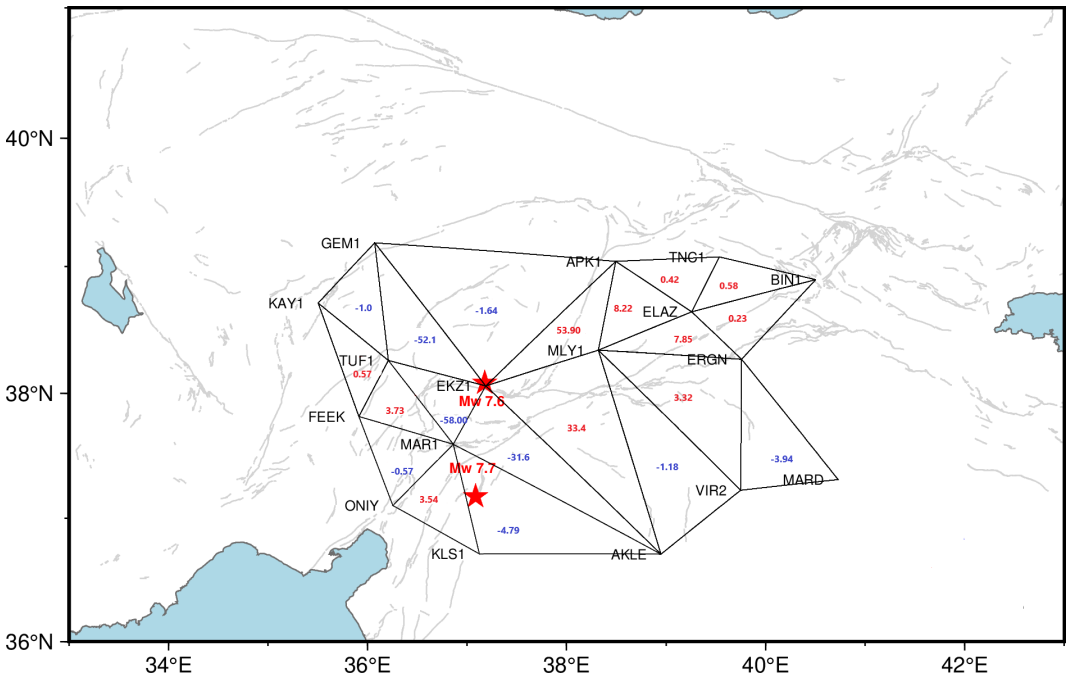
Bu uygulamada kullanılan TUSAGA-Aktif istasyonları ile oluşturulan üçgenler için deprem öncesi ve deprem sonrası koordinatlar kullanılarak (4.3) ve (4.4) [52] eşitlikleriyle alan hesabı yapılmıştır.

$$2F = \sum x_n.(y_{n+1} - y_{n-1}) \tag{4.11}$$

$$2F = -\sum y_n.(x_{n+1} - x_{n-1}) \tag{4.12}$$

Elde edilen deprem öncesi (F_1) ve deprem sonrası (F_2) alan değerleri kullanılarak ilgili üçgenlerin alan bozulması (4.5)'te yer alan eşitlikle hesaplanmış olup Şekil 4.36'da gösterilmektedir. Alanlar arasındaki değişiklikler -58.00 ppm ile 53.90 ppm arasında değişmektedir. Pozitif yöndeki en büyük alan değişikliği 53.90 ppm ile EKZ1-APK1-MLY1 üçgeninde, negatif yönde en büyük değişiklik ise -58.00 ppm ile TUF1-MAR1-EKZ1 üçgeninde meydana gelmiştir.

$$dF = (F_2 - F_1)/F_1 \tag{4.13}$$



Şekil 4.36 Alan Bozulması

5
SONUÇ

Bu çalışmada, web tabanlı çevrimiçi veri değerlendirme servisi olan CSRS-PPP ile 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık (Mw7.7 TSİ 04.17) ve Elbistan (Mw7.6 TSİ 13.24) (2023 yılı 37. GNSS günü) depremlerinin değerlendirilmesi ve bu depremlerin sonucu bölgede meydana gelen deformasyonun ve gerinim parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada iki depremin birlikte ve ayrı ayrı değerlendirilmesi planlanmıştır. Bu plan doğrultusunda iki depremin birlikte değerlendirilmesi için Kahramanmaraş ve çevresinde yer alan TUSAGA-Aktif ağına ilişkin 60 GNSS istasyonu, ilk deprem için 58 GNSS istasyonu ve 2. deprem için 58 GNSS istasyonuyla gözlem ağı oluşturulmuştur. Oluşturulan gözlem ağlarına ait depremden 8 gün öncesi ve depremden 8 gün sonrasının RINEX verileri CSRS-PPP kullanılarak değerlendirme işlemi yapılmıştır.

Gözlem ağında yer alan istasyonların ölçüm doğruluklarını görmek için tekrarlılık analizi yapılmıştır. Tüm istasyonlar için yapılan tekrarlılık analizi sonuçlarına göre; K-G yönünde en yüksek doğruluk değeri 3.11 mm ile KLS1, en düşük doğruluk değeri 0.24 mm ile SVS1 istasyonunda tespit edilmiştir. SVS1 istasyonu için K-G yönünde yapılan günlük ölçüm değerleri arasındaki koordinat farkının az olduğu ve yapılan ölçüm sonuçlarının doğruluğunun daha hassas olduğunu göstermektedir. D-B yönünde en yüksek doğruluk değeri 3.35 mm ile FEEK, en düşük doğruluk değeri 0.31 mm ile HORS istasyonunda tespit edilmiştir. HORS istasyonu için D-B yönünde yapılan günlük ölçüm değerleri arasındaki koordinat farkının az olduğu ve yapılan ölçüm sonuçlarının doğruluğunun daha hassas olduğunu göstermektedir.

Deprem anı yer değiştirme büyüklüklerini belirlemek amacıyla yapılan değerlendirme sonuçlarına göre kuzey-güney doğrultusunda en büyük yer değiştirmenin -63.523 ± 1.910 cm ile MLY1 istasyonunda, doğu-batı doğrultusunda ise -464.703 ± 0.283 cm ile EKZ1 istasyonunda meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca doğu-batı yönünde MAR1 istasyonunda -59.359 ± 0.361 cm yer değiştirme ve kuzey-güney yönünde ise EKZ1 istasyonunda 49.148 ± 0.283 cm yer değiştirme

meydana gelmiştir. Bu iki deprem gerçekleştikleri saatlere göre ayrılarak yapılan değerlendirme işlemi sonucunda ilk deprem için hesaplanan doğu-batı doğrultusunda en büyük yer değişimi -23.088 ± 0.447 cm ile EKZ1 istasyonunda, kuzey-güney doğrultusunda ise -36.733 ± 0.447 cm ile MLY1 istasyonunda olduğu görülmüştür. İkinci depremin değerlendirme işlemleri incelendiğinde ise doğu-batı doğrultusunda en büyük yer değişimi -441.615 ± 0.447 cm ve kuzey-güney doğrultusunda ise 68.736 ± 0.500 cm ile EKZ1 istasyonunda olduğu görülmüştür.

CSRS-PPP ile yapılan değerlendirme sonucu elde edilen yer değiştirme büyüklükleri Ergintav S. vd.'nin 2023 yılında yapmış oldukları çalışmada GAMIT/GLOBK ile yaptıkları değerlendirme sonucu elde edilen yer değiştirme değerleriyle karşılaştırılmış olup iki sonucunda birbirleriyle uyumlu oldukları tespit edilmiştir.

Yakın zaman deprem sonrası yer değiştirme büyüklüklerini belirlemek için yapılan hesaplamalar sonucunda kuzey-güney doğrultusundaki en yüksek yer değişimi 1.157 ± 0.424 cm ile APK1 istasyonunda, doğu batı yönünde ise 1.508 ± 0.424 cm ile CATK istasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Gözlem ağında kullanılan istasyonların zamanla eski konumlarına gitme eğiliminde olduğu görülmüştür.

Deprem öncesi için yapılan gerinim analizinde merkez üslerine yakın olan üçgenlerde gerilim ve sıkışmanın arttığı, uzak üçgenlerde ise azaldığı görülmüştür. Yakın zaman deprem sonrası içinse fay hattı boyunca gerilim ve sıkışmanın deprem öncesine göre azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Deprem öncesi ve deprem sonrası alan değerleri kullanılarak ilgili üçgenlerin alan bozulması hesaplanmıştır. Alanlar arasındaki değişiklikler -58.00 ppm ile 53.90 ppm arasında değişmektedir. Pozitif yöndeki en büyük alan değişikliği 53.90 ppm ile EKZ1-APK1-MLY1 üçgeninde, negatif yönde en büyük değişiklik ise -58.00 ppm ile TUF-MAR1-EKZ1 üçgeninde meydana gelmiştir.

KAYNAKÇA

[1] R. Kartal F. Kadirioğlu, "DOĞU ANADOLU FAYININ SİSMOTEKTONİĞİ VE BU FAY ÜZERİNDEKİ SON BEŞ YILLIK DEPREM AKTİVİTESİNİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ," *66th Geological Congress of Turkey At: METU*, Nis. 2013.

[2] S. Özarpacı, "Krip Eden Fayların GPS Ölçüleriyle İzlenmesi: İzmit ve Hazar gölü-Palu Fayından Örnekler," dok. tezi, Yildiz Technical University, 2020.

[3] İ. Ketin, "Kuzey Anadolu fayi hakkinda," *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, c. 72, no. 72, ss. 1–27, 1969.

[4] S. Öztürk, "Kuzey Anadolu Fay Zonu ve civarındaki güncel deprem aktivitesinin bölgesel ve zamana bağlı analizleri," *Yerbilimleri*, c. 38, no. 2, ss. 193–228, 2017.

[5] N. Akyol ve diğ., "Batı Anadolu kabuk/üst manto yapısı ve anizotropisi üzerine birleştirilmiş sismolojik çalışmalar," 2005.

[6] *AFAD Aletsel Dönem Deprem Kataloğu 1900-Günümüz M>=4.0*. erişim adresi: `https://deprem.afad.gov.tr/event-instrumental` (erişim tarihi 07/01/2025).

[7] E. Bozkurt, "Neotectonics of Turkey–a synthesis," *Geodinamica acta*, c. 14, no. 1-3, ss. 3–30, 2001.

[8] H. G. Erhan ALTUNEL Volkan KARABACAK, "ÖLÜ DENİZ FAY ZONU KUZEY KESİMİ," *Aktif Tektonik Araştırma Gurubu 15. Çalıştayı*, 2011.

[9] AFAD, *06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7–Mw: 7.6) depremleri raporu*, 2023.

[10] C. R. Allen, *Active faulting in northern Turkey*. California Institute of Technology California, 1969.

[11] E. Arpat F. Şaroğlu, "Doğu Anadolu Fayi ile ilgili bazi gözlemler ve düşünceler," *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, c. 78, no. 78, ss. 44–50, 1972.

[12] E. Arpat, "The East Anatolian fault system: thoughts on its development," *MTA Bull.*, c. 78, ss. 33–39, 1972.

[13] F. Saroglu, "The east Anatolian fault zone of Turkey," *Ann. Tectonicae*, ss. 99–125, 1992.

[14] M. Imamoglu, "Golbasi (Adiyaman)-Pazarcik-Narli (K. Maras) arasindaki sahada Dogu Anadolu Fayi'nin neotektonik incelemesi," *Doktora Tezi, AU Fen Bilimleri Enstitusu Jeoloji Muh. Anabilim Dali*, 1993.

[15] F. Ilay, "24 OCAK SİVRİCE (ELAZIĞ) DEPREMİNİN DEPREM SONRASI DEFORMASYONLARININ JEODEZİK ÖLÇMELER İLE İZLENMESİ," yük. lis. tezi, Yildiz Technical University, 2023.

[16] S. E. Güvercin, H. Karabulut, A. Ö. Konca, U. Doğan S. Ergintav, "Active seismotectonics of the East Anatolian fault," *Geophysical Journal International*, c. 230, no. 1, ss. 50–69, 2022.

[17] A. I. Kurt, A. D. ÖZBAKIR, A. CİNGÖZ, S. Ergintav, U. DOĞAN S. ÖZARPACI, "Contemporary velocity field for Turkey inferred from combination of a dense network of long term GNSS observations," *Turkish Journal of Earth Sciences*, c. 32, no. 3, ss. 275–293, 2023.

[18] B. Aktug ve diğ., "Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field," *Journal of Geodynamics*, c. 94, ss. 1–12, 2016.

[19] R. Reilinger ve diğ., "GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions," *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, c. 111, no. B5, 2006.

[20] G. Blewitt D. Lavallée, "Effect of annual signals on geodetic velocity," *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, c. 107, no. B7, ETG–9, 2002.

[21] S. Li ve diğ., "Source model of the 2023 Turkey earthquake sequence imaged by Sentinel-1 and GPS measurements: Implications for heterogeneous fault behavior along the East Anatolian Fault Zone," *Remote Sensing*, c. 15, no. 10, s. 2618, 2023.

[22] A. Özkan ve diğ., "Characterization of the co-seismic pattern and slip distribution of the February 06, 2023, Kahramanmaraş (Turkey) earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) with a dense GNSS network," *Tectonophysics*, c. 866, s. 230 041, 2023.

[23] S. Barbot ve diğ., "Slip distribution of the February 6, 2023 Mw 7.8 and Mw 7.6, Kahramanmaraş, Turkey earthquake sequence in the East Anatolian fault zone," *Seismica*, c. 2, no. 3, 2023.

[24] S. Özarpacı ve diğ., "February 6, 2023, Mw 7.8 and 7.6 Kahramanmaraş (Turkiye) Earthquake Sequence: Insights from Co-seismic and Post-seismic Surface Deformation," *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 2023, EGU–17 624.

[25] S. Ergintav ve diğ., "Unexpected far-field deformation of the 2023 Kahramanmaraş earthquakes revealed by space geodesy," *Science*, c. 386, no. 6719, ss. 328–335, 2024.

[26] B. Aktuğ, M. Kurt, E. Parmaksız, O. Lenk, Y. Erkan Ş. Aysezen, "Türkiye'de Sabit GNSS İstasyonlarının Tarihi ve Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif)," *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası*, c. 13, ss. 18–22, 2011.

[27] A. Y. Ürüşan, "Relations between the GNSS, InSAR, and the other techniques for prediction of earthquakes," *Arabian Journal of Geosciences*, c. 8, ss. 7631–7642, 2015.

[28] K. Ansari, O. Corumluoglu S. K. Sharma, "Numerical simulation of crustal strain in Turkey from continuous GNSS measurements in the interval 2009–2017," *Journal of geodetic science*, c. 7, no. 1, ss. 113–129, 2017.

[29] O. Yildirim, S. Yaprak C. Inal, "Determination of 2011 Van/Turkey earthquake (M= 7.2) effects from measurements of CORS-TR network," *Geomatics, natural hazards and risk*, c. 5, no. 2, ss. 132–144, 2014.

[30] B. Konakoglu A. Akar, "Elazığ ve Çevresindeki İllerde Meydana Gelen Tektonik Hareketlerin TUSAGA-Aktif İstasyonlarının Konumlarına Etkisinin Statik Deformasyon Modeller Kullanılarak İncelenmesi," *Geomatik*, c. 6, no. 2, ss. 165–178, 2020.

[31] A. Çırmık, "24 MAYIS 2014 GÖKÇEADA AÇIKLARI–EGE DENİZİ DEPREMİNİN (ML= 6.5) DEPREM ANI VE SONRASI MEYDANA GETİRDİĞİ YER DEĞİŞTİRMELER VE DEFORMASYONLARIN İRDELENMESİ," *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, c. 20, no. 58, ss. 230–244, 2018.

[32] İ. Ç. Baş R. A. Abbak, "30 Ekim 2020 Ege denizi depreminin kabuk deformasyonuna etkisinin TUSAGA-Aktif verileri ile incelenmesi," *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 14, no. 2, ss. 450–463, 2024.

[33] C. Ö. Yiğit, B. N. Özdemir, S. Alçay A. Ceylan, "CSRS-PPP yazılımının uzun dönemli GNSS zaman serilerinin oluşturulmasında ve nokta hızlarının kestirilmesinde kullanılabilirliği," 2016.

[34] S. Banville ve diğ., "Enabling ambiguity resolution in CSRS-PPP," *NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation*, c. 68, no. 2, ss. 433–451, 2021.

[35] P. Tétreault, J. Kouba, P. Héroux P. Legree, "CSRS-PPP: an internet service for GPS user access to the Canadian Spatial Reference Frame," *Geomatica*, c. 59, no. 1, ss. 17–28, 2005.

[36] Ş. Merve, "YER KABUĞU HAREKETLERİNİN BELİRLENMESİNDE İNTERNET TABANLI GPS SERVİSLERİNİN DOĞRULUK ANALİZİ," yük. lis. tezi, Yildiz Technical University, 2019.

[37] A. Abdallah T. Agag, "Reliability of CSRS-PPP for validating the Egyptian geodetic CORS networks," *Artificial Satellites: Journal of Planetary Geodesy*, c. 57, 2022.

[38] S. K. Wanas O. Y. M. Z. Alhamadani, "Evaluation of the Performance of Online GPS/GNSS Data Processing Services for Monitoring the Land Deformations and Movements," *Journal of Engineering*, c. 25, no. 10, ss. 108–119, 2019.

[39] M. Şimşek, S. Özarpacı U. Doğan, "Yer Kabuğu Hareketlerinin Belirlenmesinde Web Tabanlı Çevrimiçi GNSS Servislerinin Performans Analizi," *Geomatik*, c. 4, no. 2, ss. 147–159, 2019.

[40] M. Malinowski J. Kwiecień, "A comparative study of precise point positioning (PPP) accuracy using online services," *Reports on Geodesy and Geoinformatics*, c. 102, no. 1, ss. 15–31, 2016.

[41] Ö. Özbulat, Ş. Ş. Yaşar İ. Tiryakioğlu, "Hassas nokta konumlama yönteminde GNSS ölçü süresi-konum doğruluğu ilişkisinin araştırılması," *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 22, no. 4, ss. 814–823, 2022.

[42] C. Aydın, N. O. Aykut B. Akpınar, "GNSS-PPP ile Elde Edilen Düşey Yerdeğiştirmenin Doğruluğu," *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 18, no. 2, ss. 605–615, 2018.

[43] R. M. Alkan, İ. murat Ozulu V. İlçi, "Klasik GNSS veri değerlendirme yazılımlarına alternatif olarak web-tabanlı online değerlendirme servisleri," *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 17, no. 2, ss. 603–619, 2017.

[44] H. Kuhlmann H. Pelzer, "Models of Deformation Analysis," *Second Turkish-German Joint Geodetic Days, May, Berlin*, 1997.

[45] C. Aydin, *Geodetic Deformation Analysis*, YTÜ Lisansüstü Ders Notu, 2018.

[46] A. Özdemir, "23 Ekim 2011 Van depreminin yakın alan deprem anı deformasyonlarının GPS ile belirlenmesi," yük. lis. tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 23.

[47] T. Ayan, "Jeodezik ağlarda deformasyon analizine genel bakış," *İTÜ Dergisi*, c. 40, no. 1, 1983.

[48] C. Aydin, "Power of global test in deformation analysis," *Journal of Surveying engineering*, c. 138, no. 2, ss. 51–56, 2012.

[49] H. H. Denli, "GPS ile Marmara Bölgesindeki yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi," dok. tezi, Istanbul Technical University, 1998.

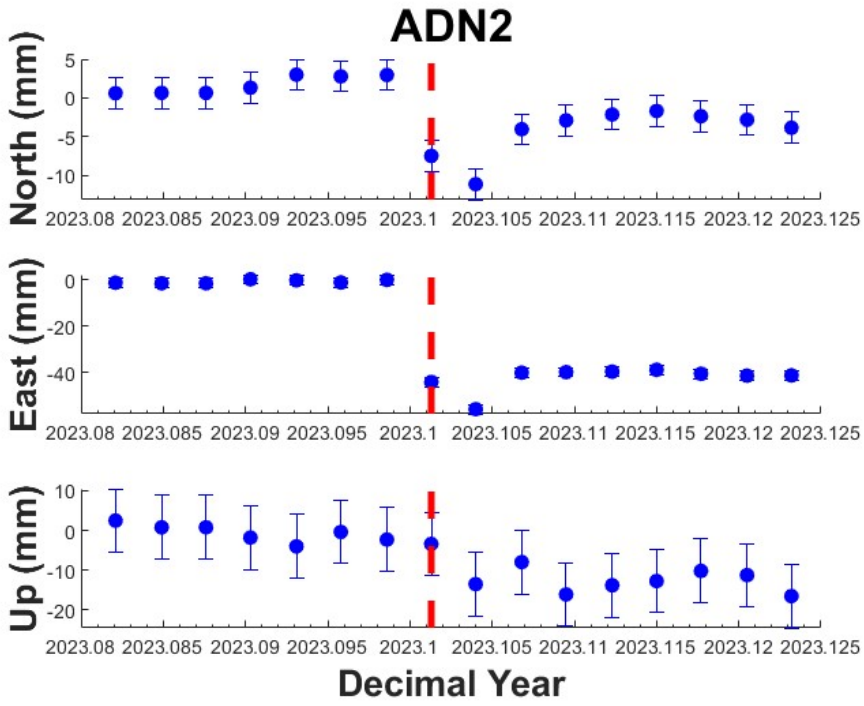
[50] İ. Deniz, "Determination of velocity field and strain accumulation of densification network in Marmara Region," yük. lis. tezi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2007.

[51] S. Özarpacı, "Stability Analysis of GNSS Stations Affected by Samos Earthquake," *Applied Sciences*, c. 14, no. 6, s. 2301, 2024.

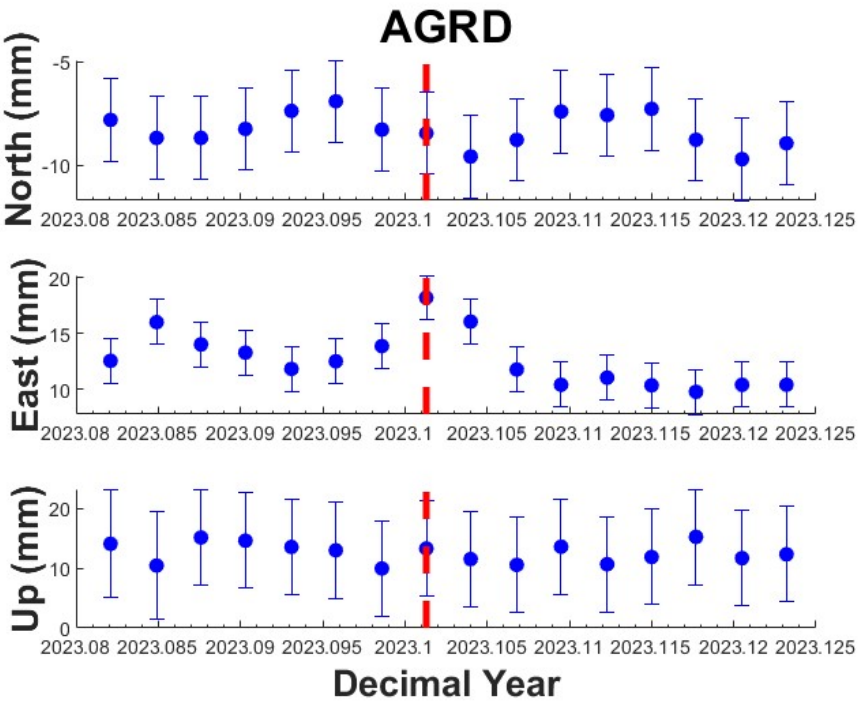
[52] T. Ocalan, *Topoğrafya Ders Notları*, YTÜ Topoğrafya Ders Notu-8.Bölüm, 2019.

A
ZAMAN SERİLERİ

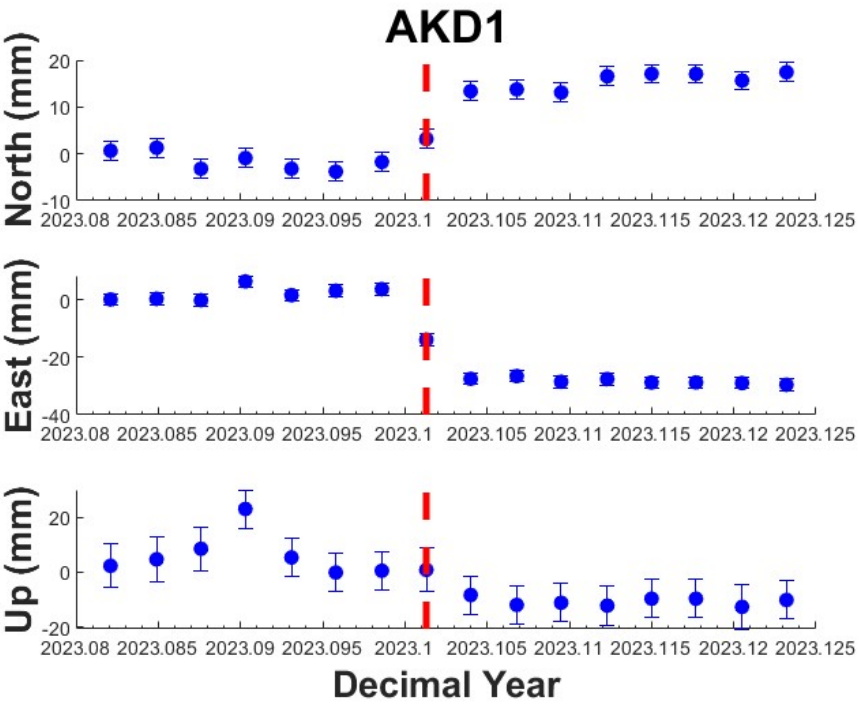
A.1 İki Depremin Birlikte İncelenmesiyle Oluşturulan Zaman Serileri



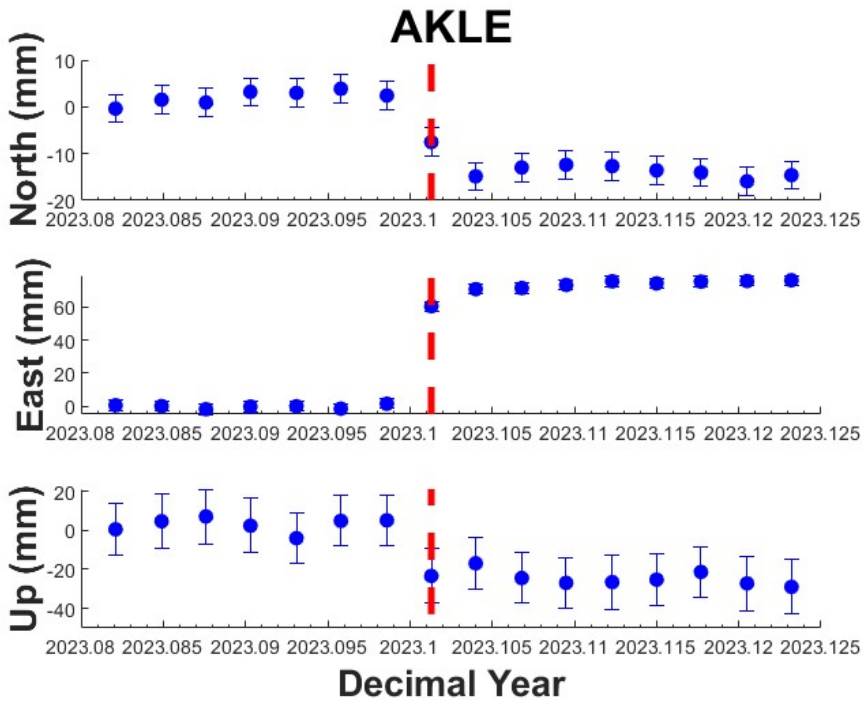
Şekil A.1 ADN2 istasyonuna ait zaman serisi



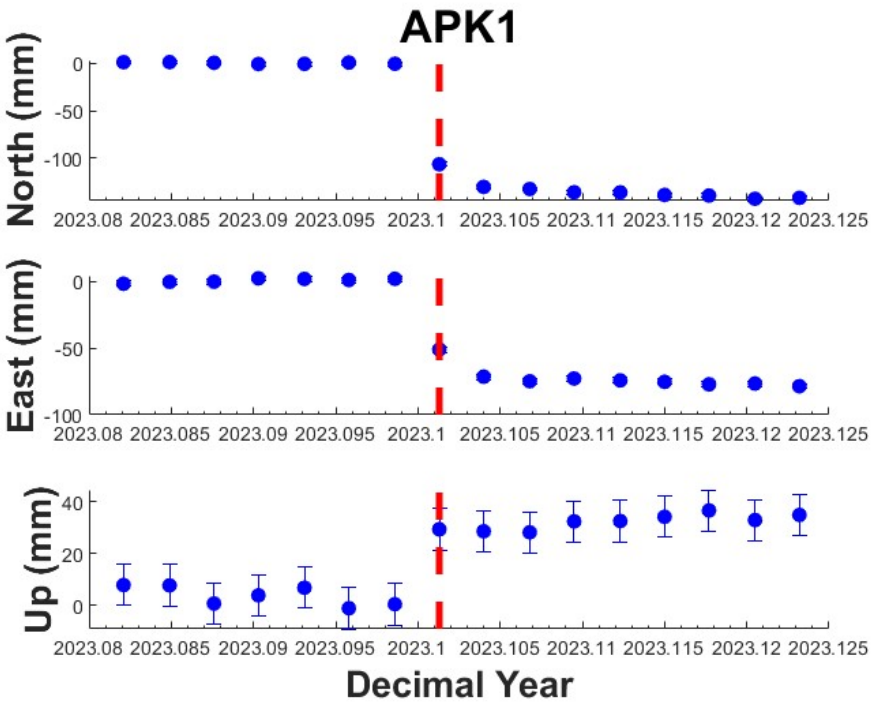
Şekil A.2 AGRD istasyonuna ait zaman serisi



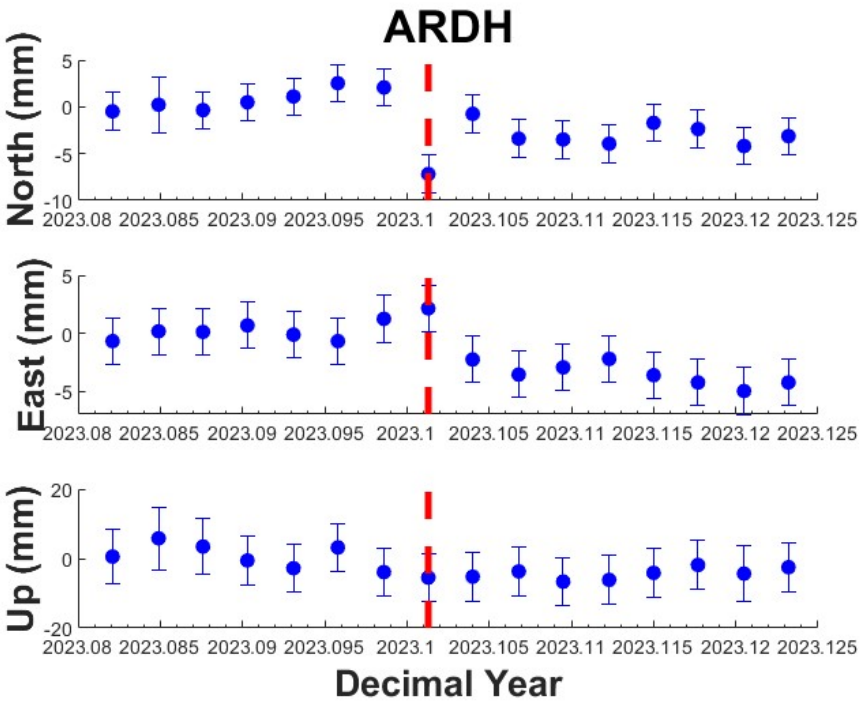
Şekil A.3 AKD1 istasyonuna ait zaman serisi



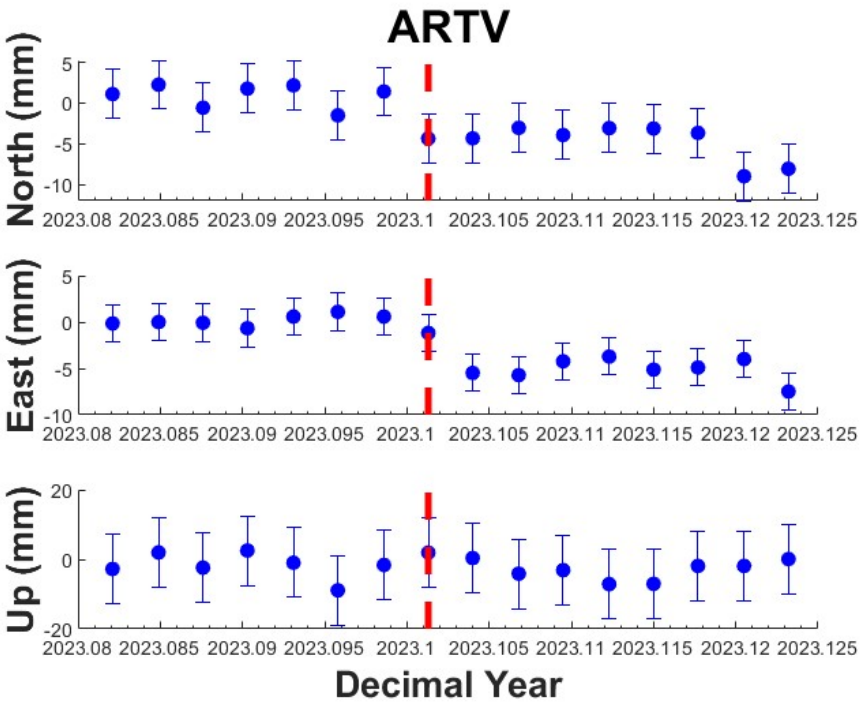
Şekil A.4 AKLE istasyonuna ait zaman serisi



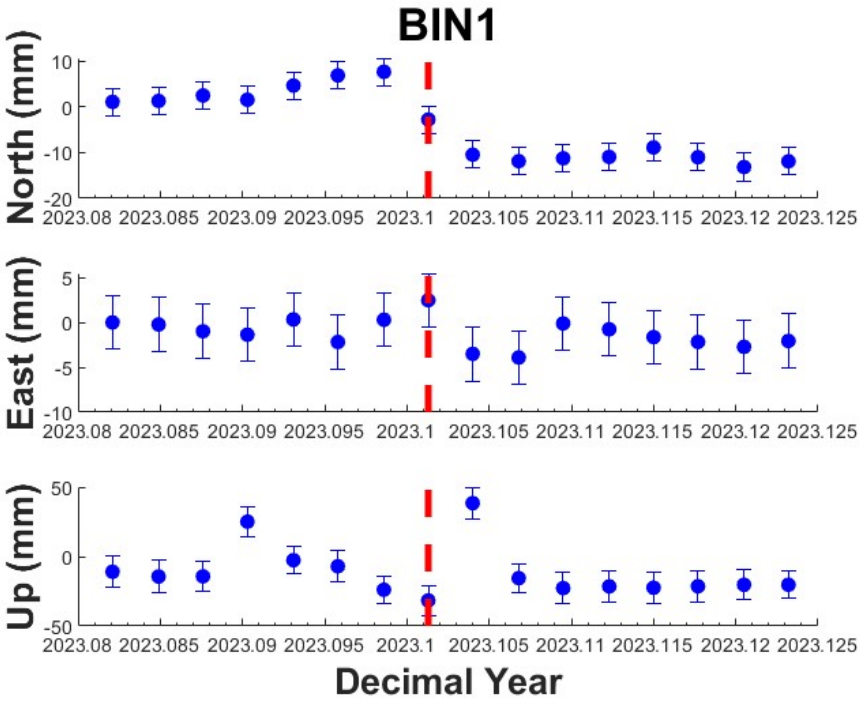
Şekil A.5 APK1 istasyonuna ait zaman serisi



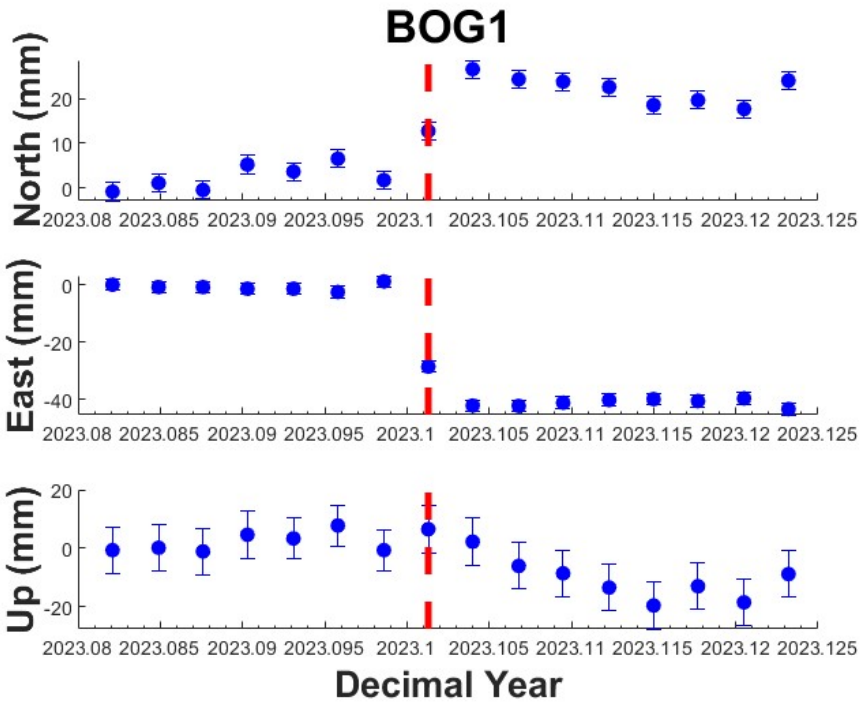
Şekil A.6 ARDH istasyonuna ait zaman serisi



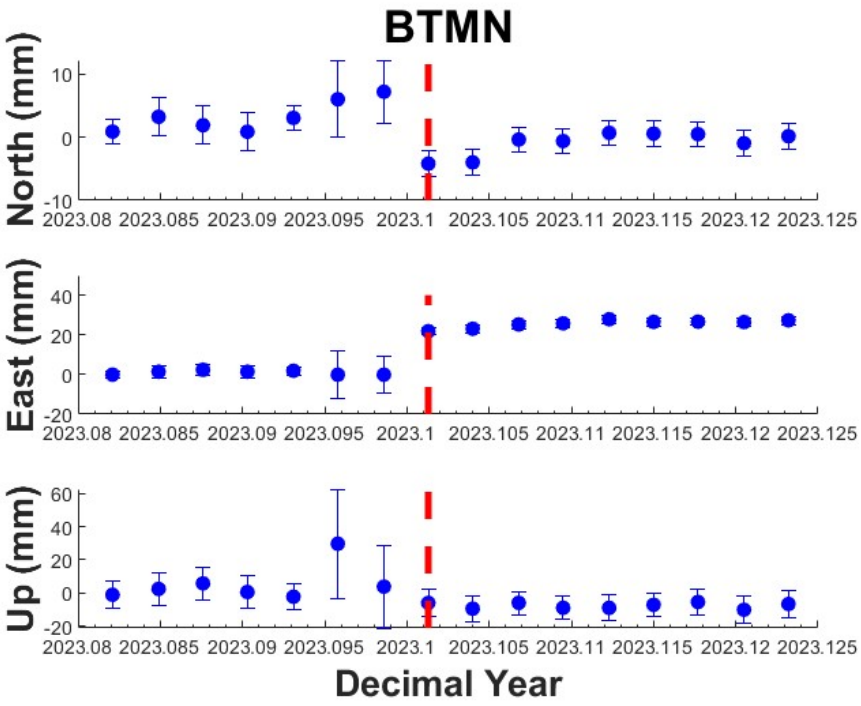
Şekil A.7 ARTV istasyonuna ait zaman serisi



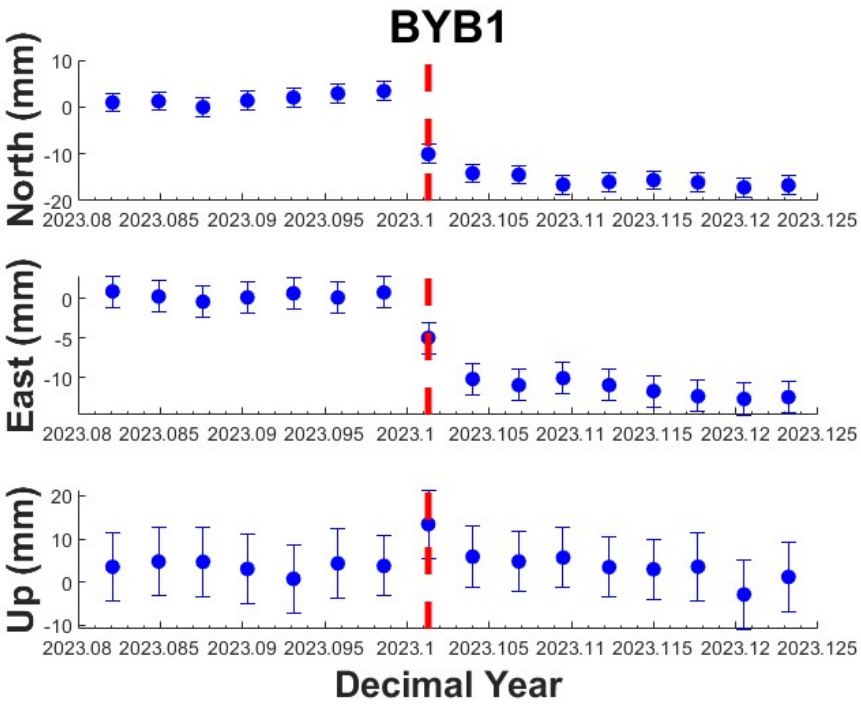
Şekil A.8 BIN1 istasyonuna ait zaman serisi



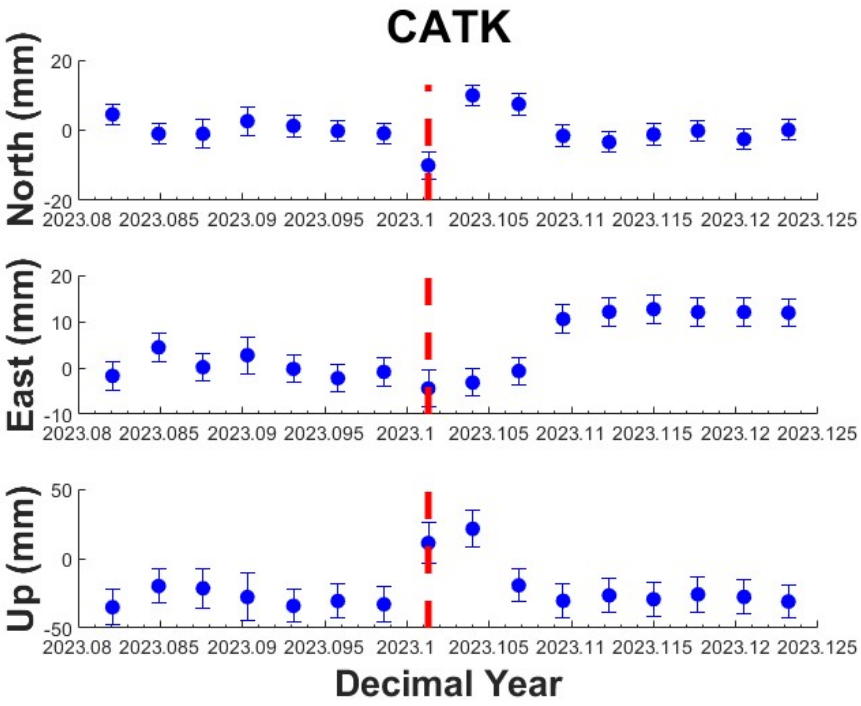
Şekil A.9 BOG1 istasyonuna ait zaman serisi



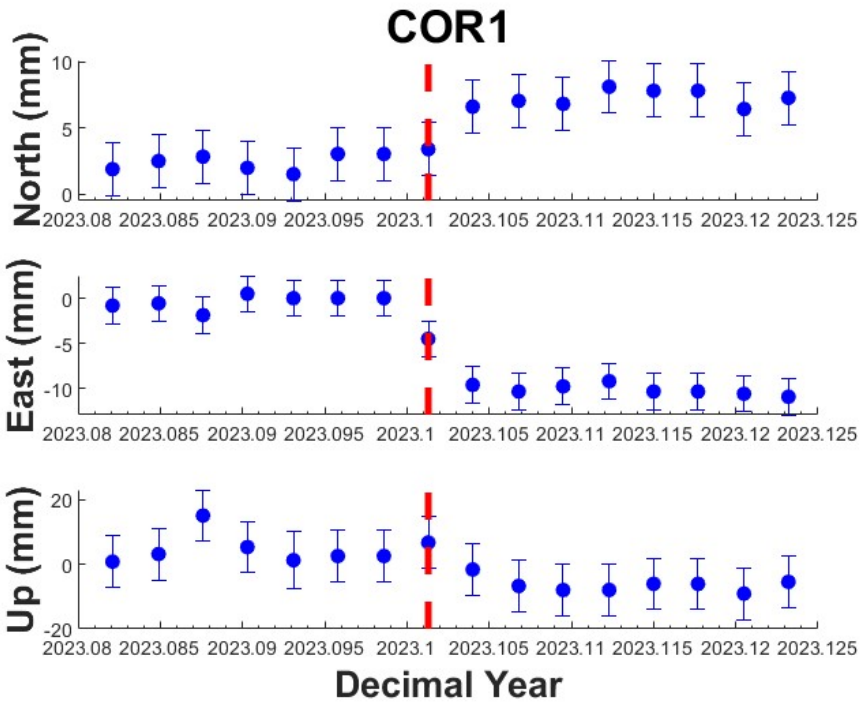
Şekil A.10 BTMN istasyonuna ait zaman serisi



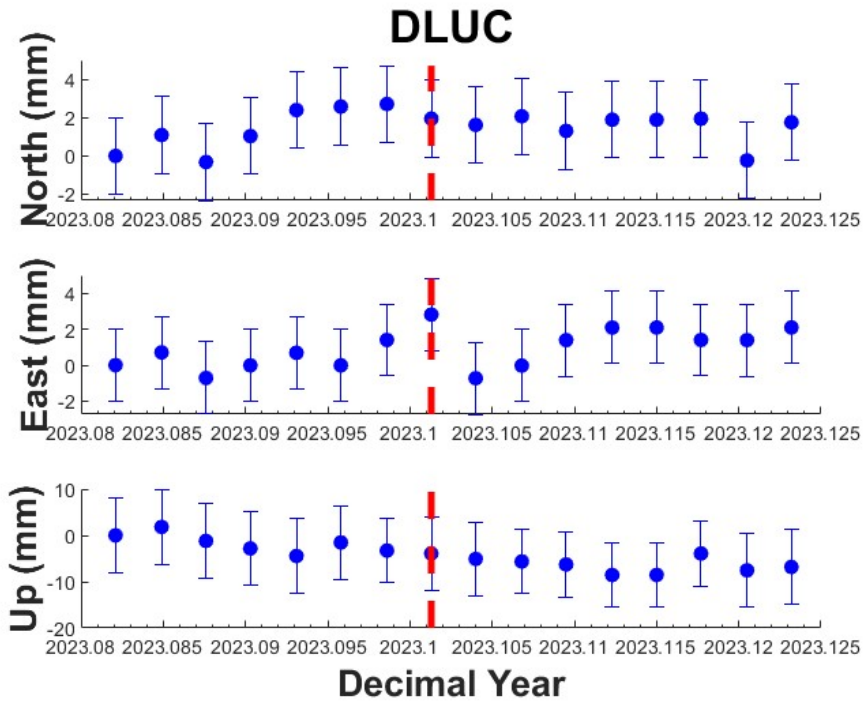
Şekil A.11 BYB1 istasyonuna ait zaman serisi



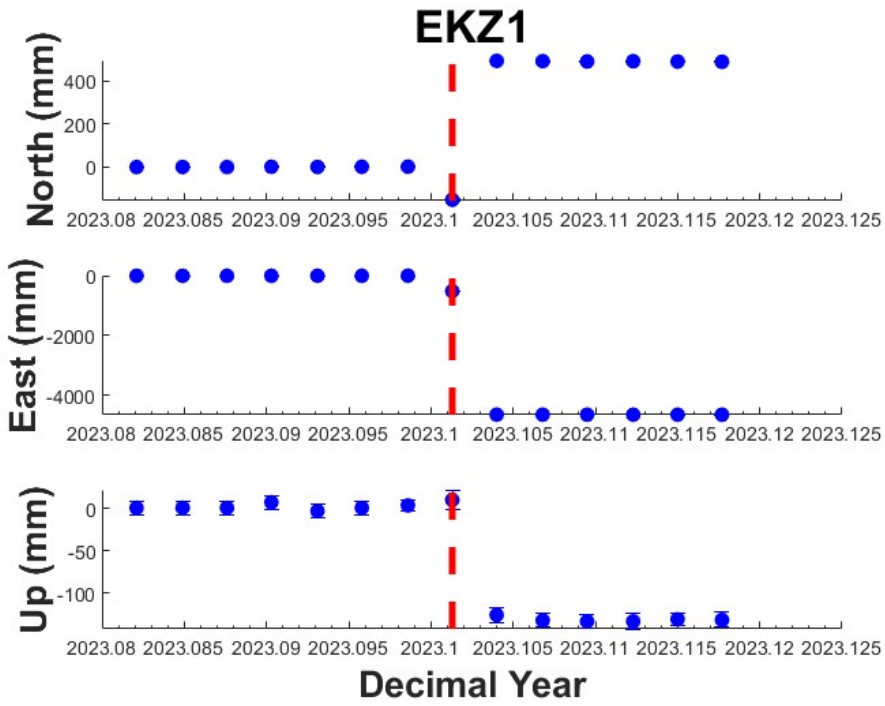
Şekil A.12 CATK istasyonuna ait zaman serisi



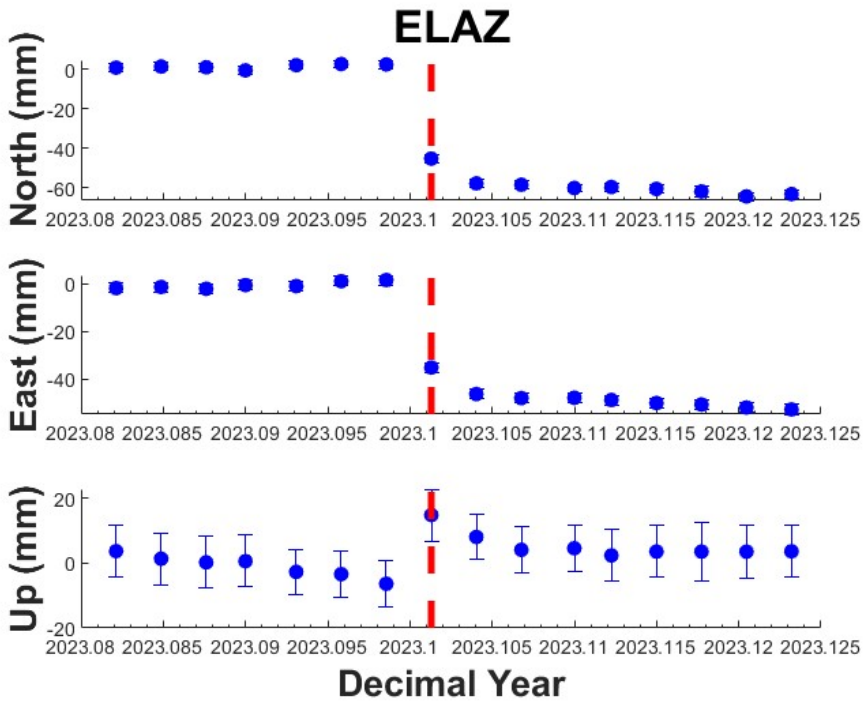
Şekil A.13 COR1 istasyonuna ait zaman serisi



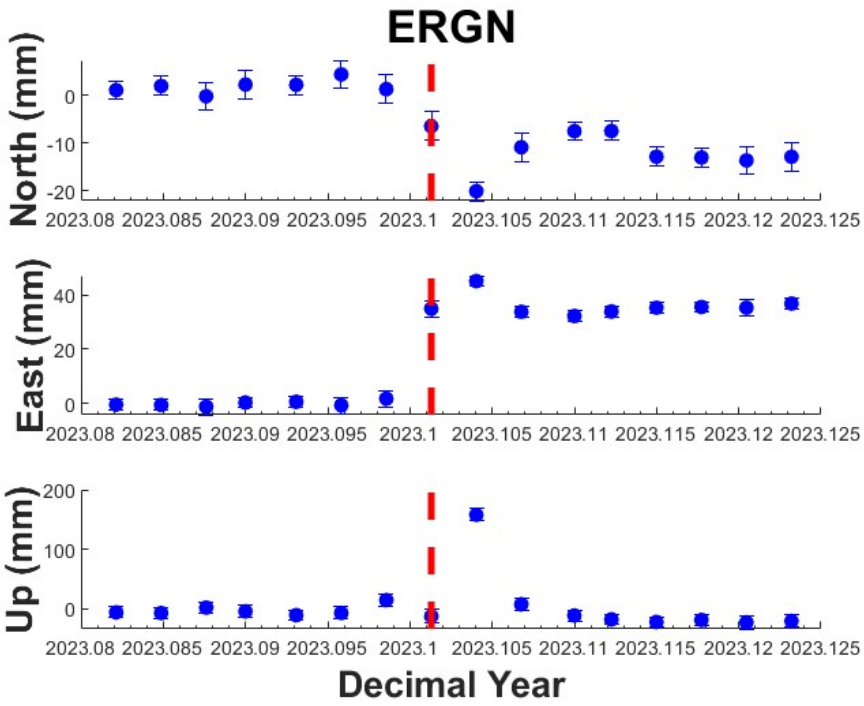
Şekil A.14 DLUC istasyonuna ait zaman serisi



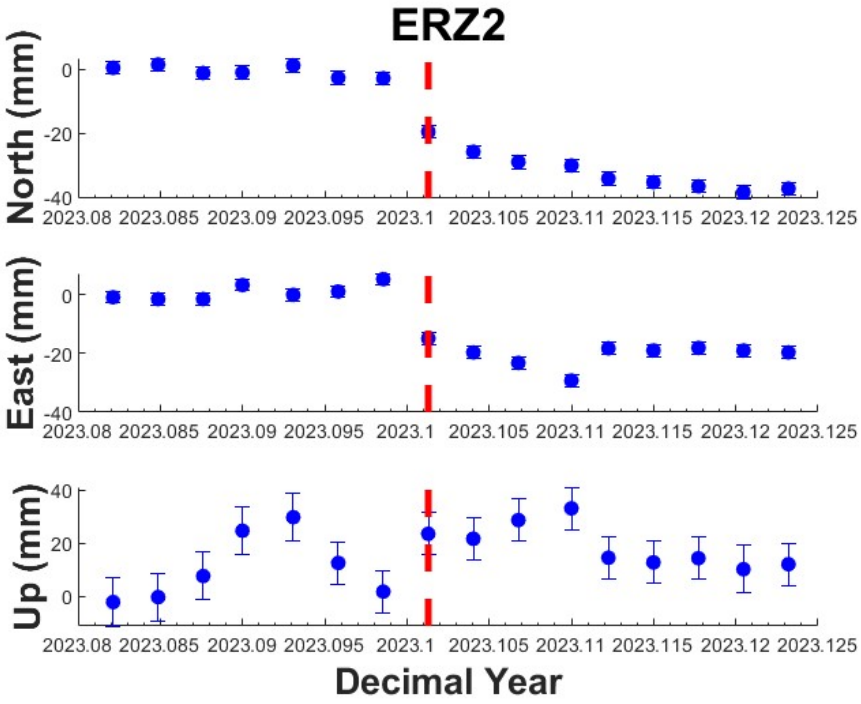
Şekil A.15 EKZ1 istasyonuna ait zaman serisi



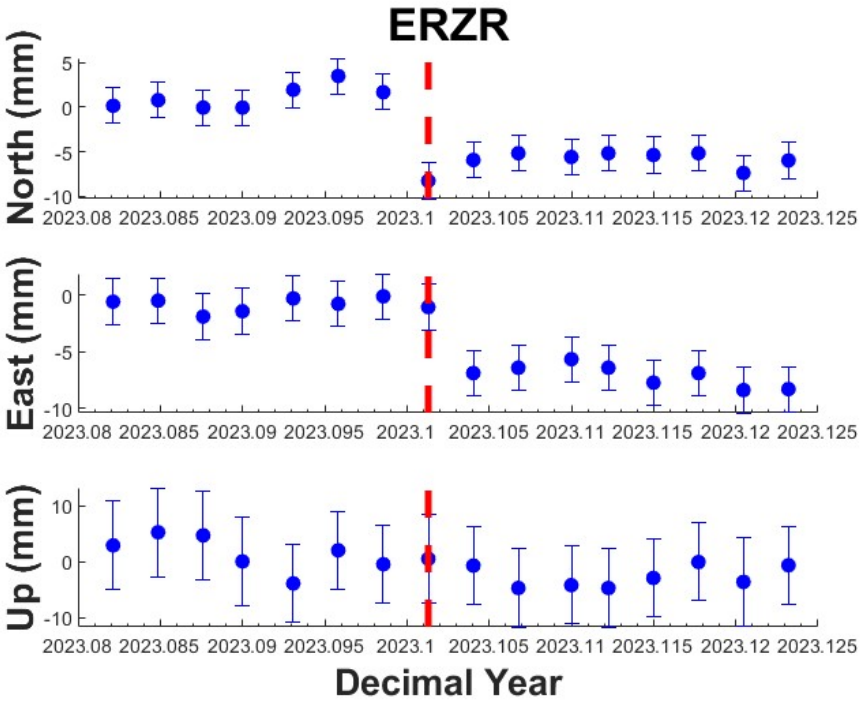
Şekil A.16 ELAZ istasyonuna ait zaman serisi



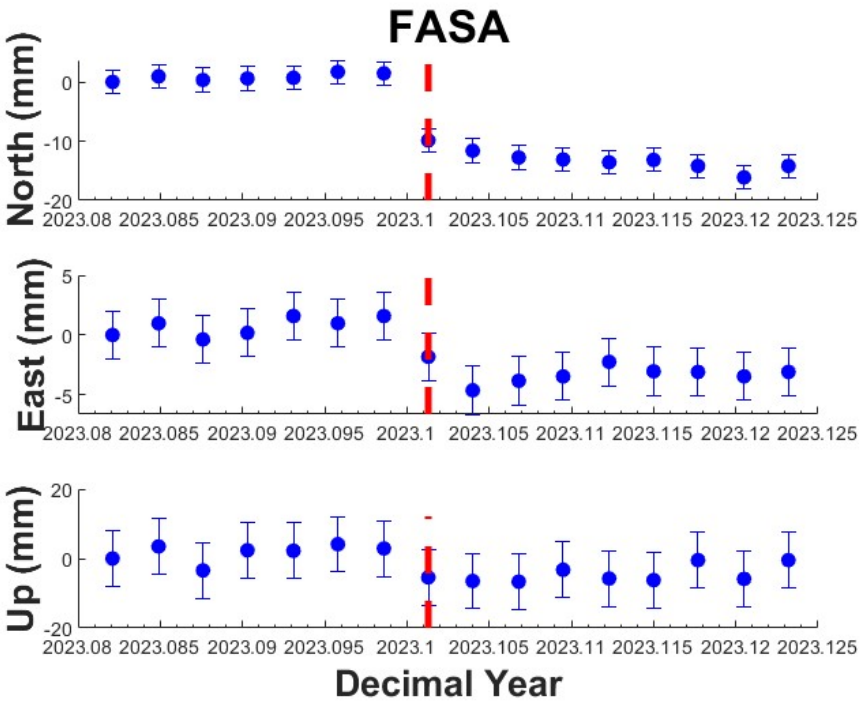
Şekil A.17 ERGN istasyonuna ait zaman serisi



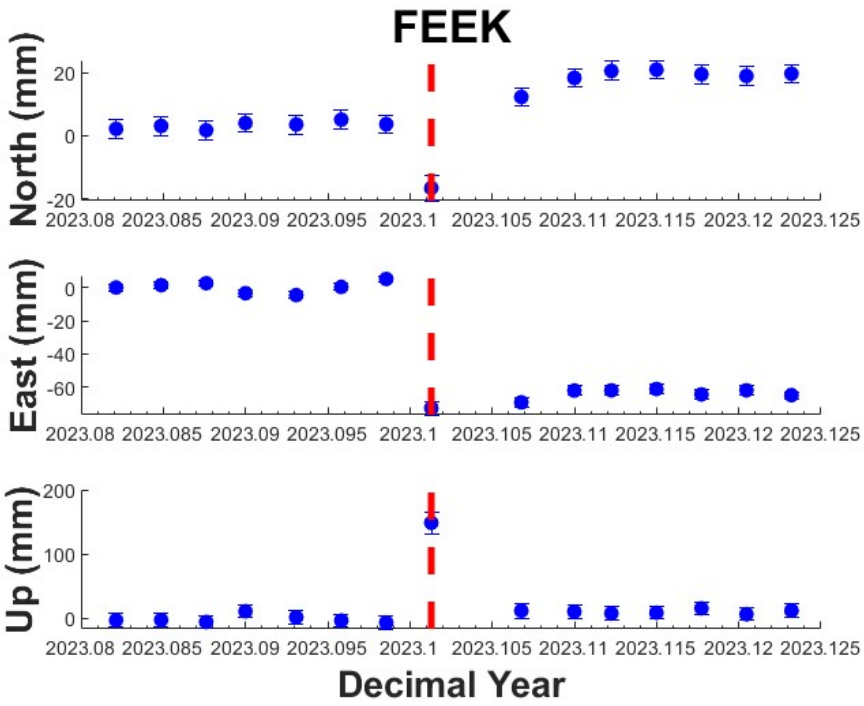
Şekil A.18 ERZ2 istasyonuna ait zaman serisi



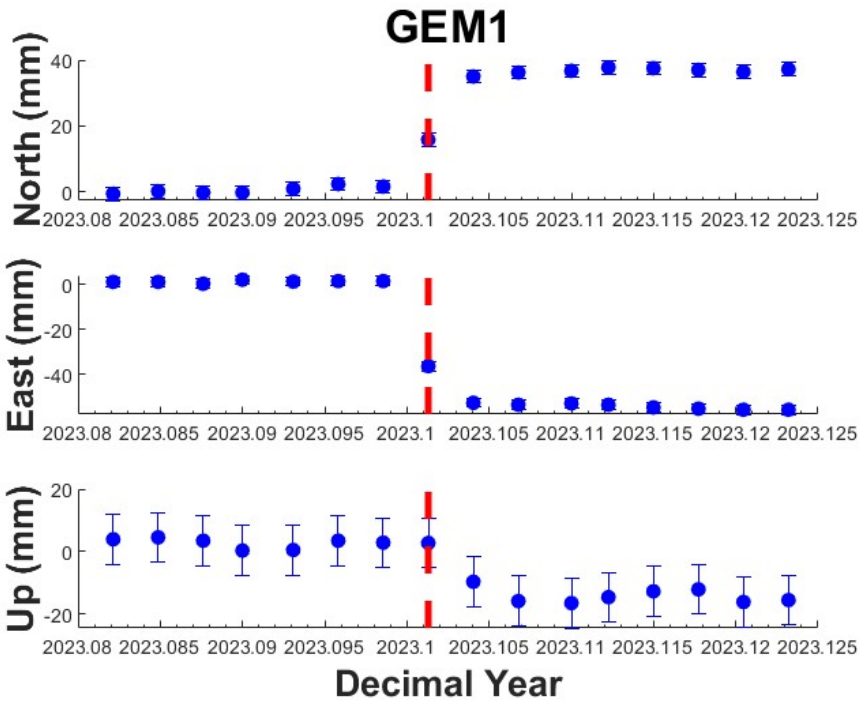
Şekil A.19 ERZR istasyonuna ait zaman serisi



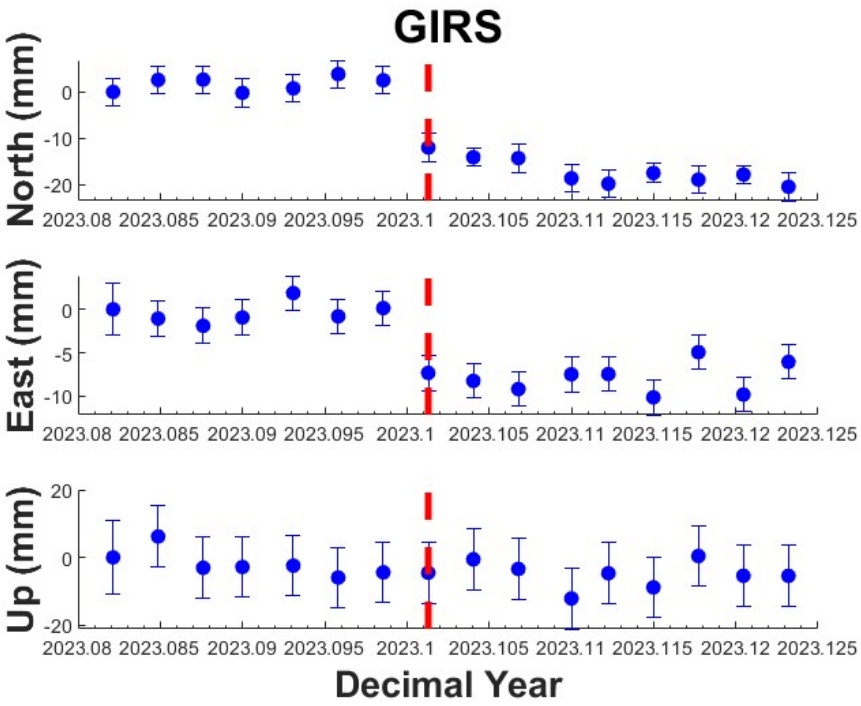
Şekil A.20 FASA istasyonuna ait zaman serisi



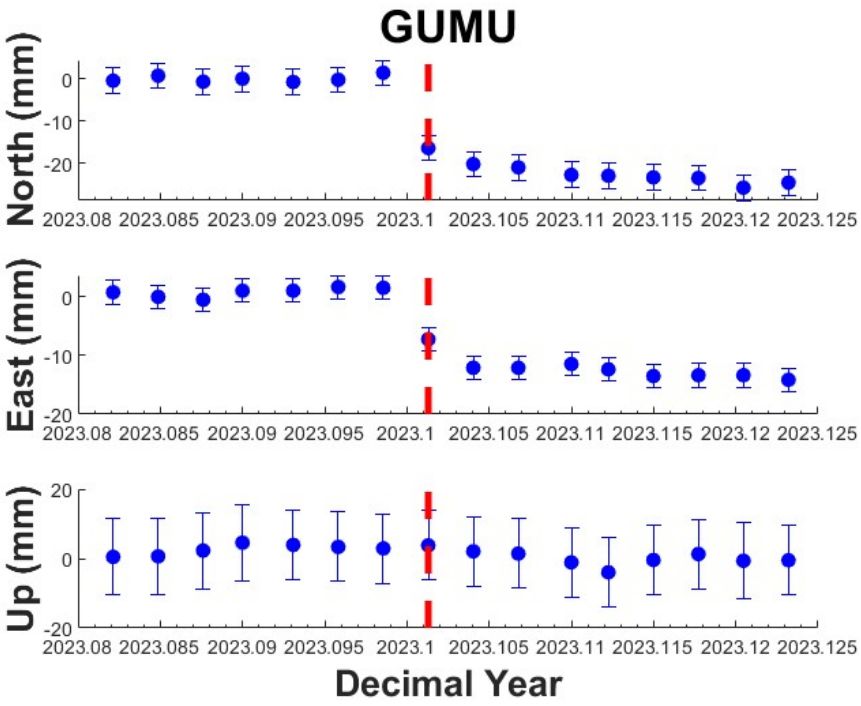
Şekil A.21 FEEK istasyonuna ait zaman serisi



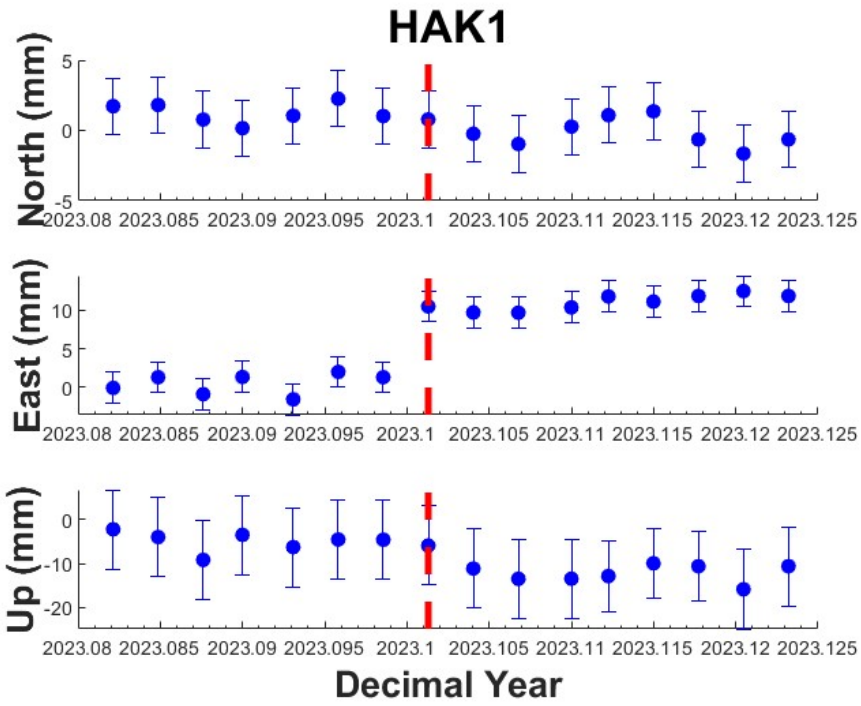
Şekil A.22 GEM1 istasyonuna ait zaman serisi



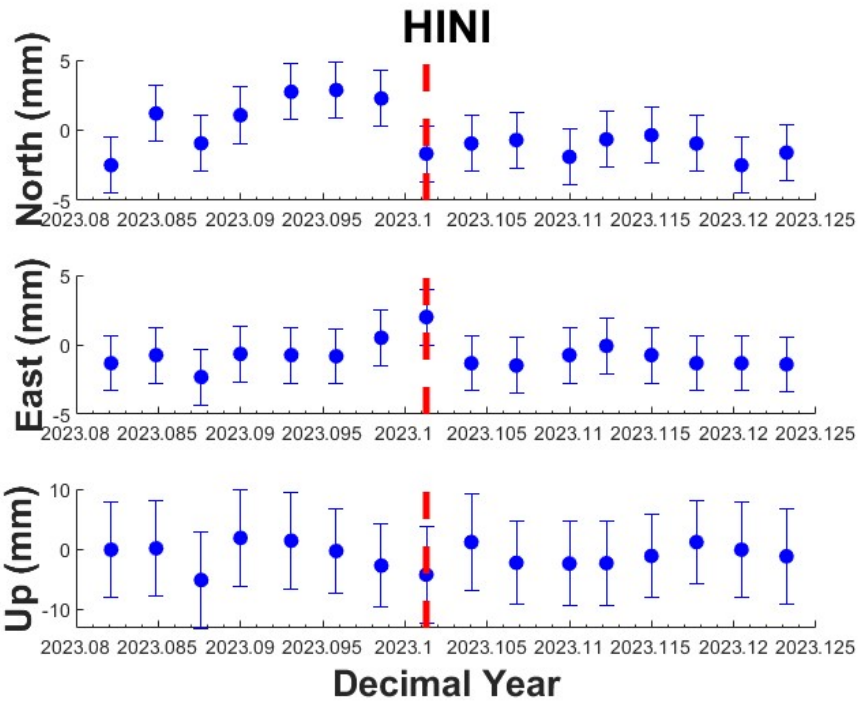
Şekil A.23 GIRS istasyonuna ait zaman serisi



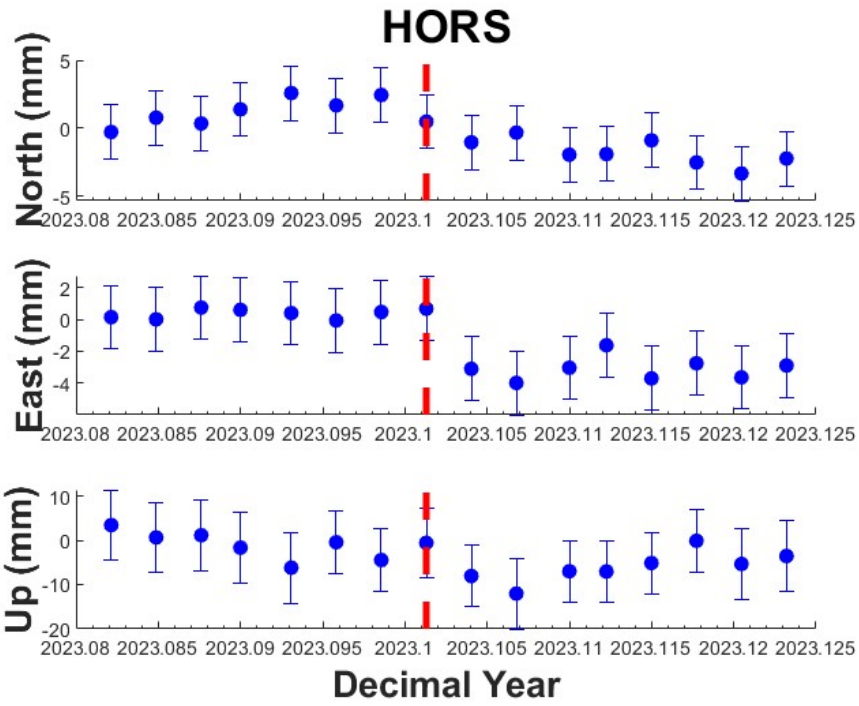
Şekil A.24 GUMU istasyonuna ait zaman serisi



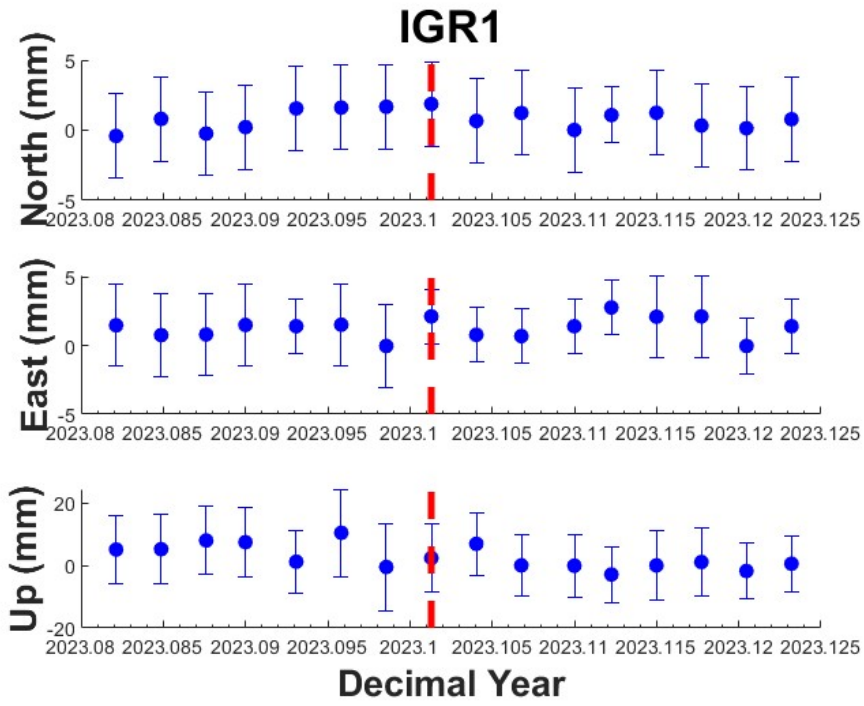
Şekil A.25 HAK1 istasyonuna ait zaman serisi



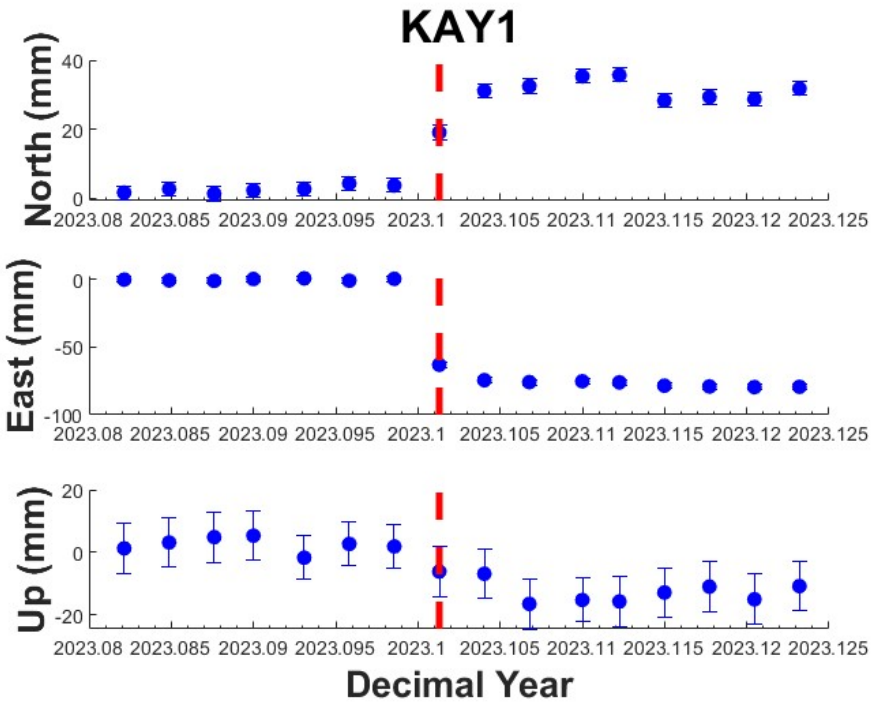
Şekil A.26 HINI istasyonuna ait zaman serisi



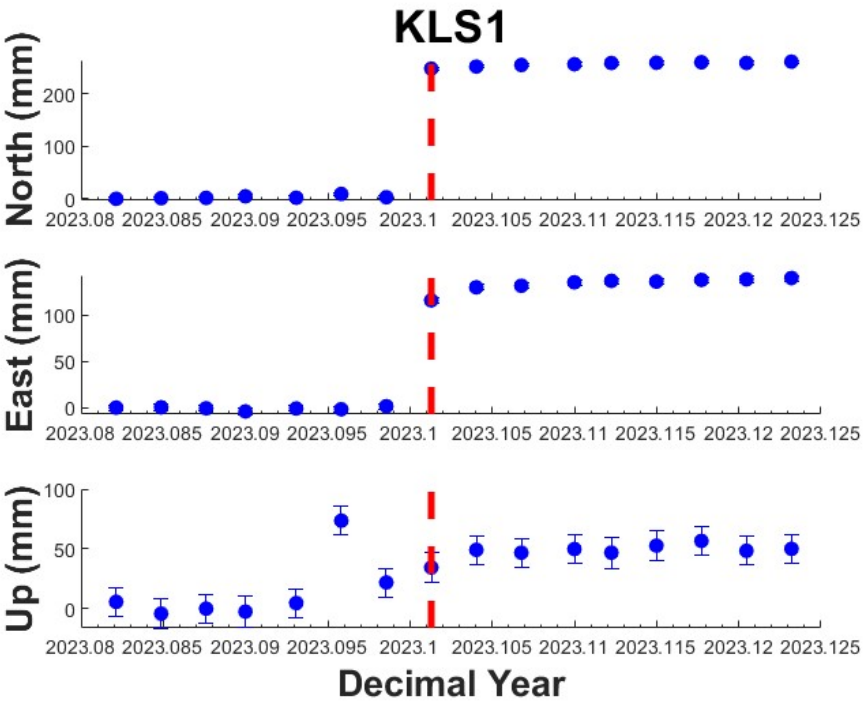
Şekil A.27 HORS istasyonuna ait zaman serisi



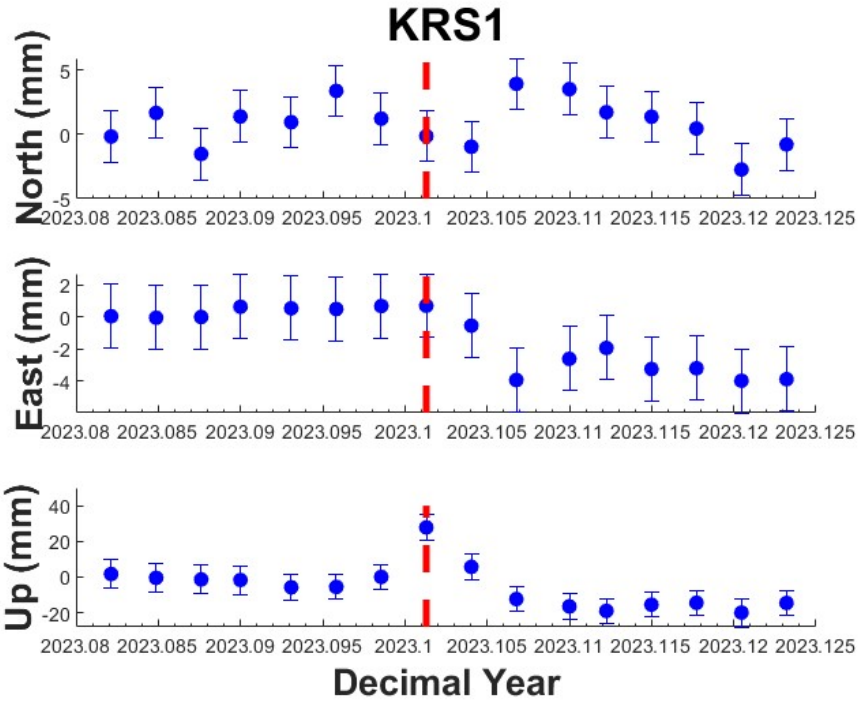
Şekil A.28 IGR1 istasyonuna ait zaman serisi



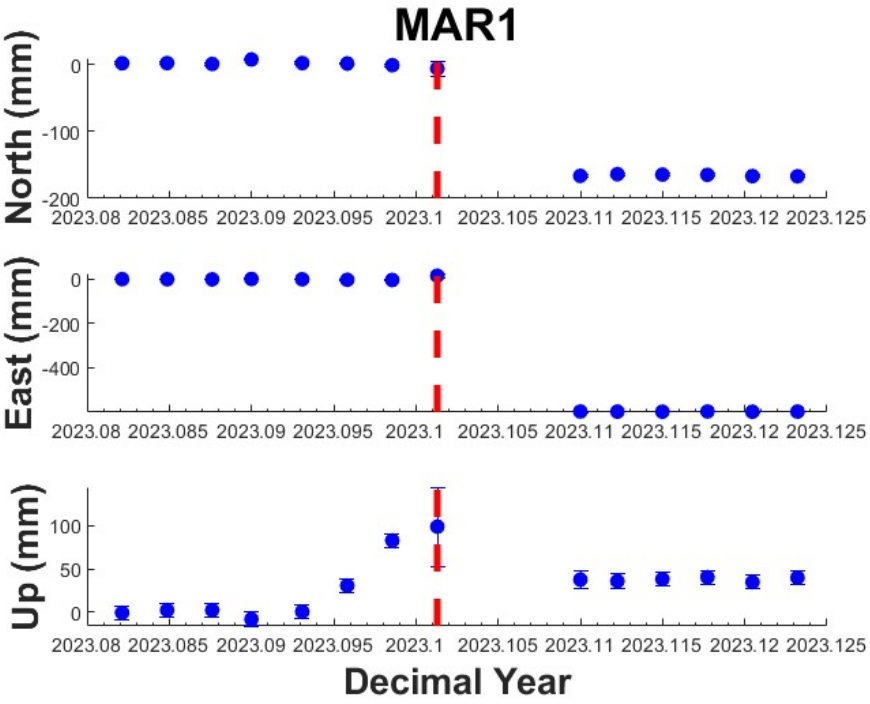
Şekil A.29 KAY1 istasyonuna ait zaman serisi



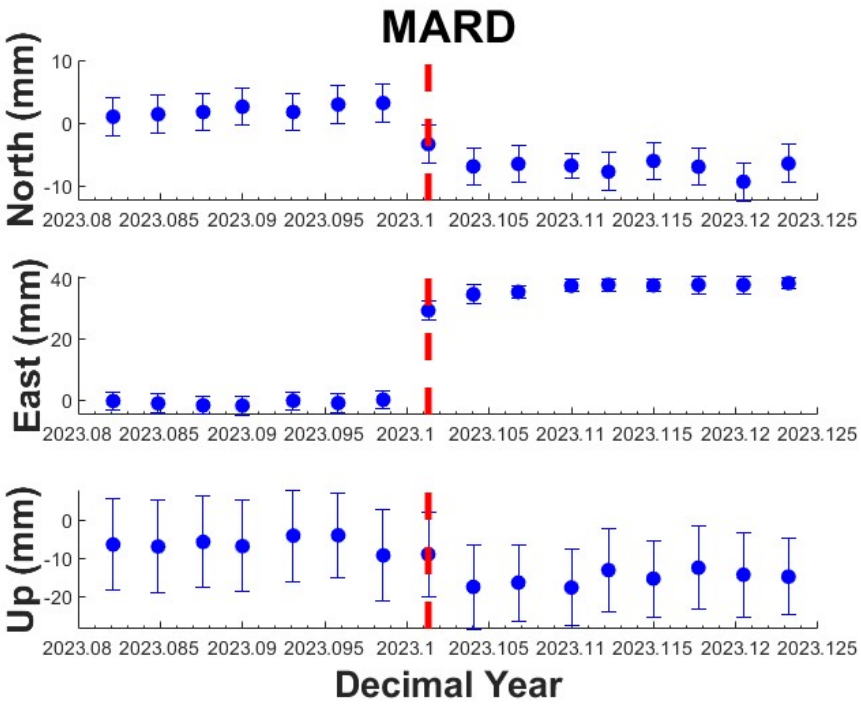
Şekil A.30 KLS1 istasyonuna ait zaman serisi



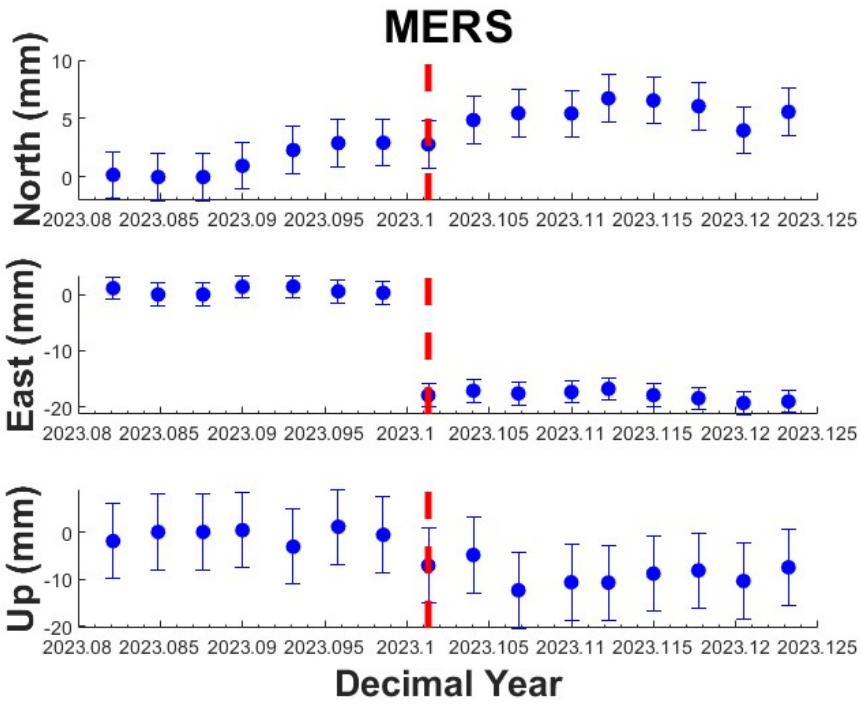
Şekil A.31 KRS1 istasyonuna ait zaman serisi



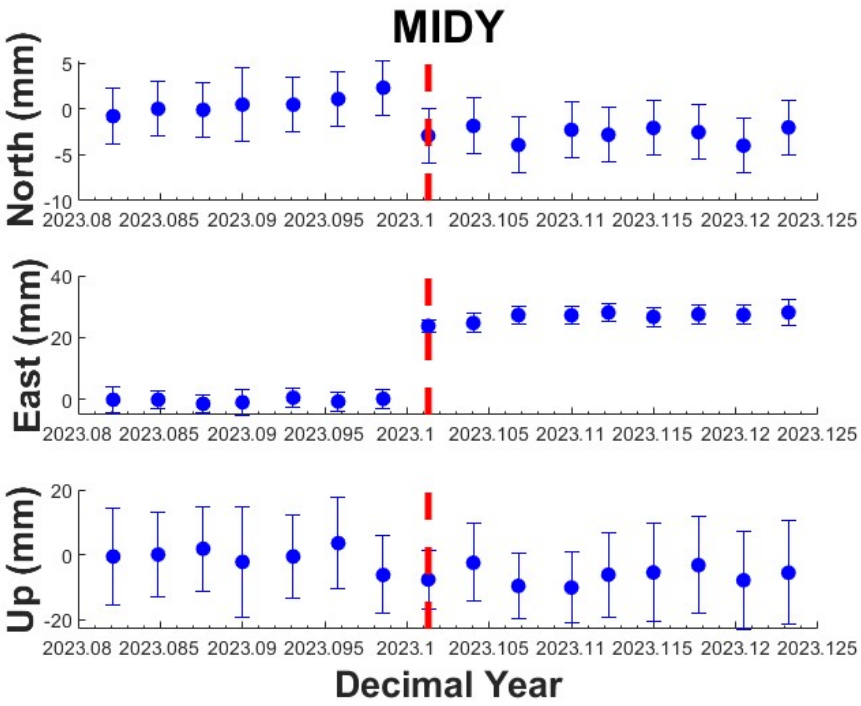
Şekil A.32 MAR1 istasyonuna ait zaman serisi



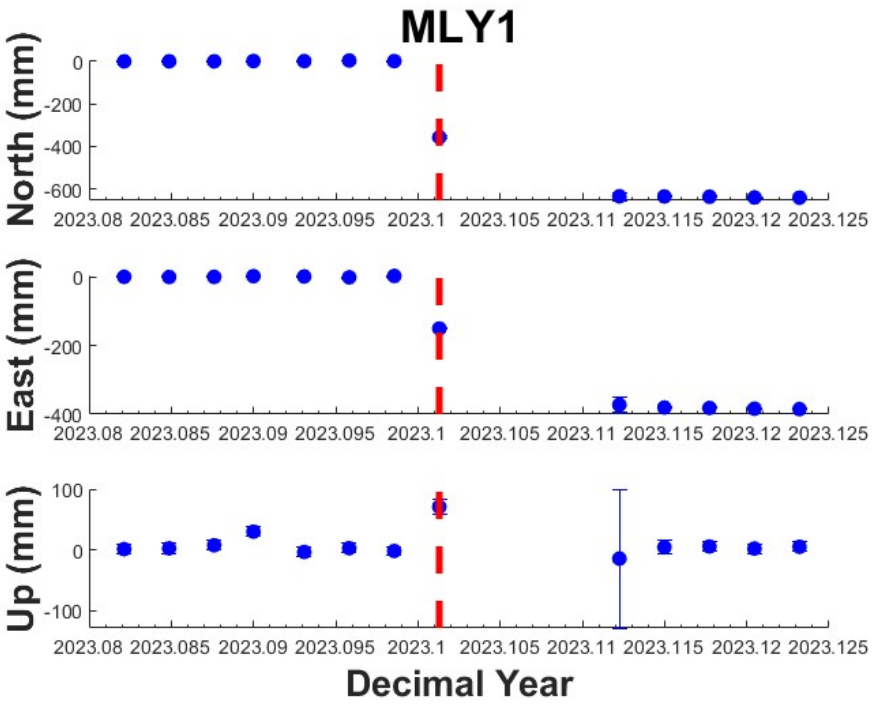
Şekil A.33 MARD istasyonuna ait zaman serisi



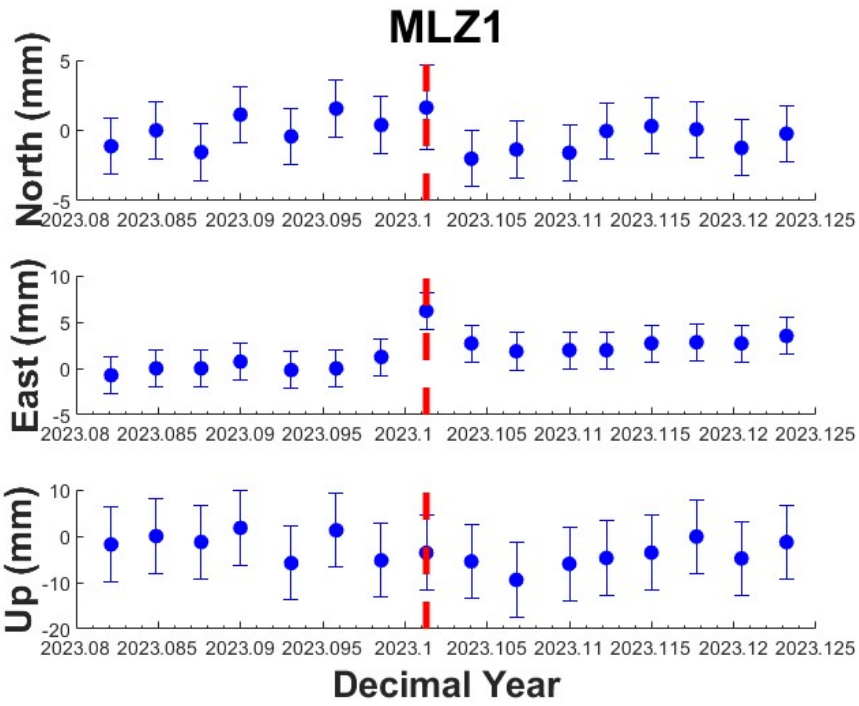
Şekil A.34 MERS istasyonuna ait zaman serisi



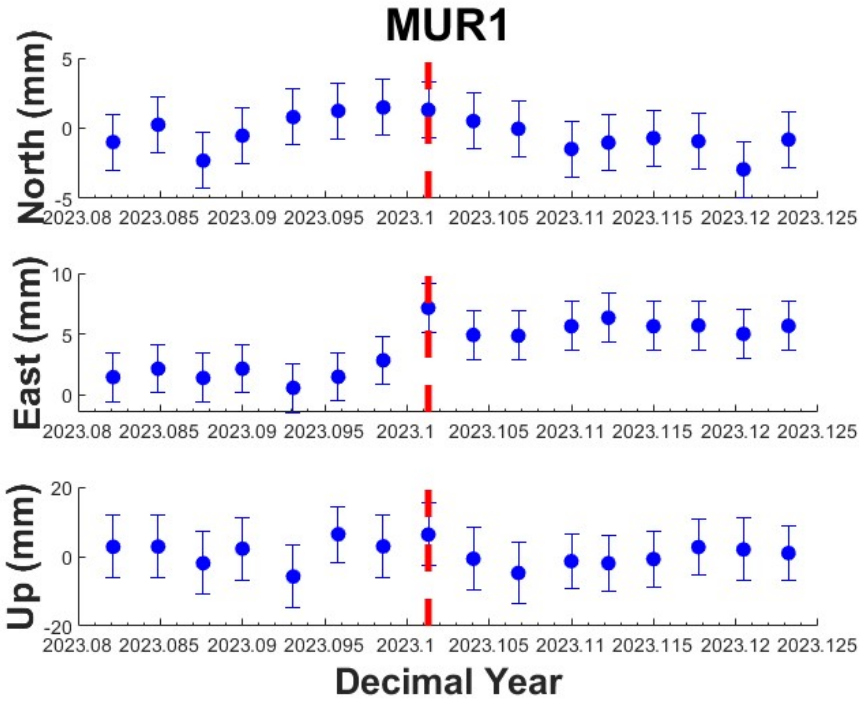
Şekil A.35 MIDY istasyonuna ait zaman serisi



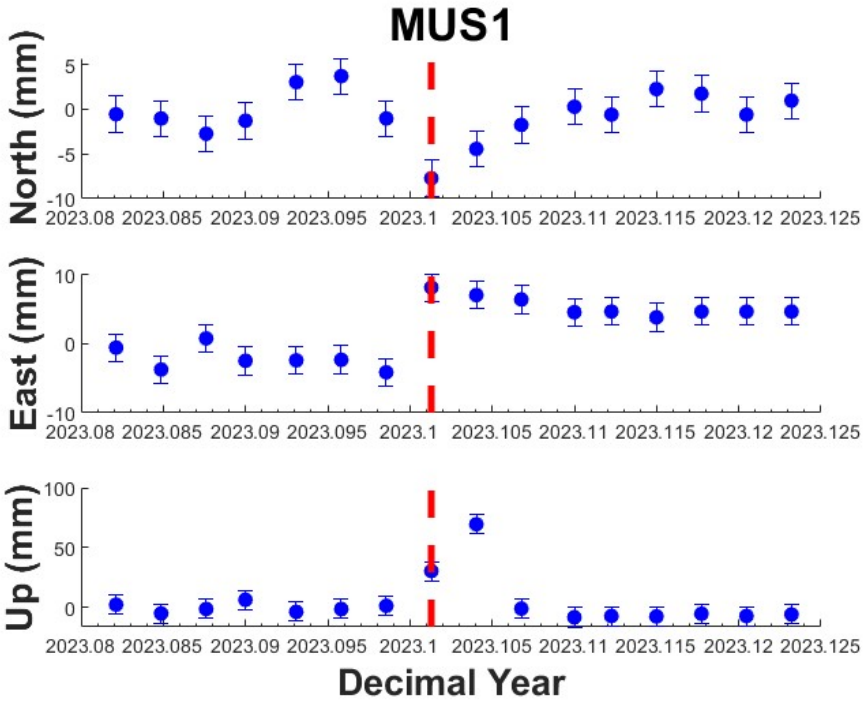
Şekil A.36 MLY1 istasyonuna ait zaman serisi



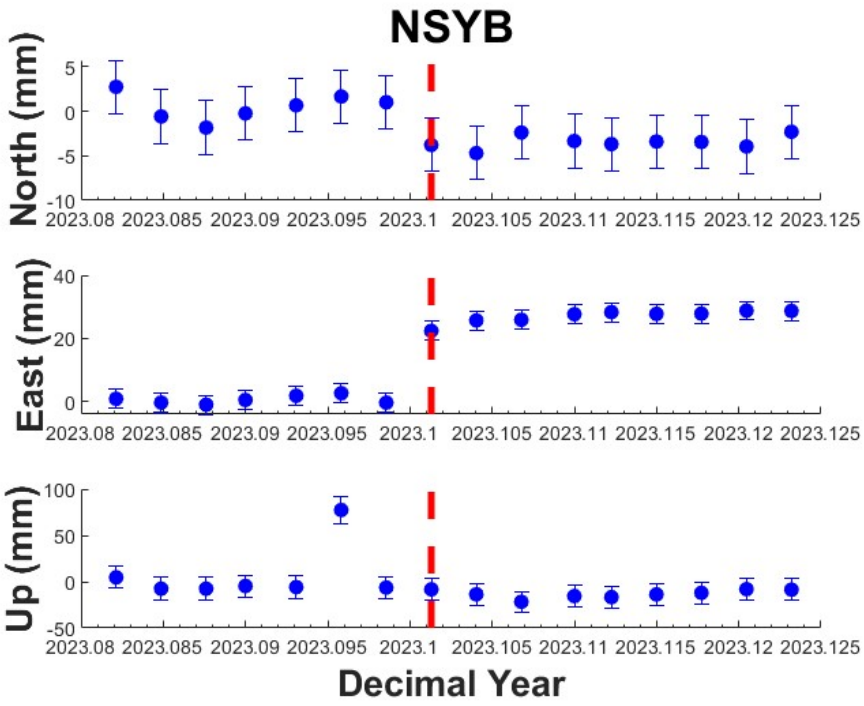
Şekil A.37 MLZ1 istasyonuna ait zaman serisi



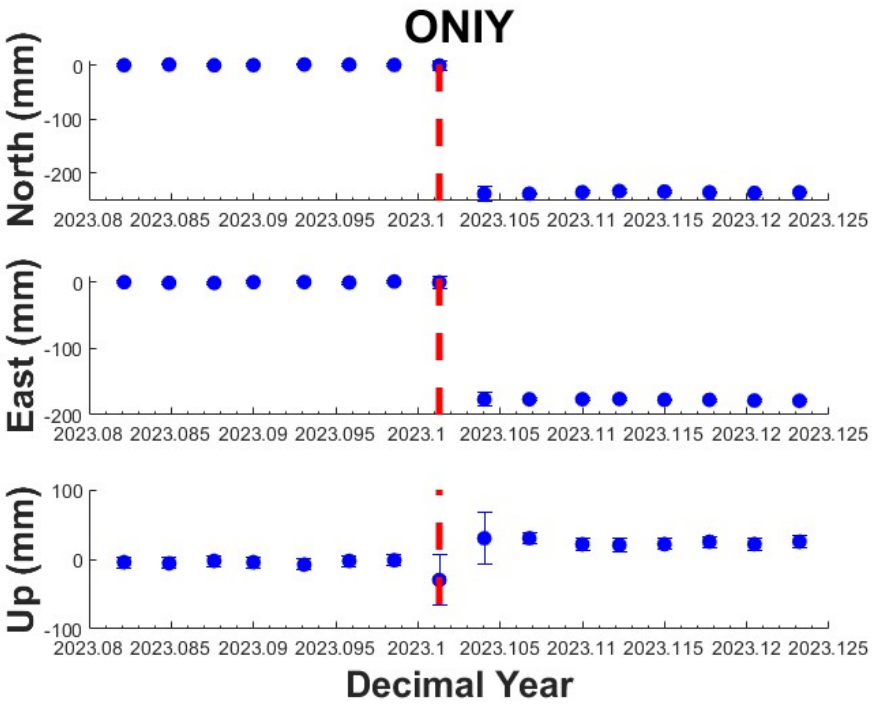
Şekil A.38 MUR1 istasyonuna ait zaman serisi



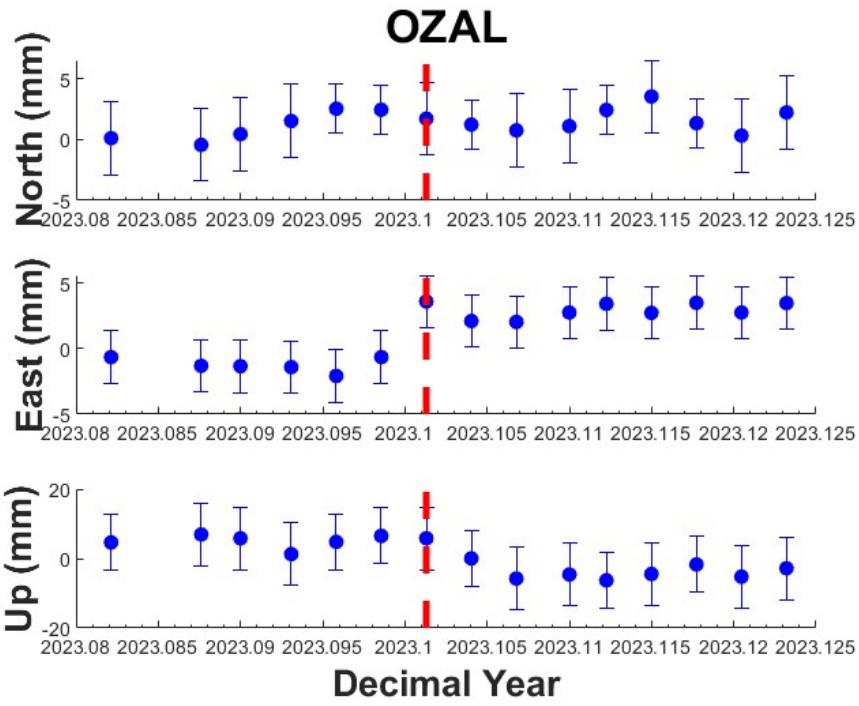
Şekil A.39 MUS1 istasyonuna ait zaman serisi



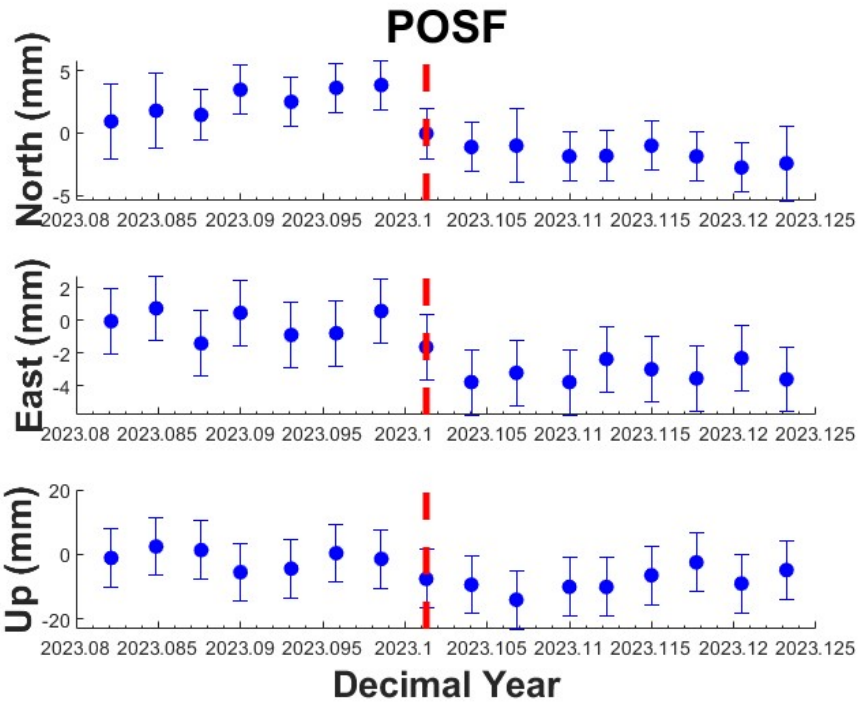
Şekil A.40 NSYB istasyonuna ait zaman serisi



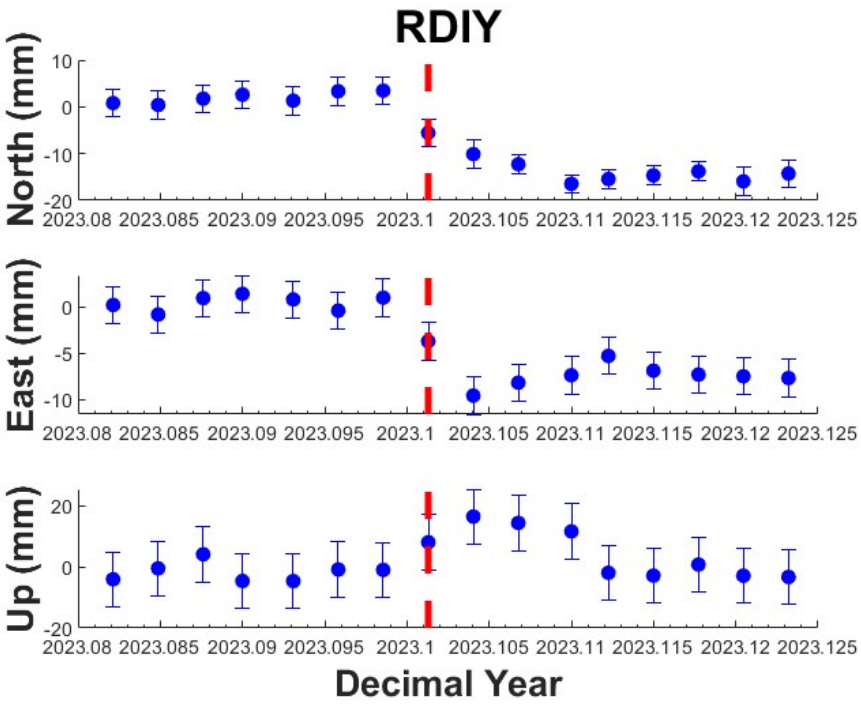
Şekil A.41 ONIY istasyonuna ait zaman serisi



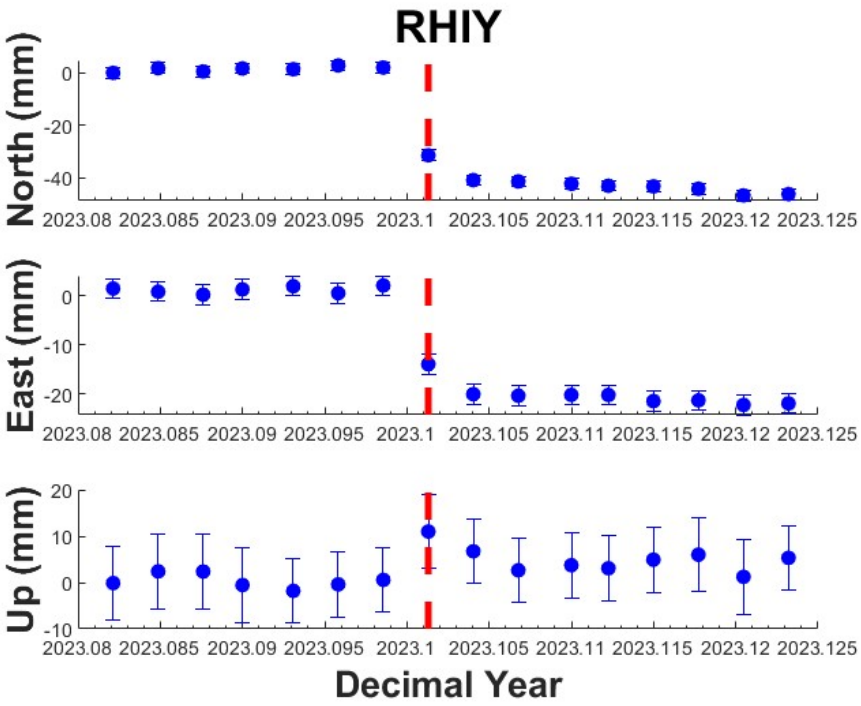
Şekil A.42 OZAL istasyonuna ait zaman serisi



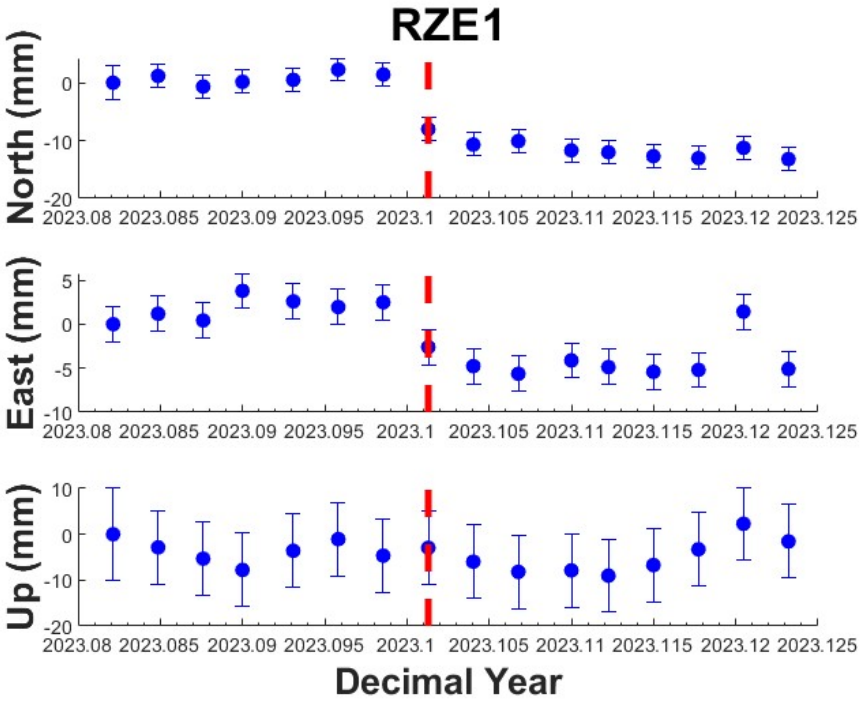
Şekil A.43 POSF istasyonuna ait zaman serisi



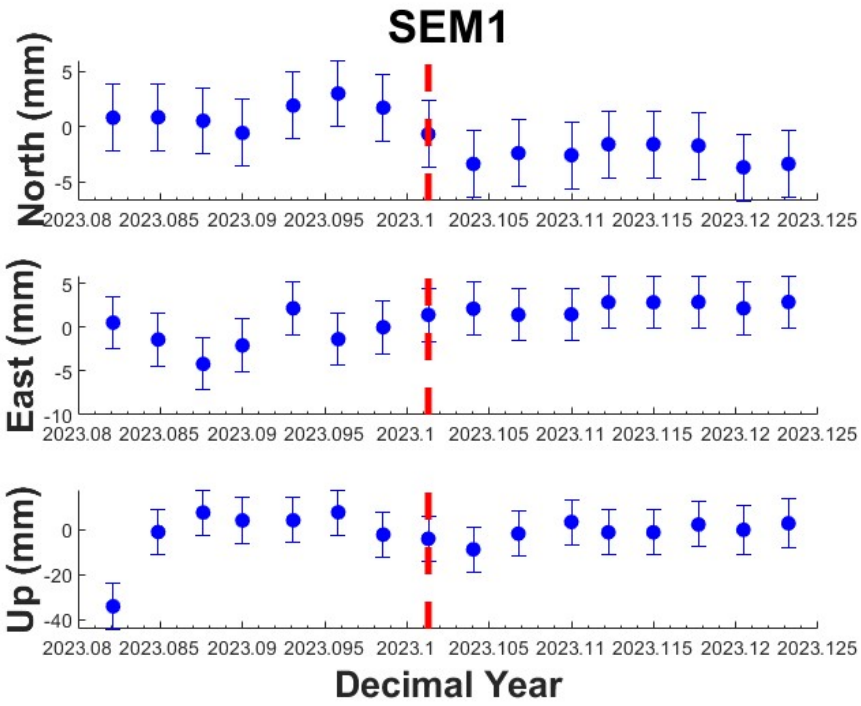
Şekil A.44 RDIY istasyonuna ait zaman serisi



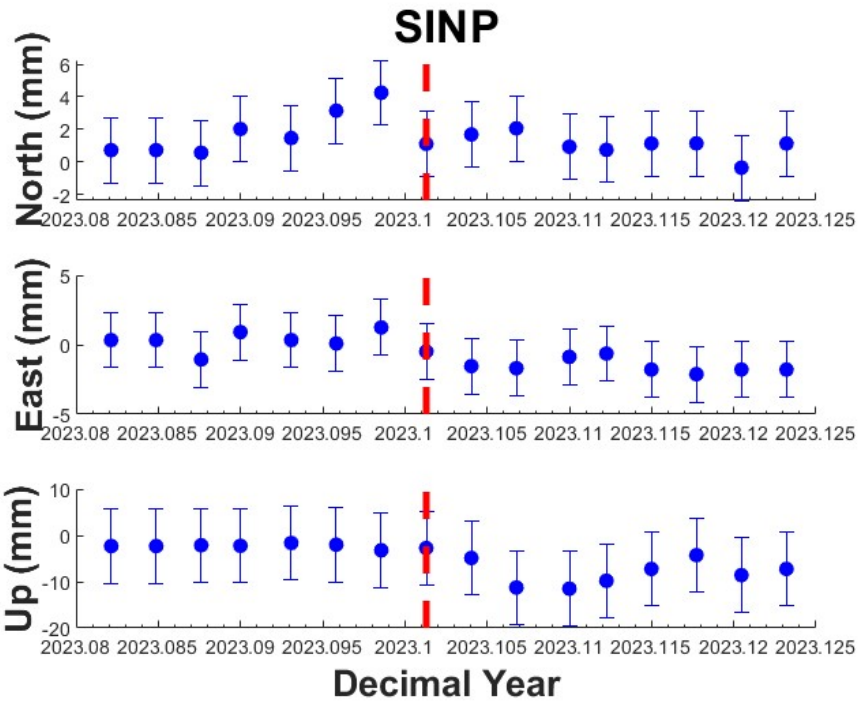
Şekil A.45 RHIY istasyonuna ait zaman serisi



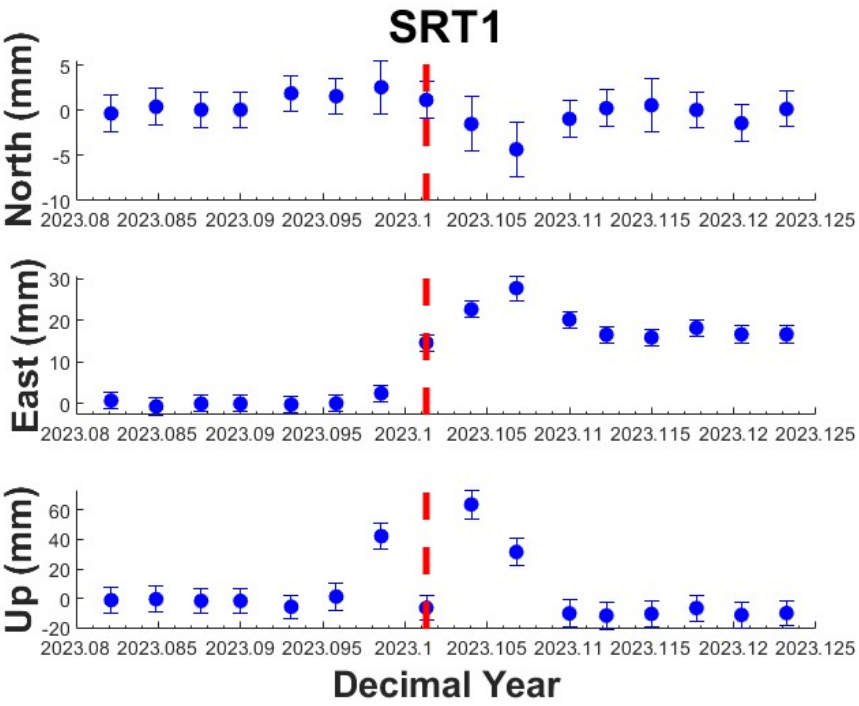
Şekil A.46 RZE1 istasyonuna ait zaman serisi



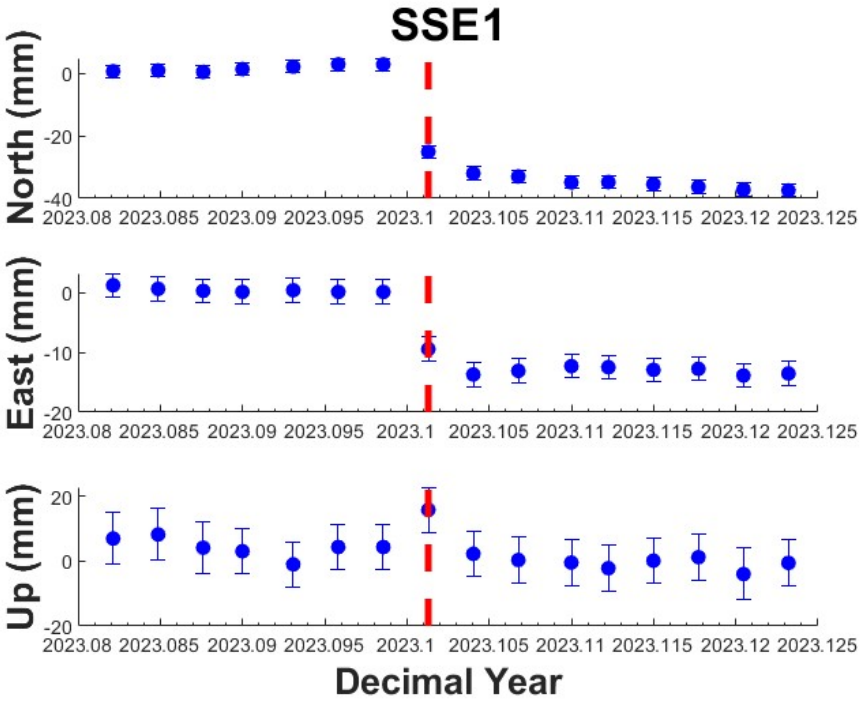
Şekil A.47 SEM1 istasyonuna ait zaman serisi



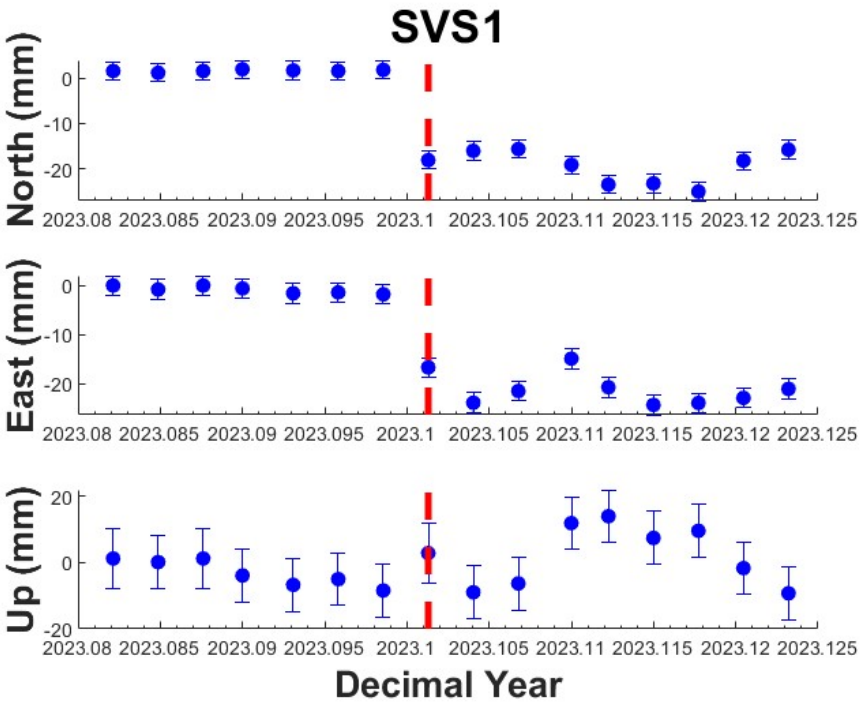
Şekil A.48 SINP istasyonuna ait zaman serisi



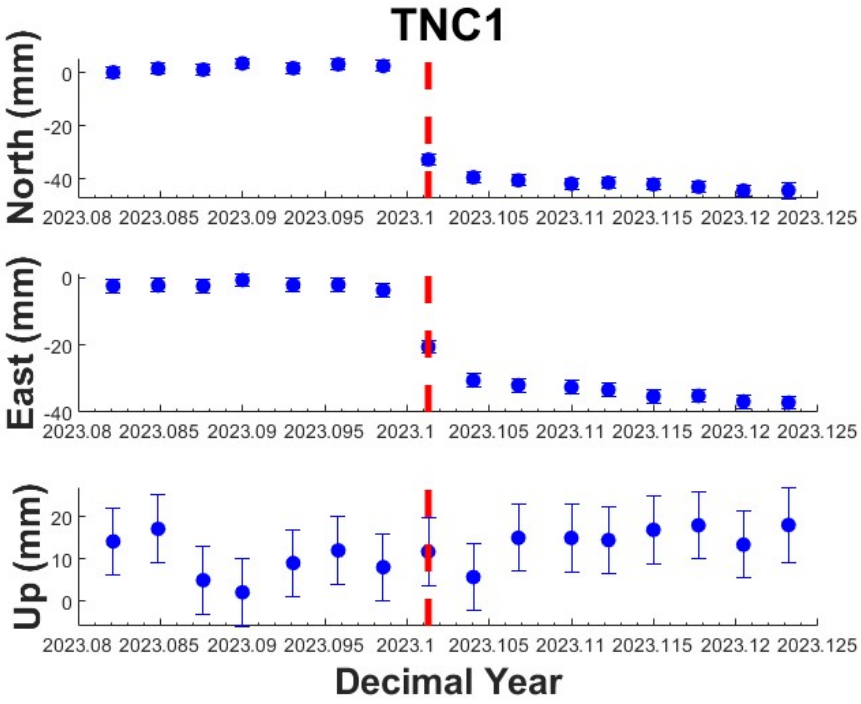
Şekil A.49 SRT1 istasyonuna ait zaman serisi



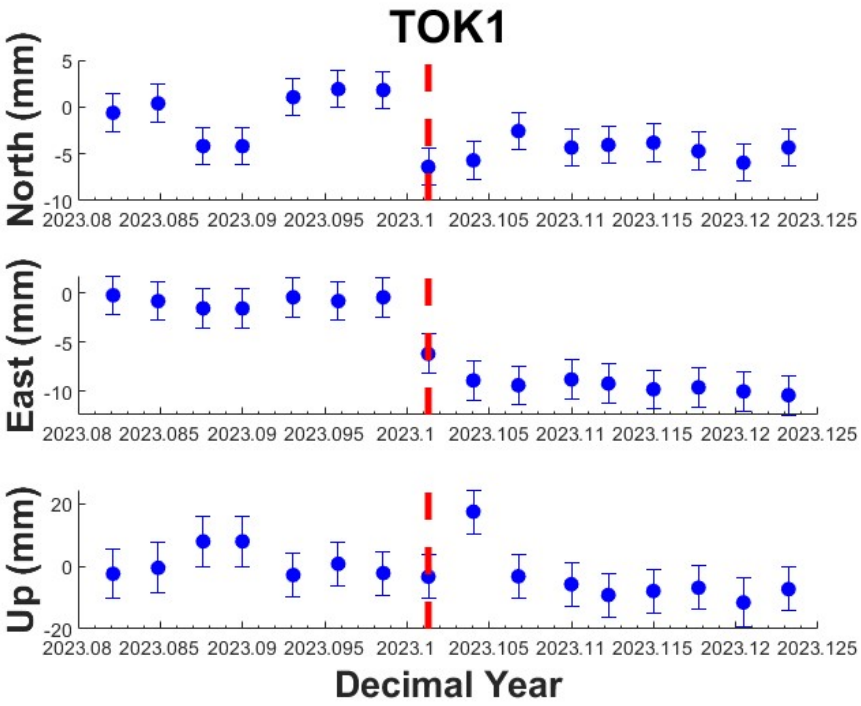
Şekil A.50 SSE1 istasyonuna ait zaman serisi



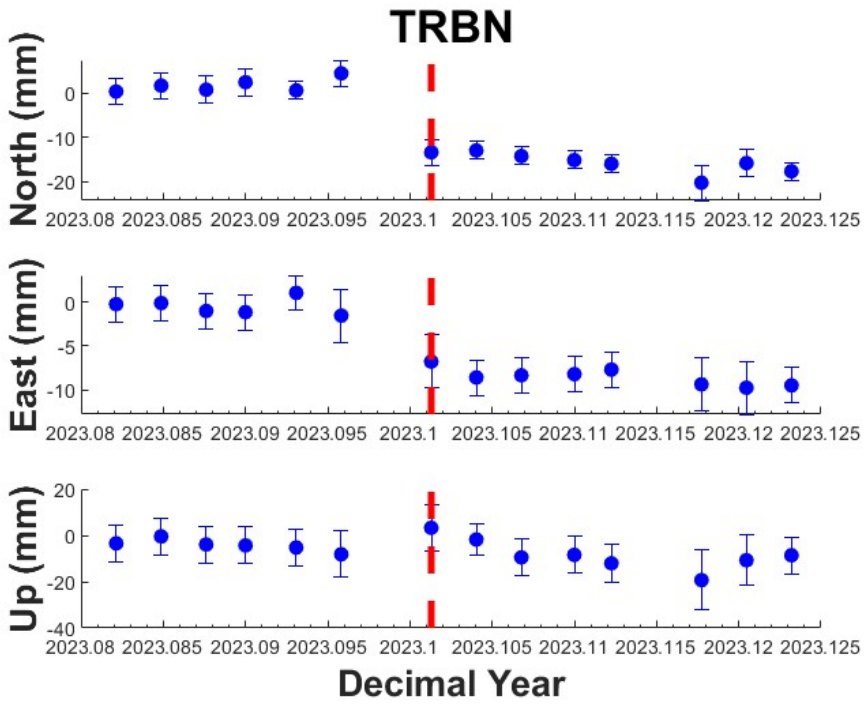
Şekil A.51 SVS1 istasyonuna ait zaman serisi



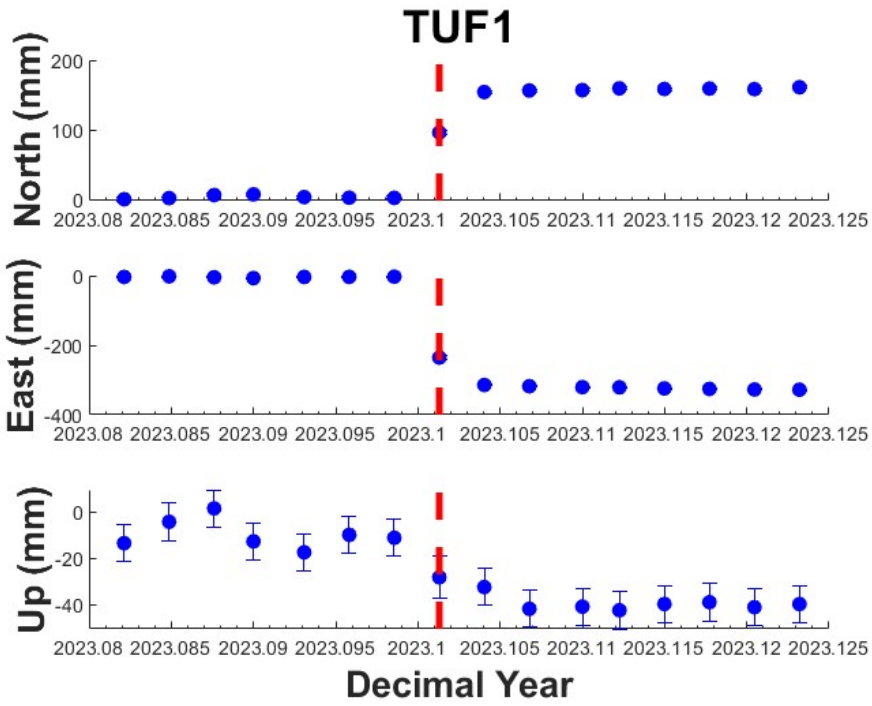
Şekil A.52 TNC1 istasyonuna ait zaman serisi



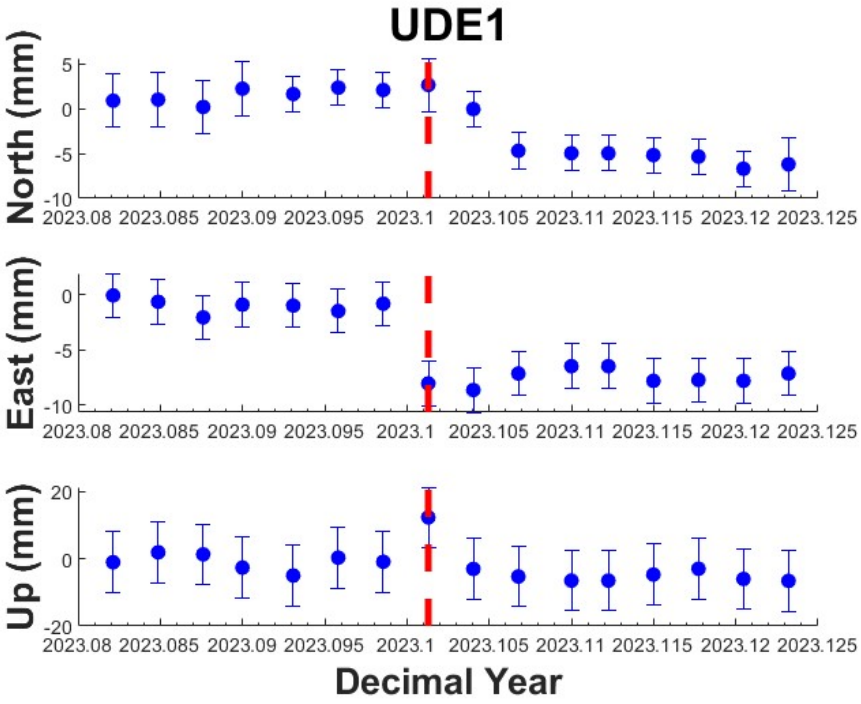
Şekil A.53 TOK1 istasyonuna ait zaman serisi



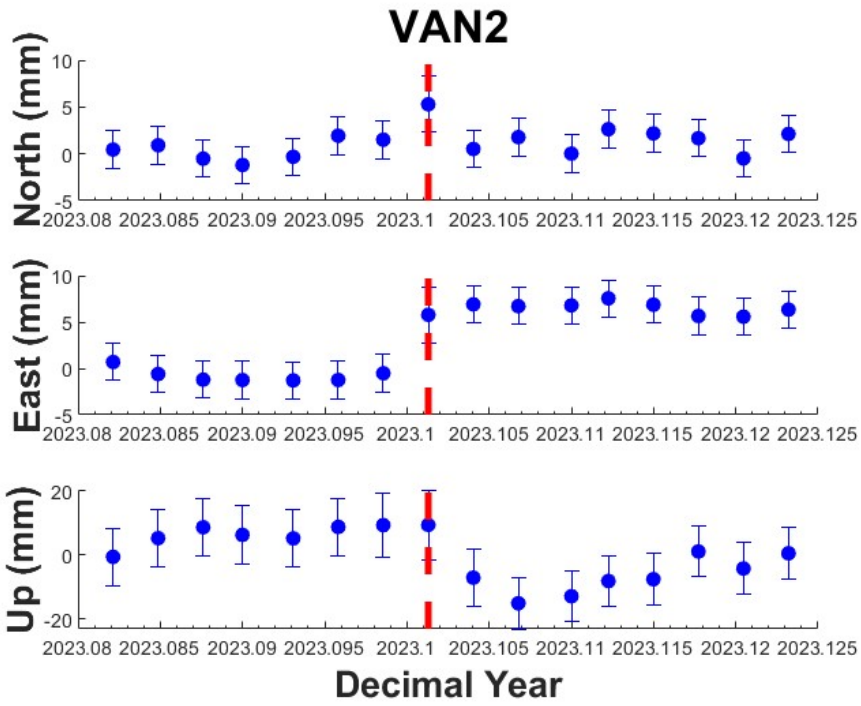
Şekil A.54 TRBN istasyonuna ait zaman serisi



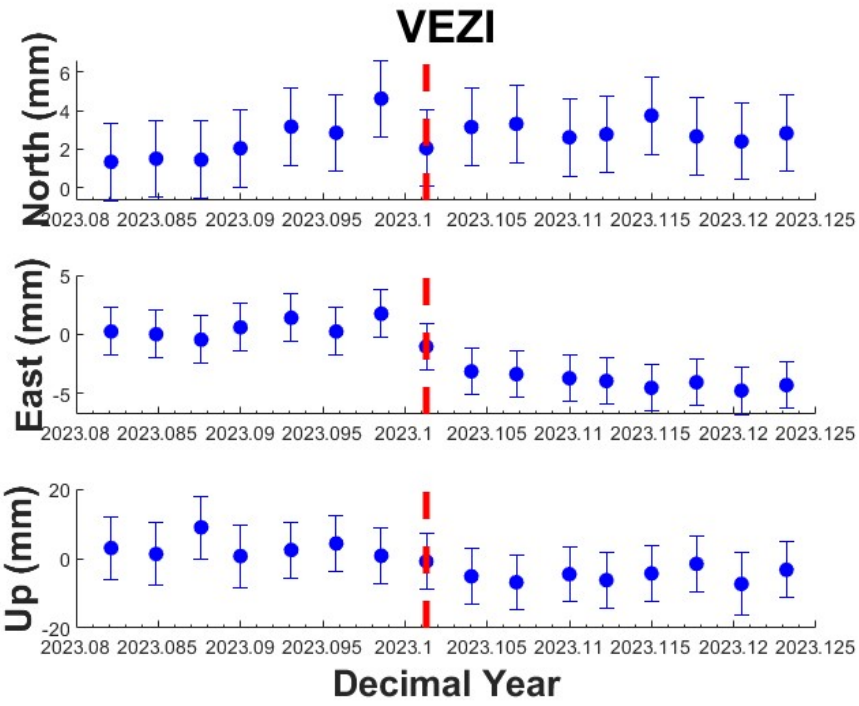
Şekil A.55 TUF1 istasyonuna ait zaman serisi



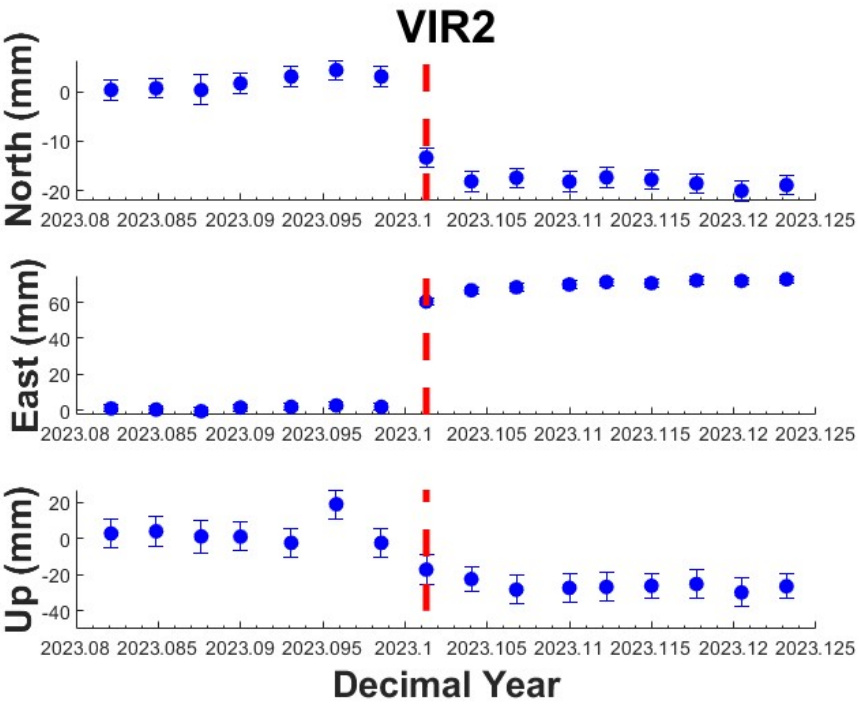
Şekil A.56 UDE1 istasyonuna ait zaman serisi



Şekil A.57 VAN2 istasyonuna ait zaman serisi

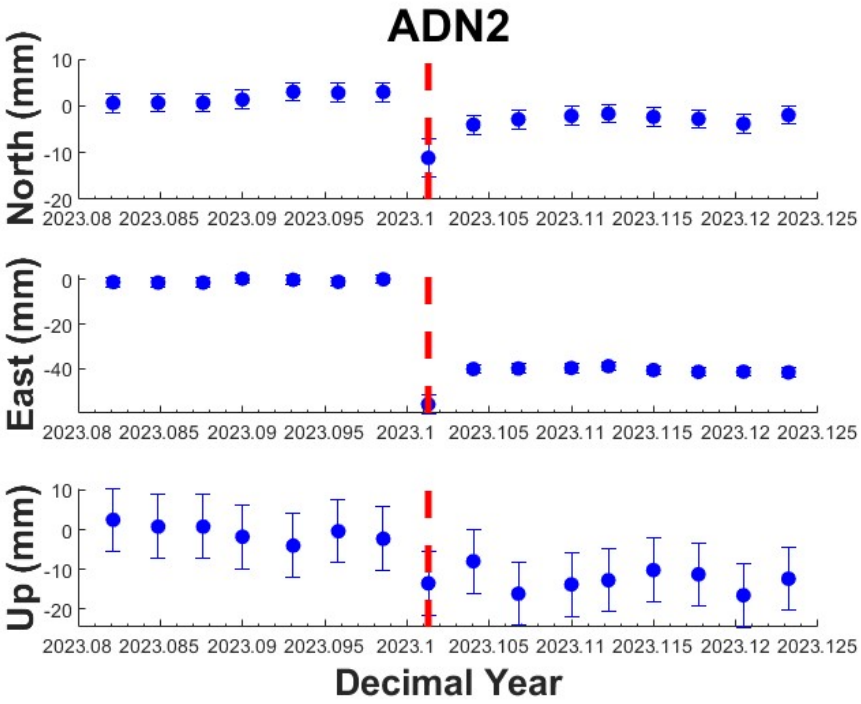


Şekil A.58 VEZI istasyonuna ait zaman serisi

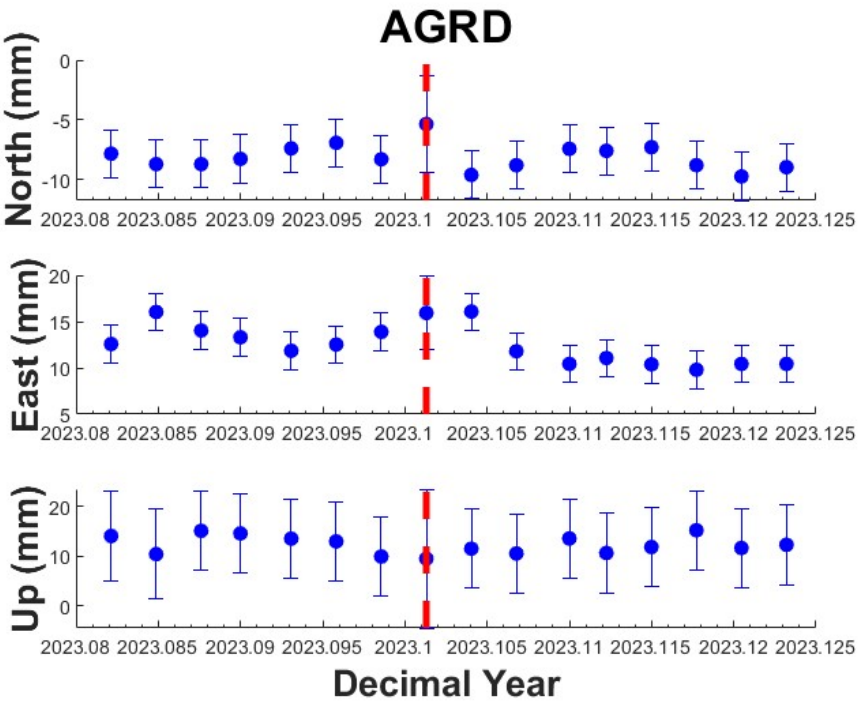


Şekil A.59 VIR2 istasyonuna ait zaman serisi

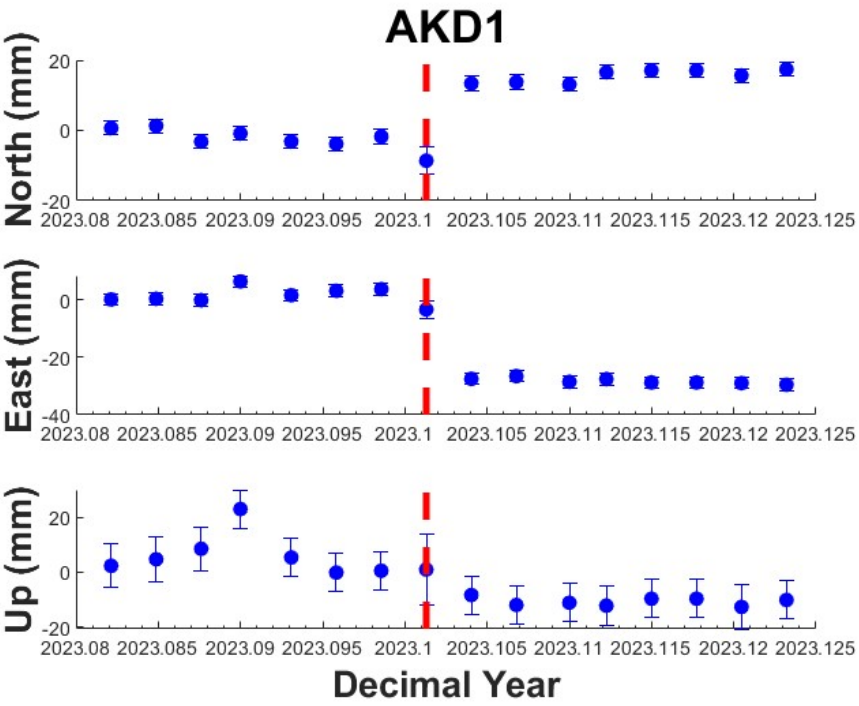
A.2 İki Depremin Ayrı İncelenmesiyle Oluşturulan Zaman Serileri



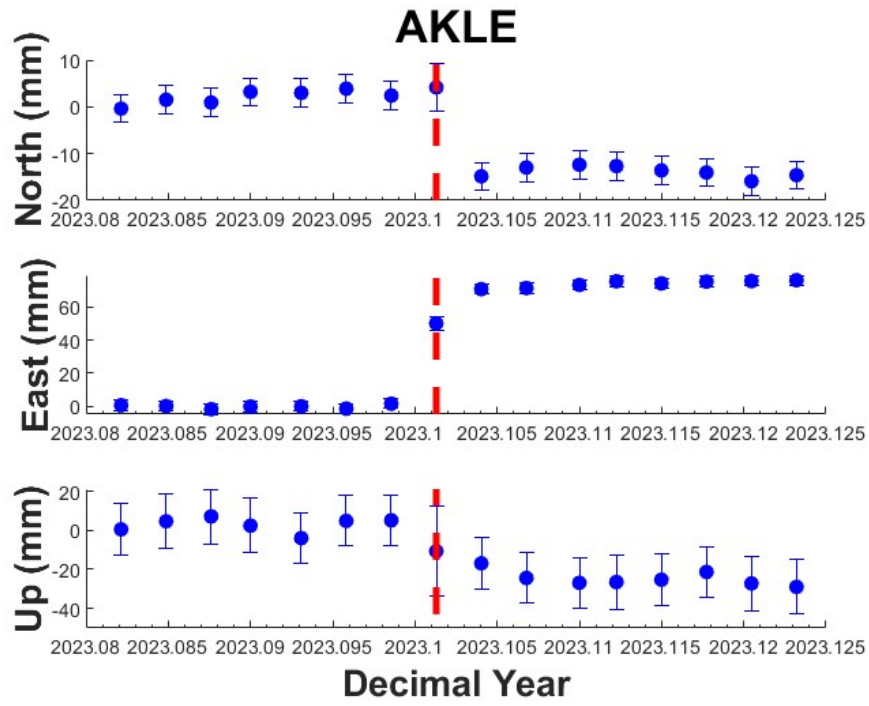
Şekil A.60 ADN2 istasyonuna ait zaman serisi



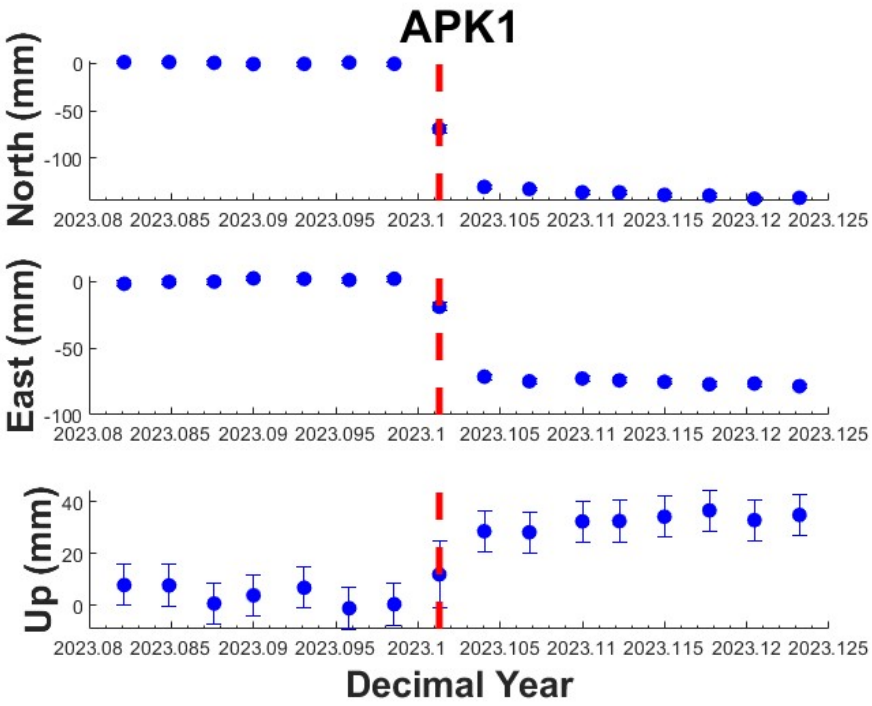
Şekil A.61 AGRD istasyonuna ait zaman serisi



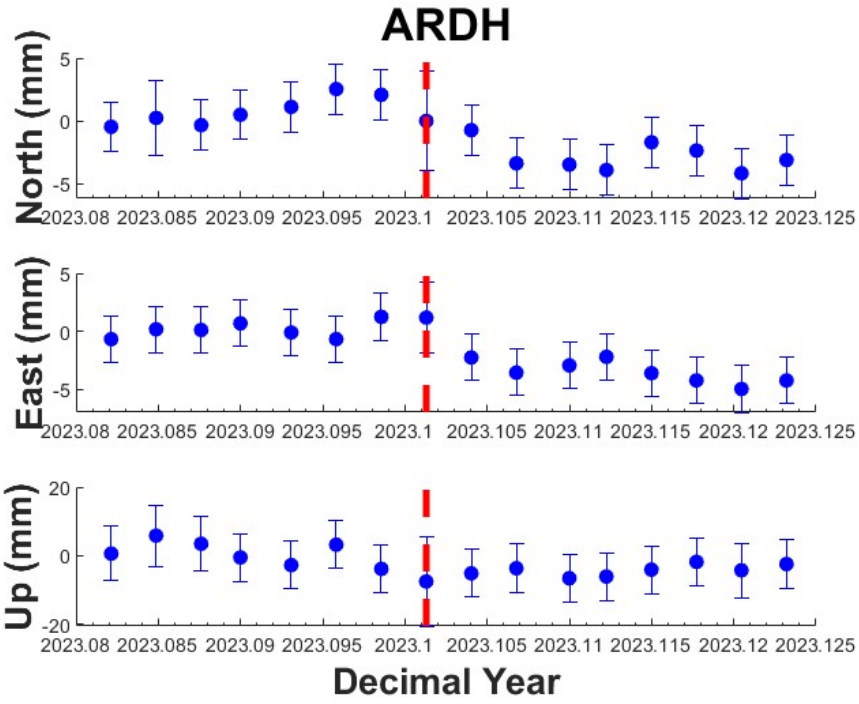
Şekil A.62 AKD1 istasyonuna ait zaman serisi



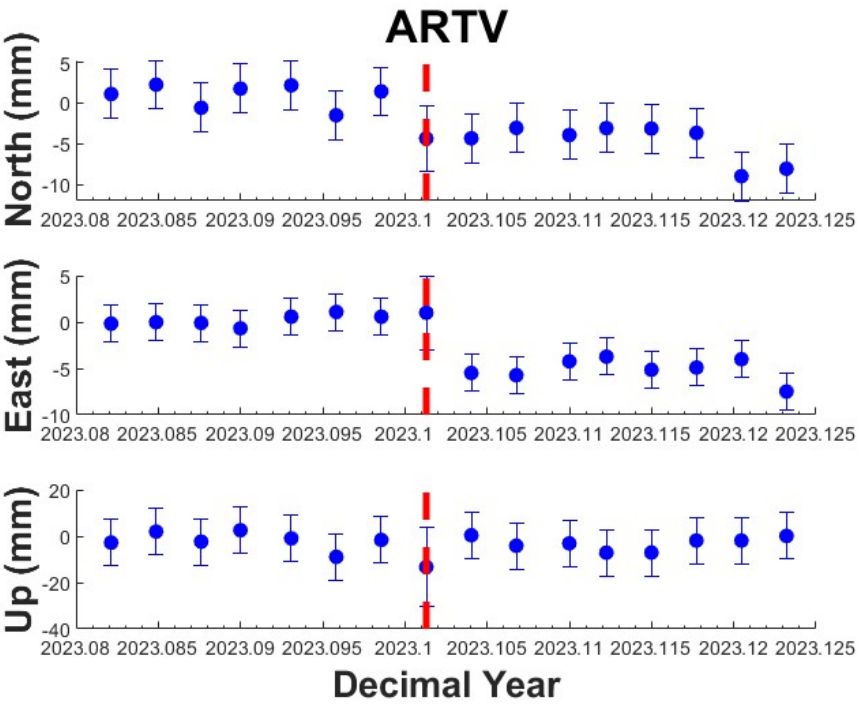
Şekil A.63 AKLE istasyonuna ait zaman serisi



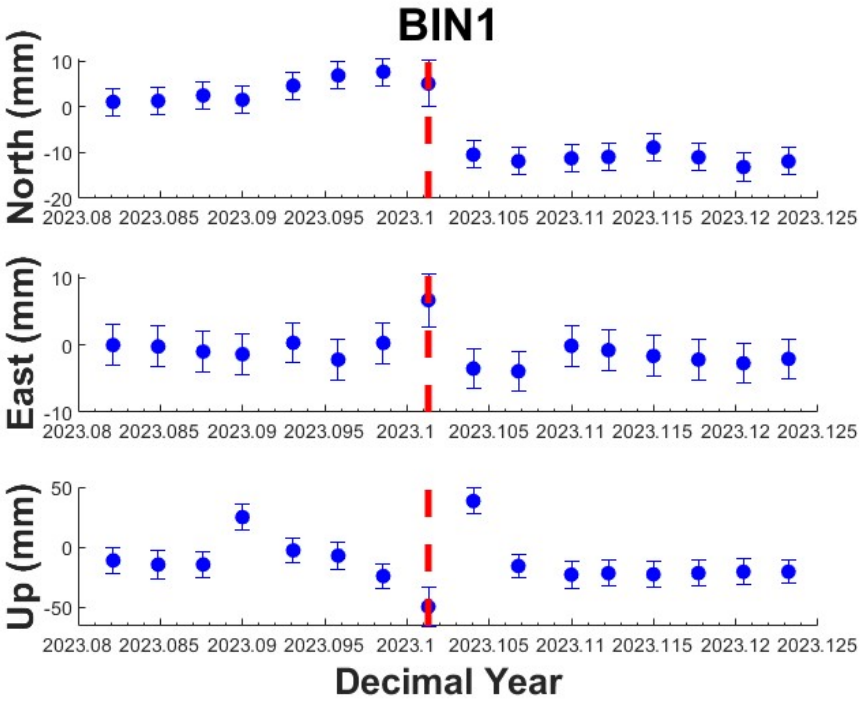
Şekil A.64 APK1 istasyonuna ait zaman serisi



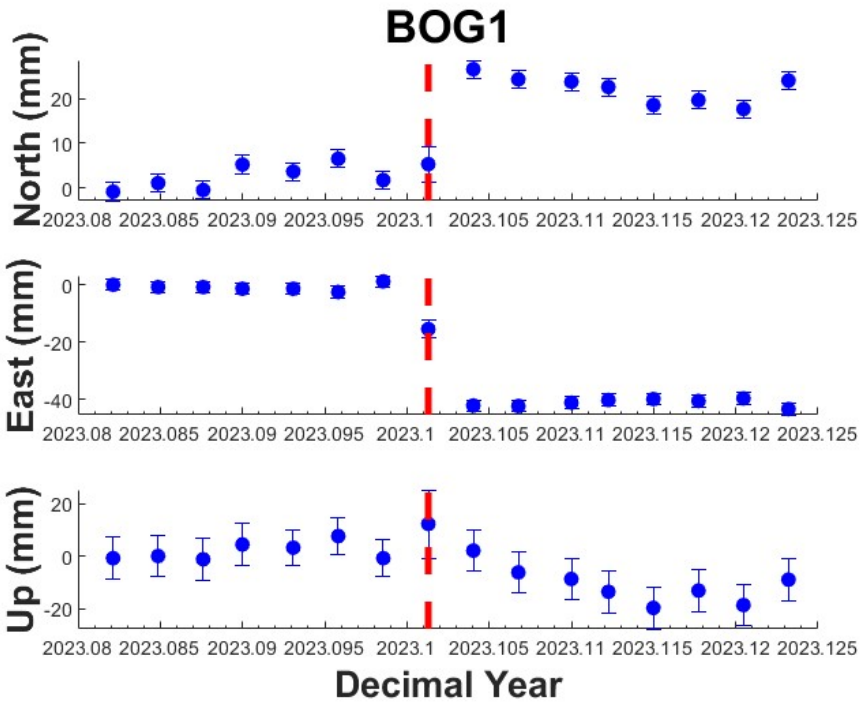
Şekil A.65 ARDH istasyonuna ait zaman serisi



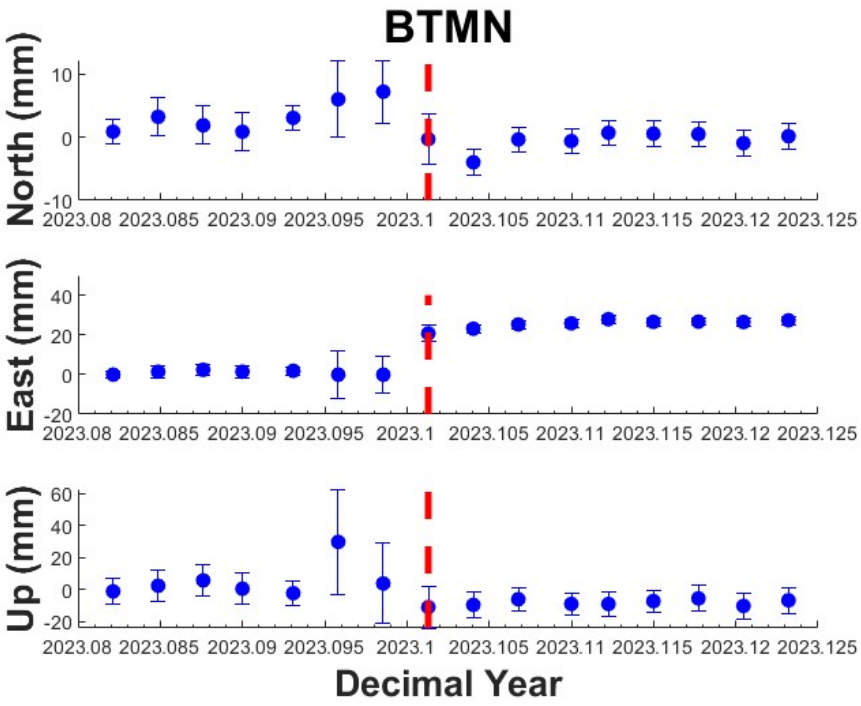
Şekil A.66 ARTV istasyonuna ait zaman serisi



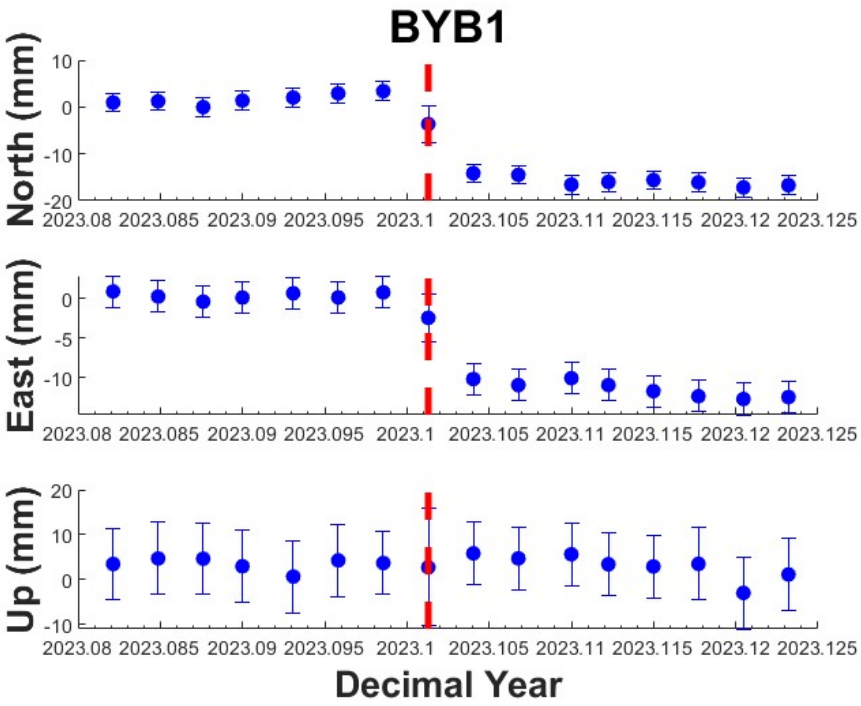
Şekil A.67 BIN1 istasyonuna ait zaman serisi



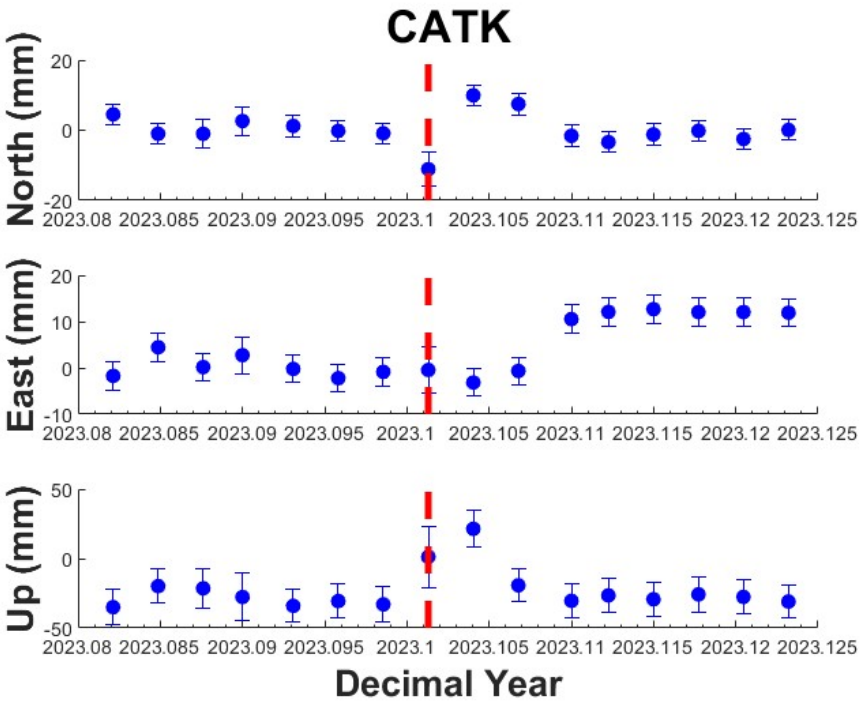
Şekil A.68 BOG1 istasyonuna ait zaman serisi



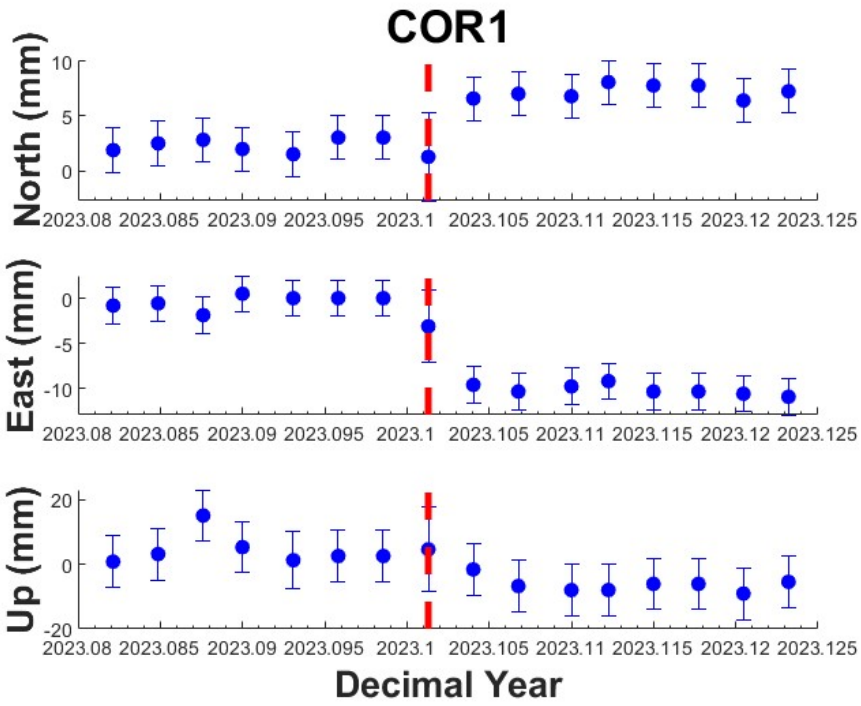
Şekil A.69 BTMN istasyonuna ait zaman serisi



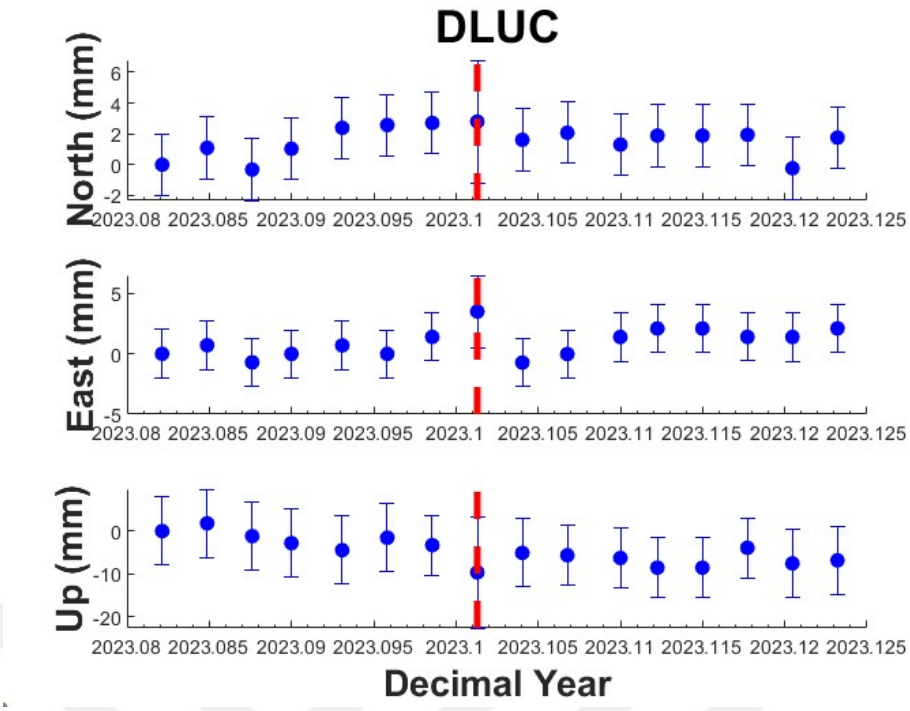
Şekil A.70 BYB1 istasyonuna ait zaman serisi



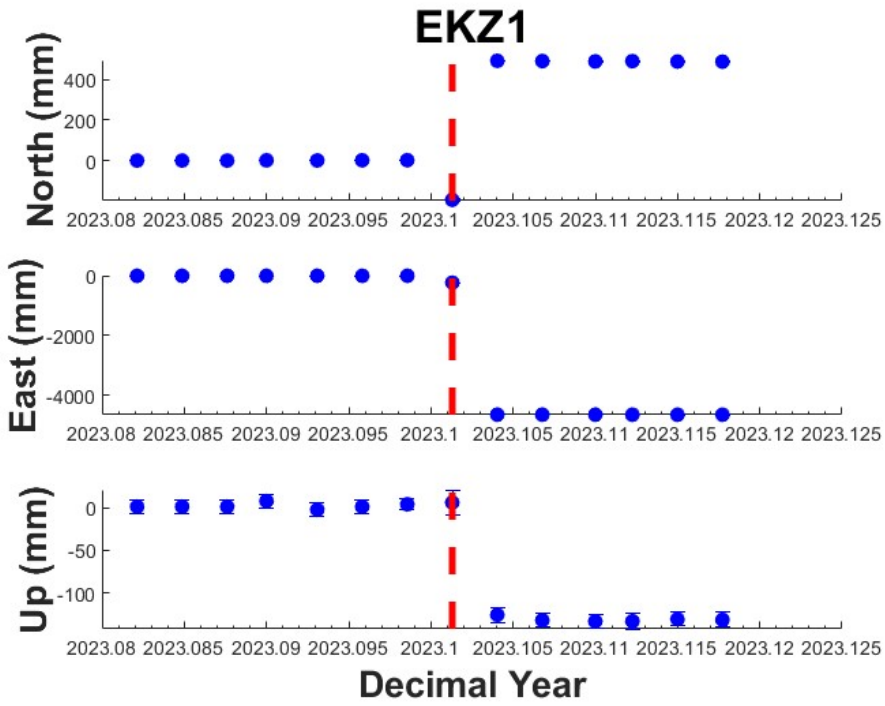
Şekil A.71 CATK istasyonuna ait zaman serisi



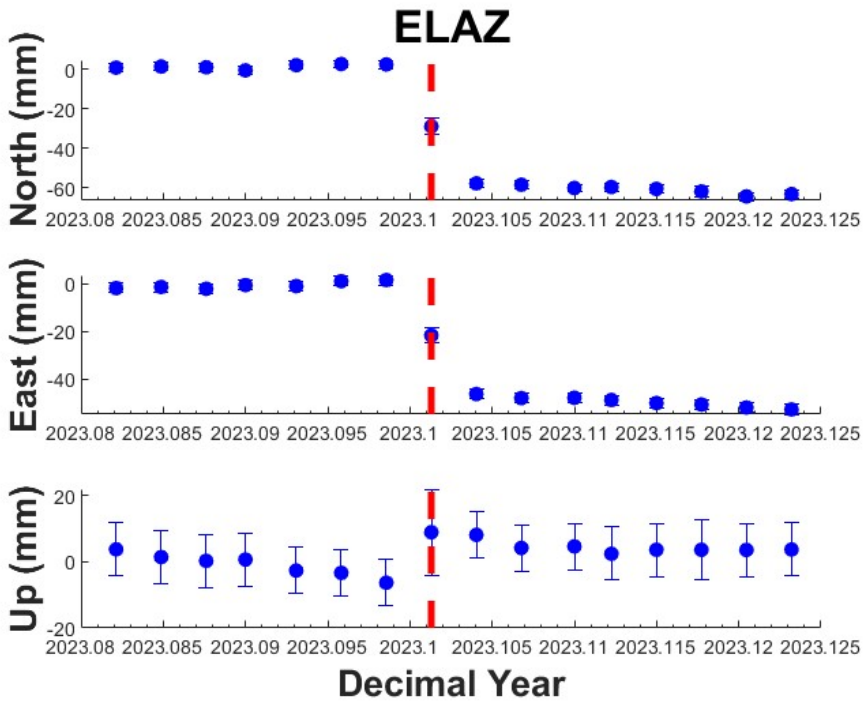
Şekil A.72 COR1 istasyonuna ait zaman serisi



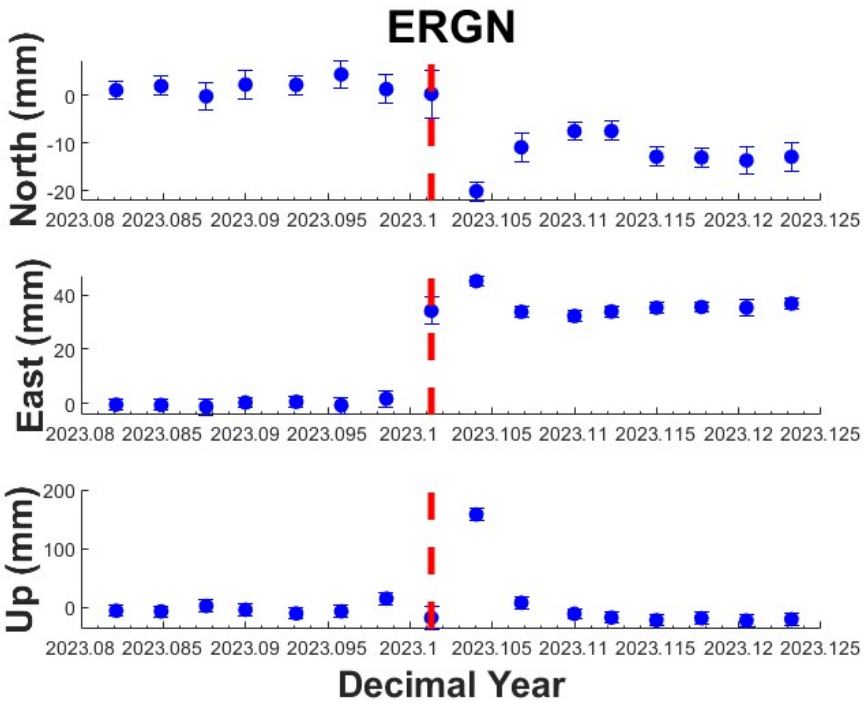
Şekil A.73 DLUC istasyonuna ait zaman serisi



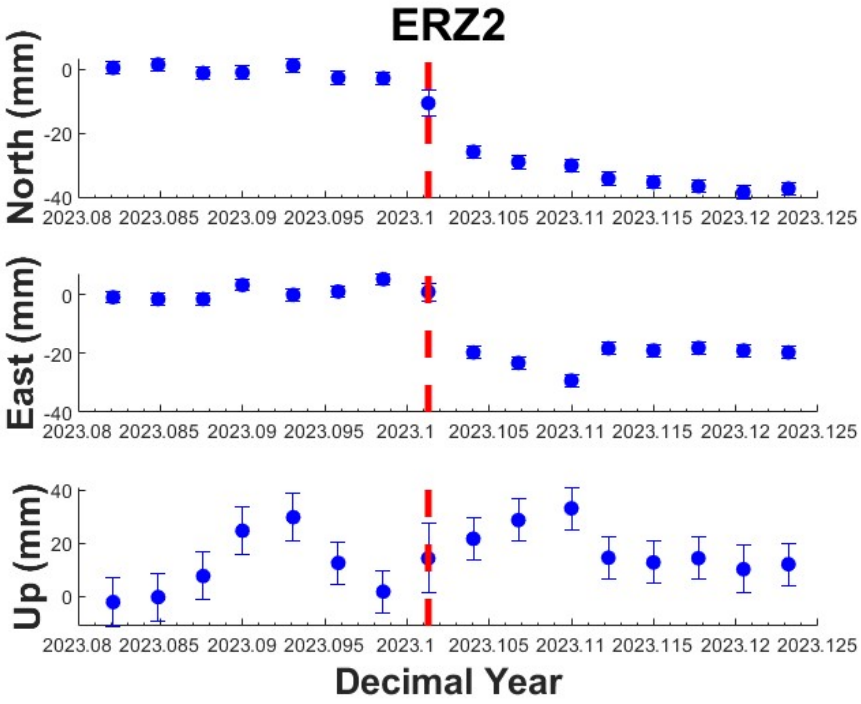
Şekil A.74 EKZ1 istasyonuna ait zaman serisi



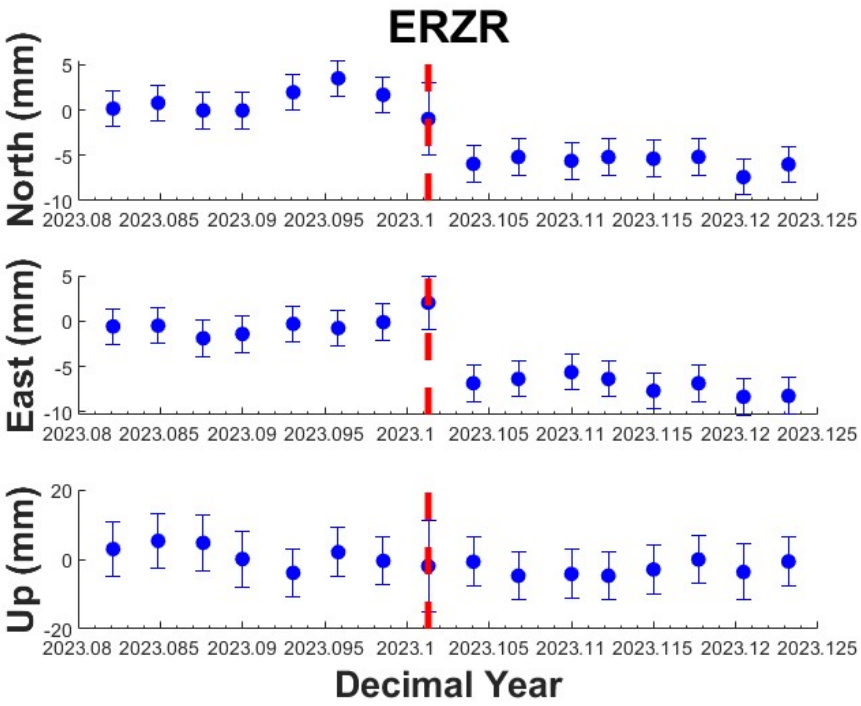
Şekil A.75 ELAZ istasyonuna ait zaman serisi



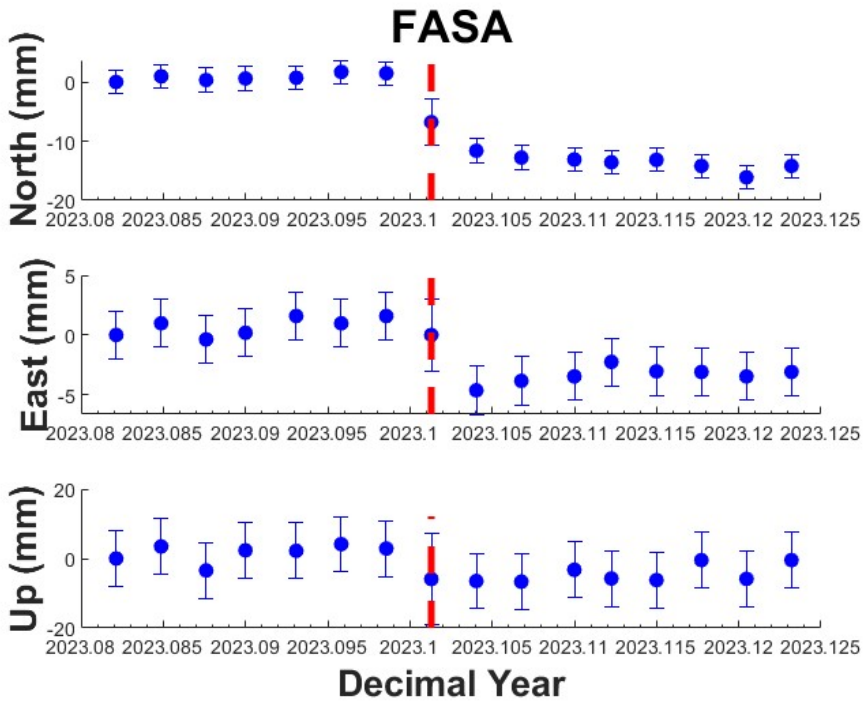
Şekil A.76 ERGN istasyonuna ait zaman serisi



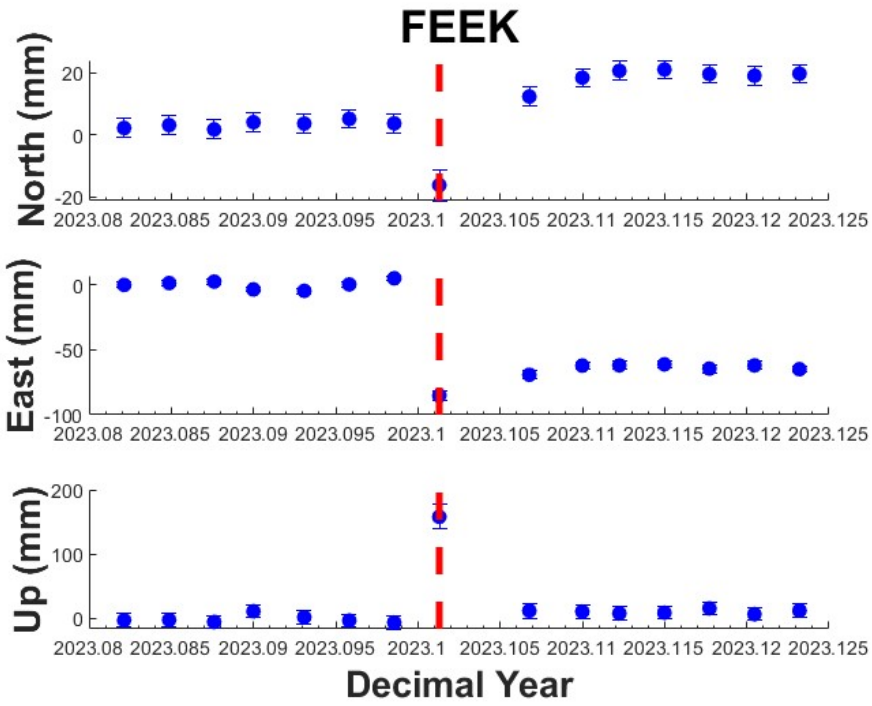
Şekil A.77 ERZ2 istasyonuna ait zaman serisi



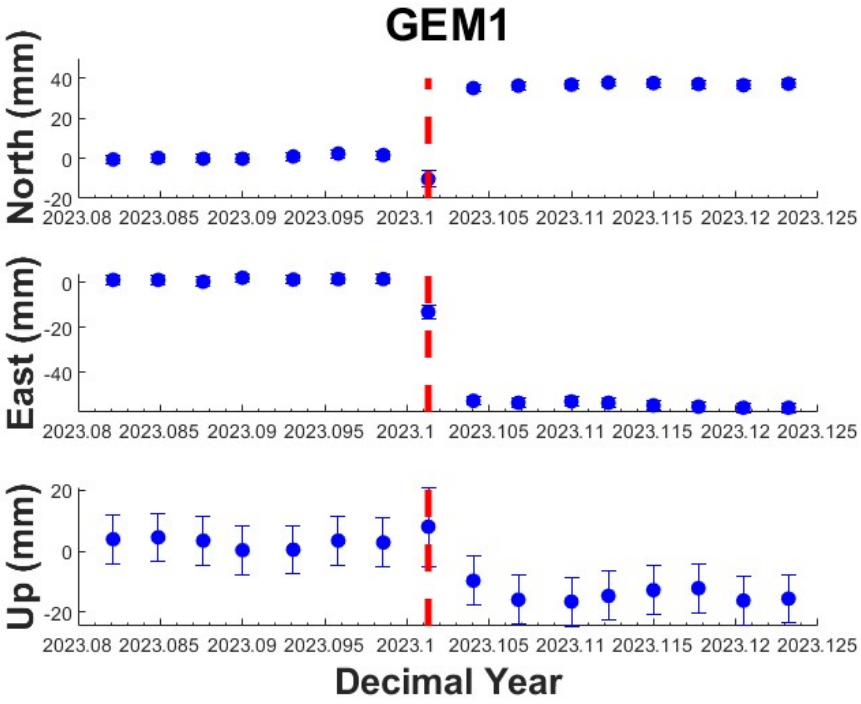
Şekil A.78 ERZR istasyonuna ait zaman serisi



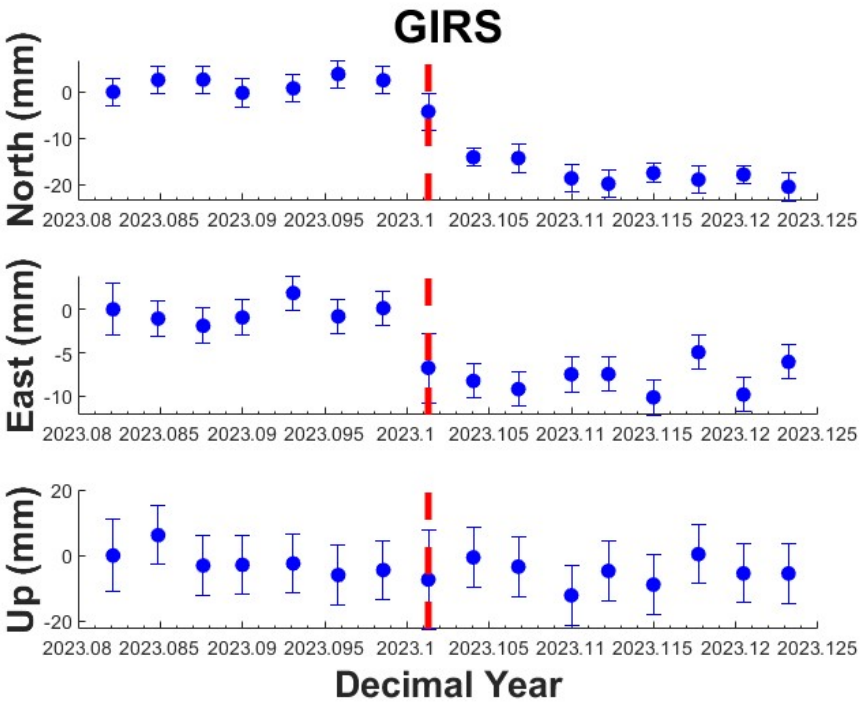
Şekil A.79 FASA istasyonuna ait zaman serisi



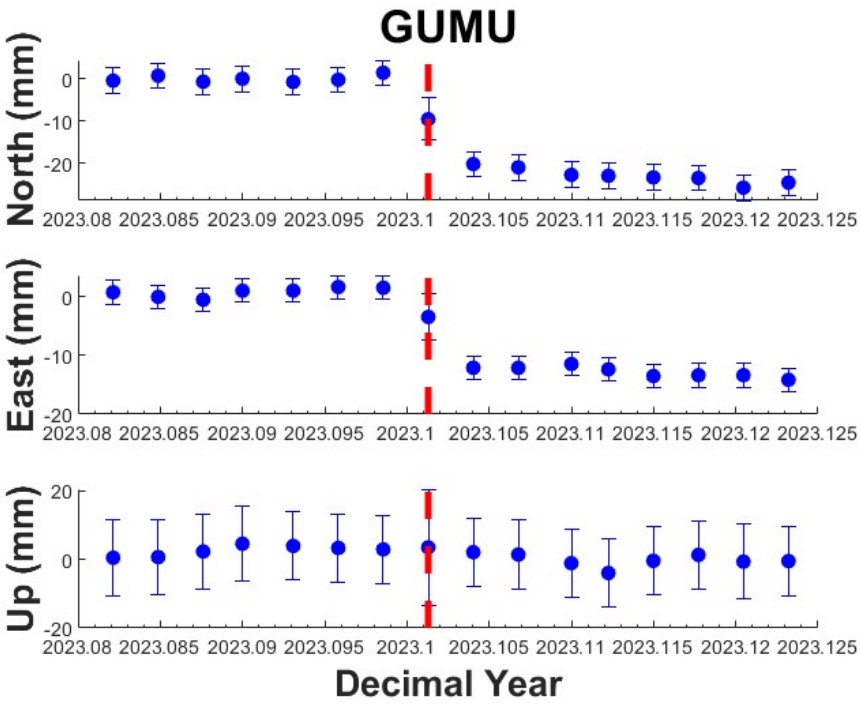
Şekil A.80 FEEK istasyonuna ait zaman serisi



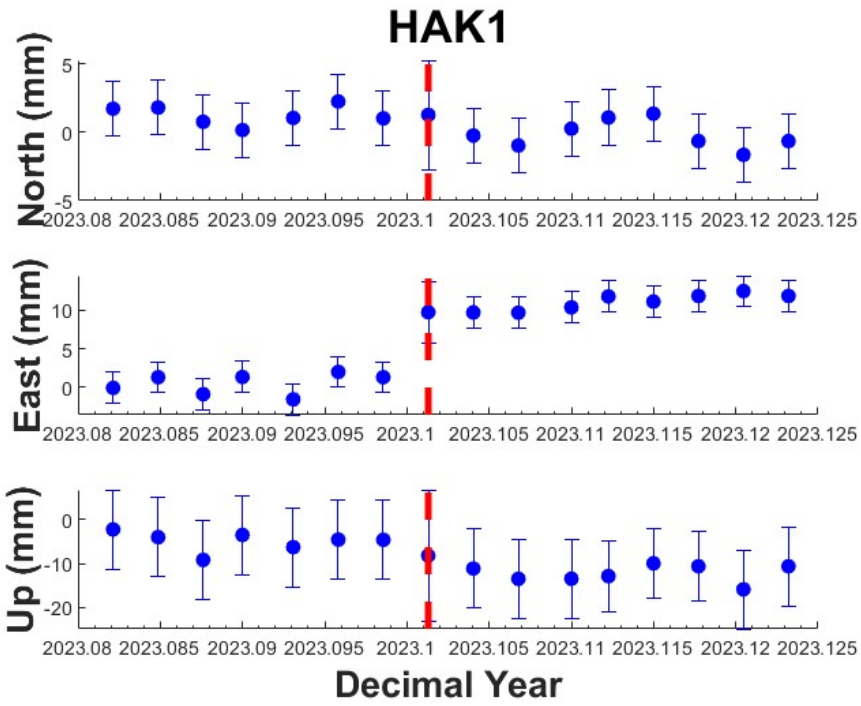
Şekil A.81 GEM1 istasyonuna ait zaman serisi



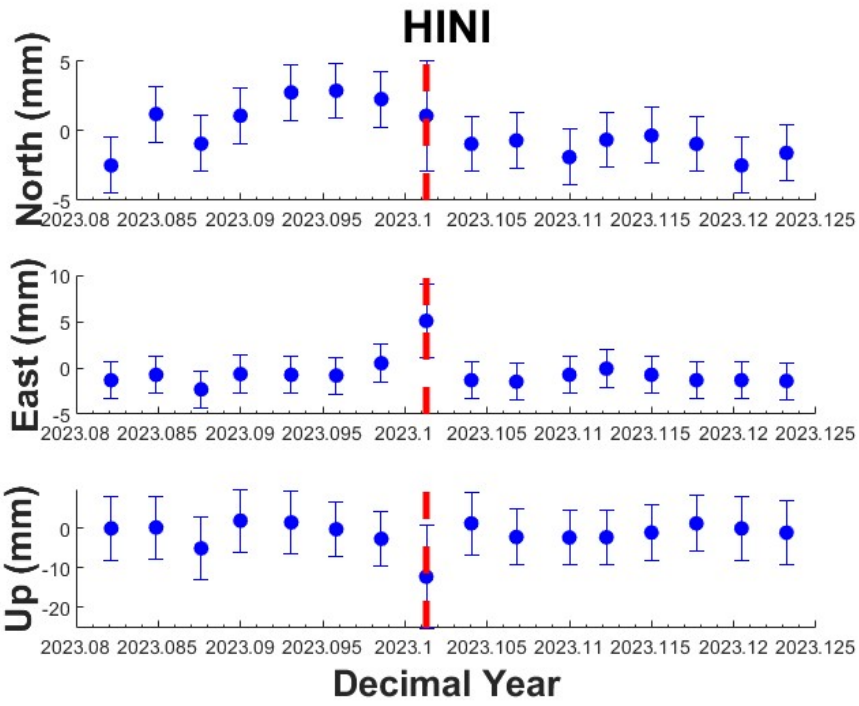
Şekil A.82 GIRS istasyonuna ait zaman serisi



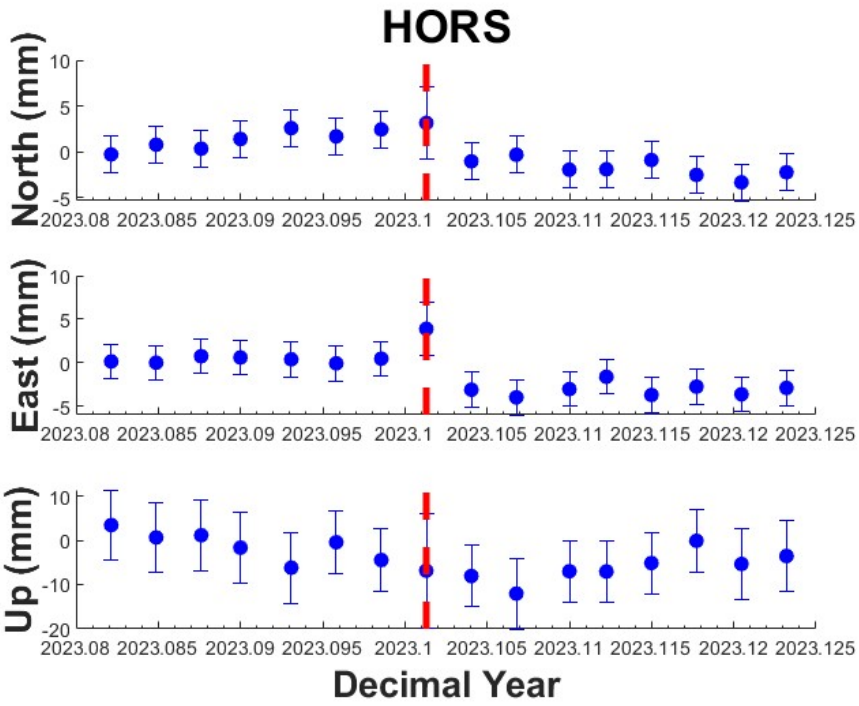
Şekil A.83 GUMU istasyonuna ait zaman serisi



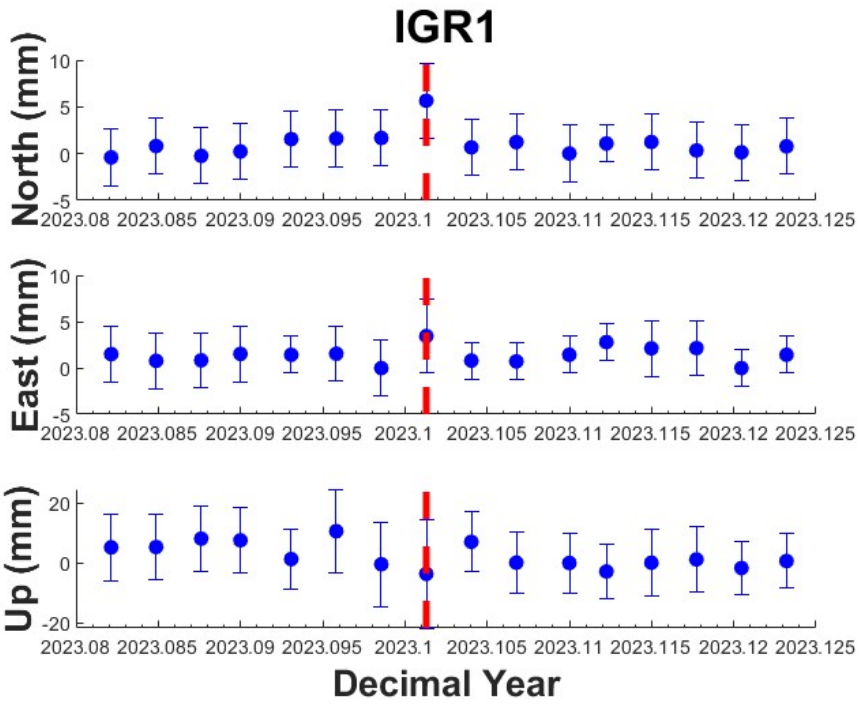
Şekil A.84 HAK1 istasyonuna ait zaman serisi



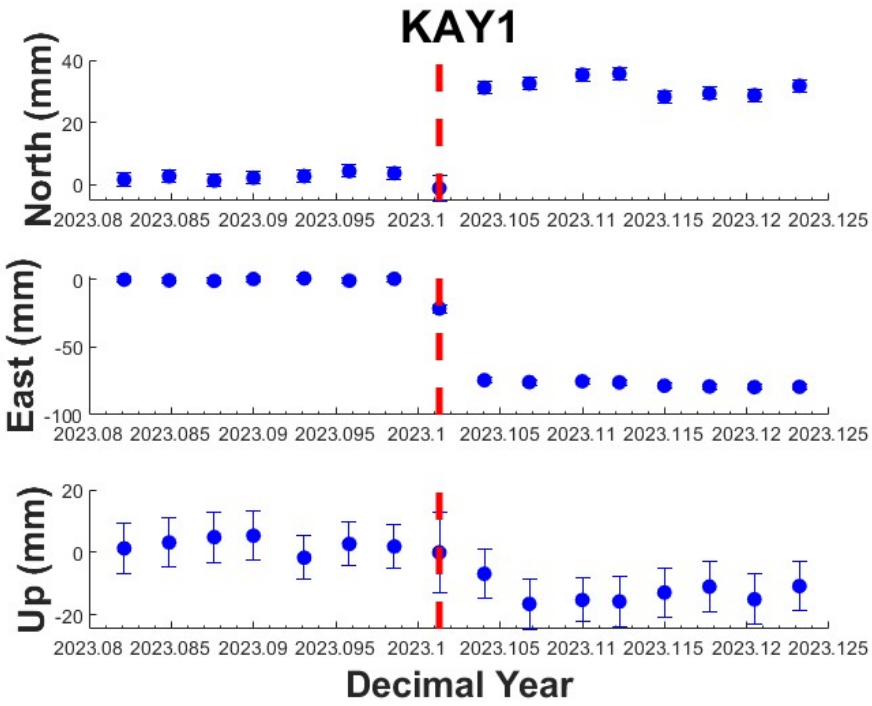
Şekil A.85 HINI istasyonuna ait zaman serisi



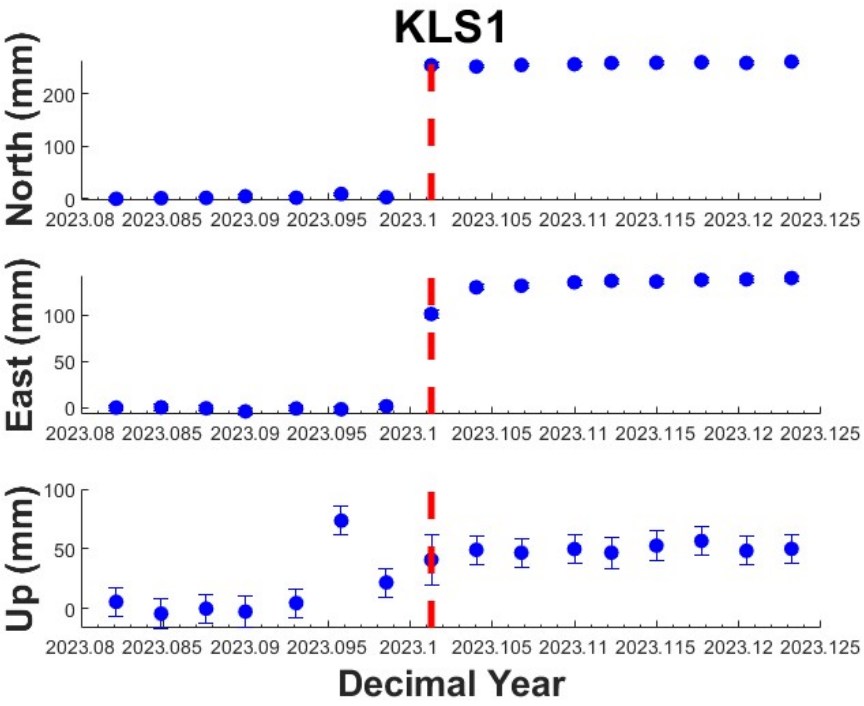
Şekil A.86 HORS istasyonuna ait zaman serisi



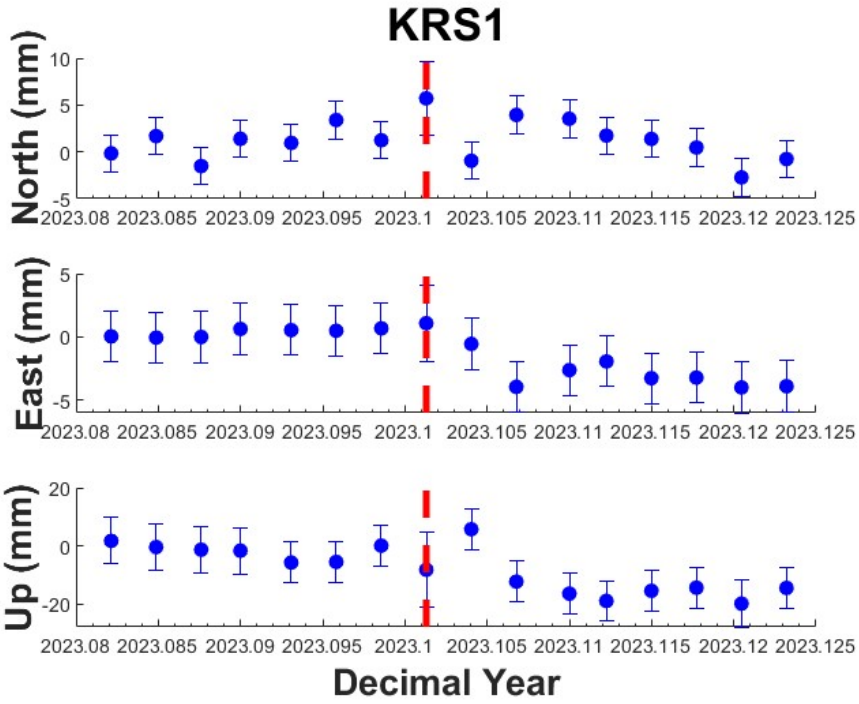
Şekil A.87 IGR1 istasyonuna ait zaman serisi



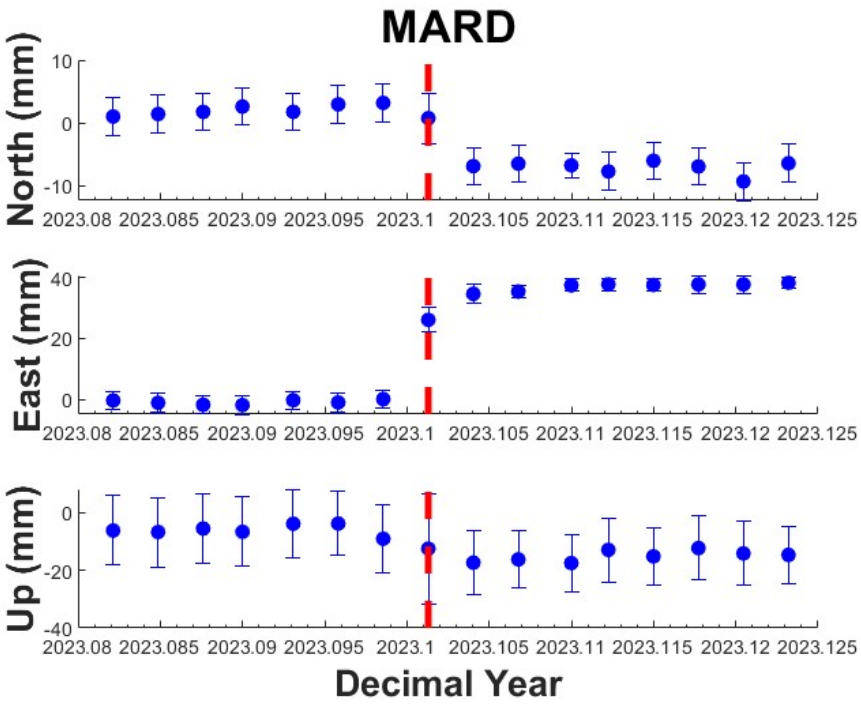
Şekil A.88 KAY1 istasyonuna ait zaman serisi



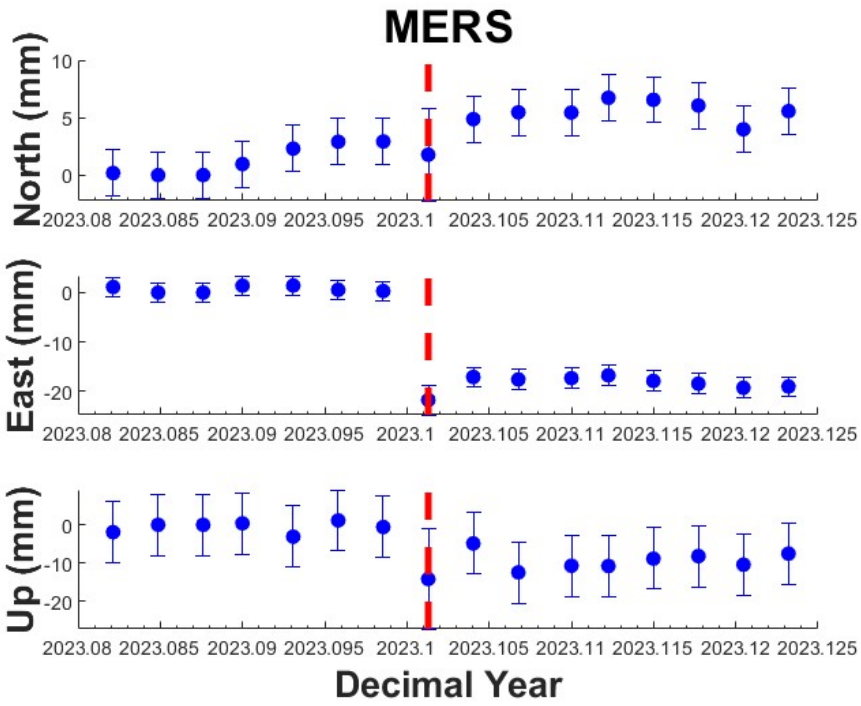
Şekil A.89 KLS1 istasyonuna ait zaman serisi



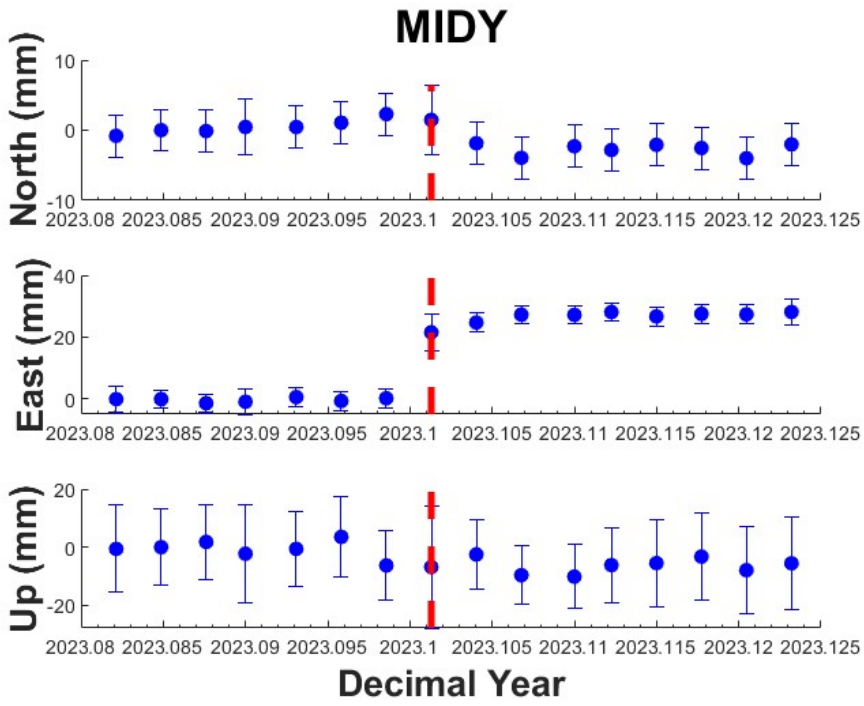
Şekil A.90 KRS1 istasyonuna ait zaman serisi



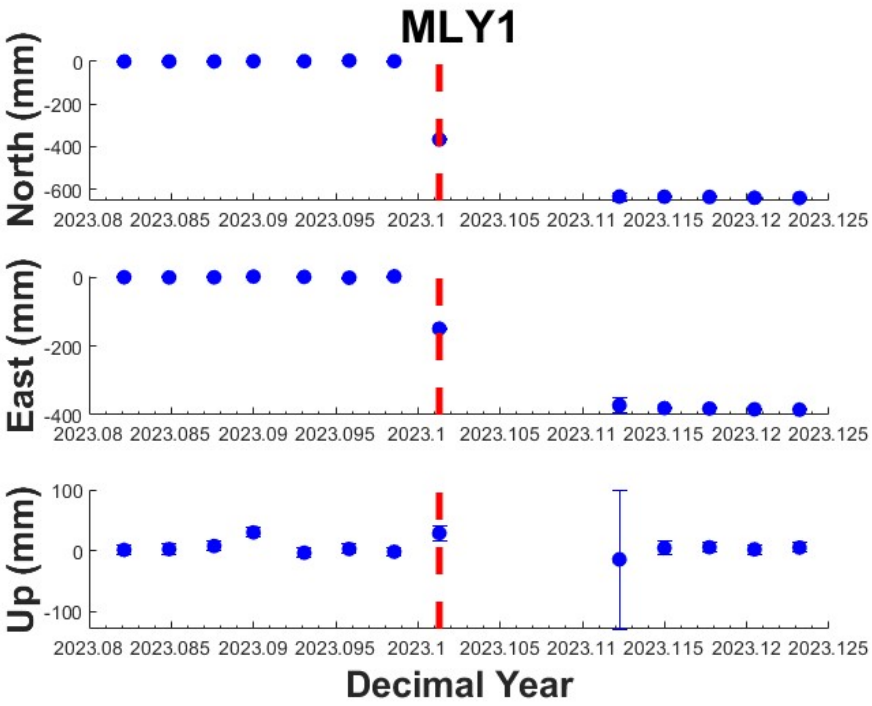
Şekil A.91 MARD istasyonuna ait zaman serisi



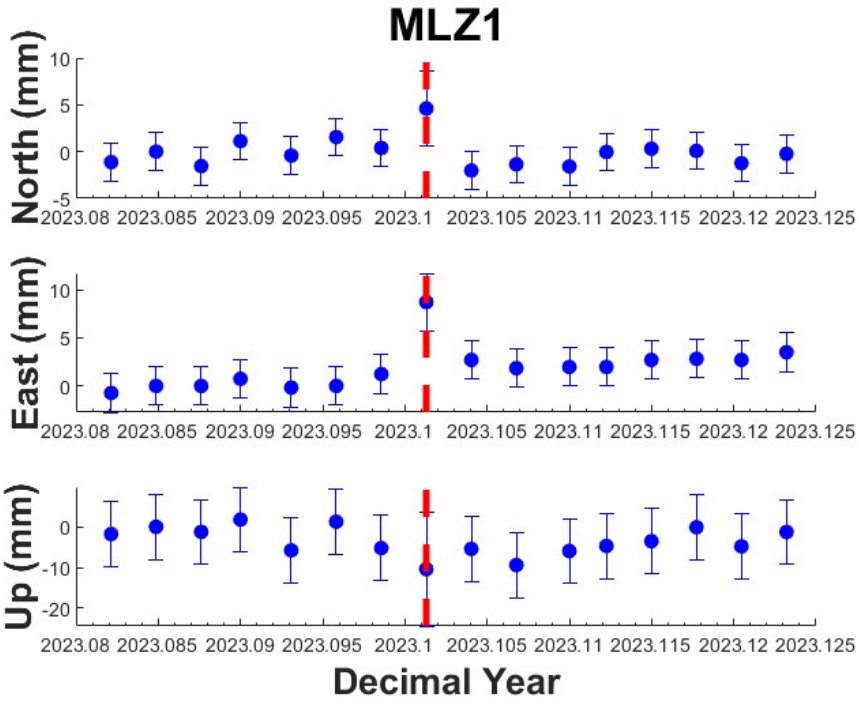
Şekil A.92 MERS istasyonuna ait zaman serisi



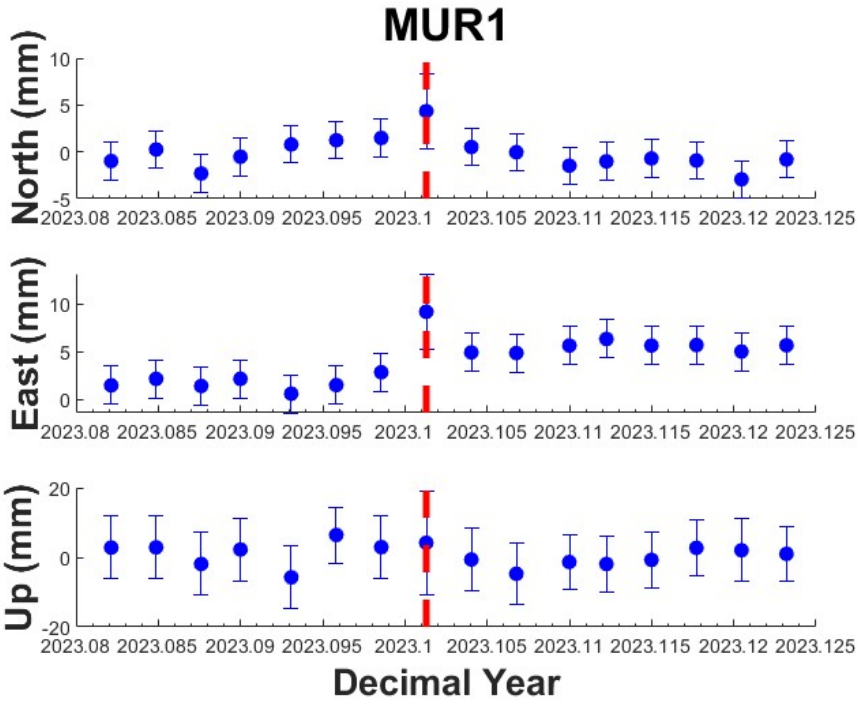
Şekil A.93 MIDY istasyonuna ait zaman serisi



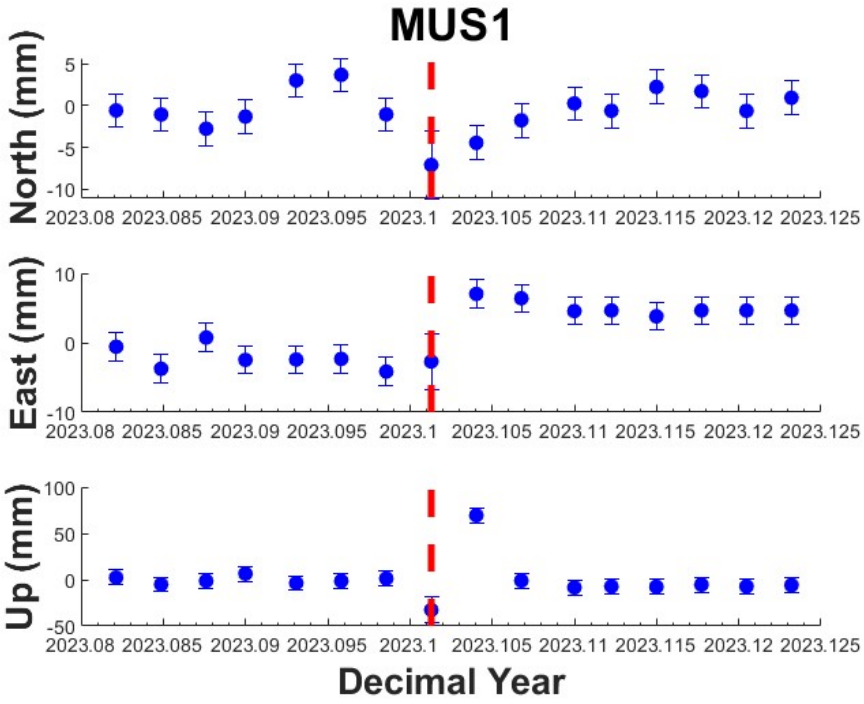
Şekil A.94 MLY1 istasyonuna ait zaman serisi



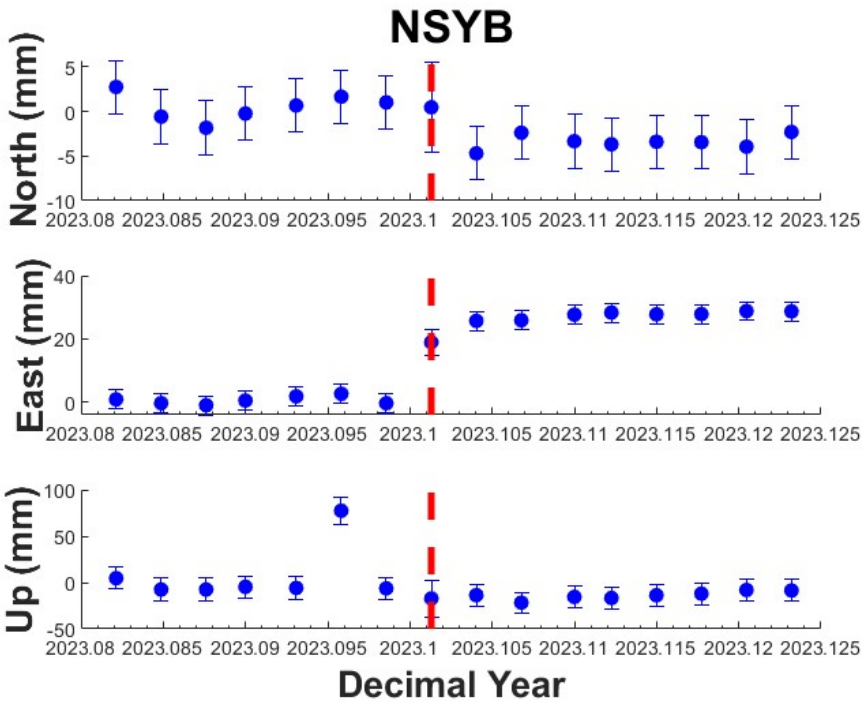
Şekil A.95 MLZ1 istasyonuna ait zaman serisi



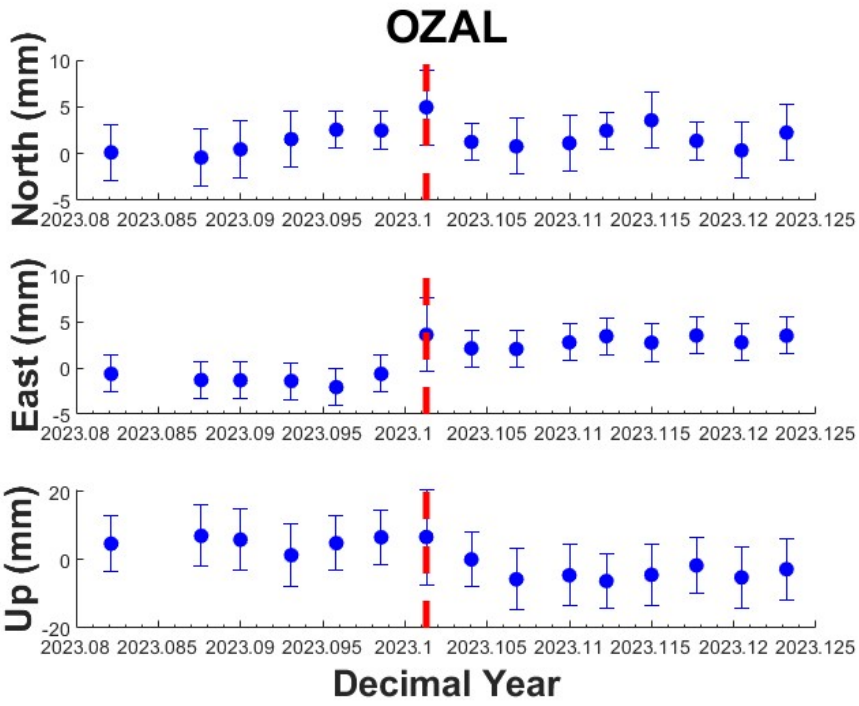
Şekil A.96 MUR1 istasyonuna ait zaman serisi



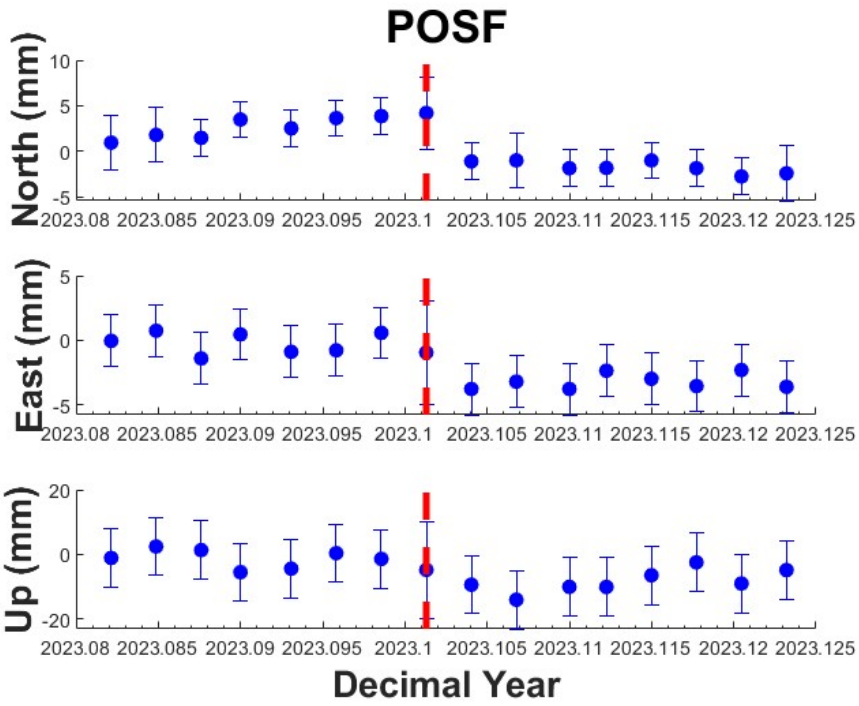
Şekil A.97 MUS1 istasyonuna ait zaman serisi



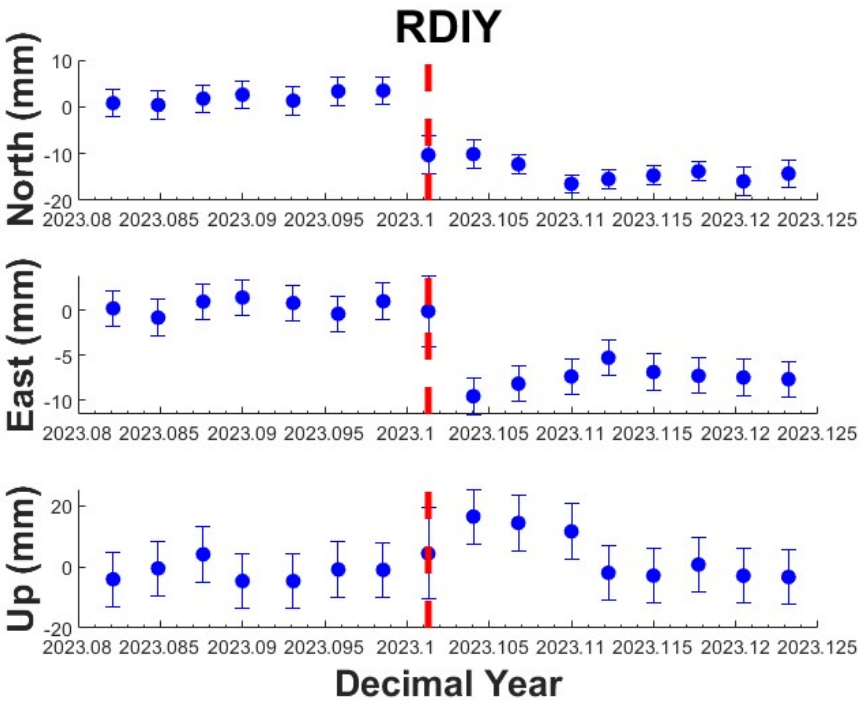
Şekil A.98 NSYB istasyonuna ait zaman serisi



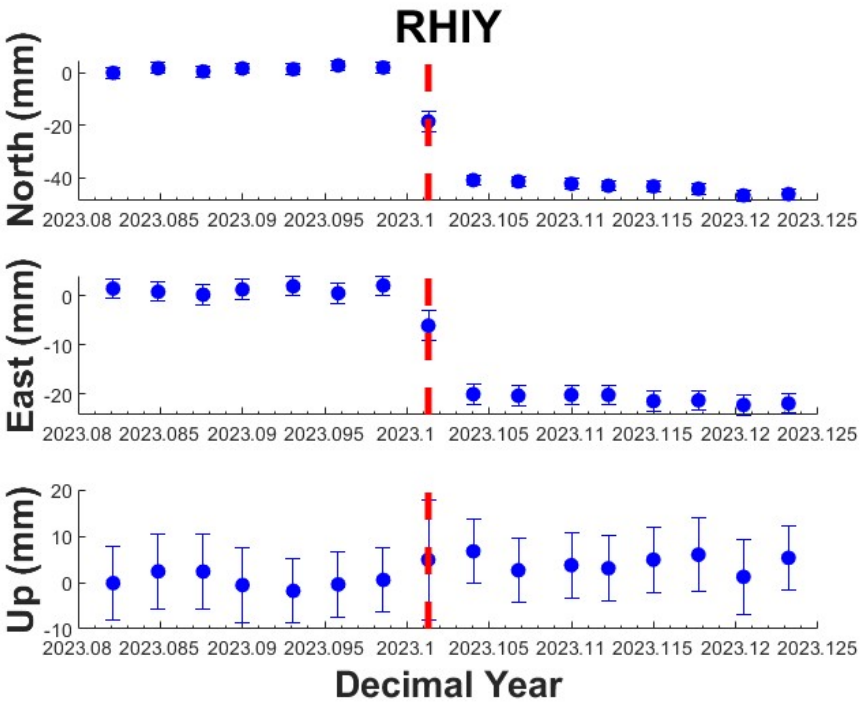
Şekil A.99 OZAL istasyonuna ait zaman serisi



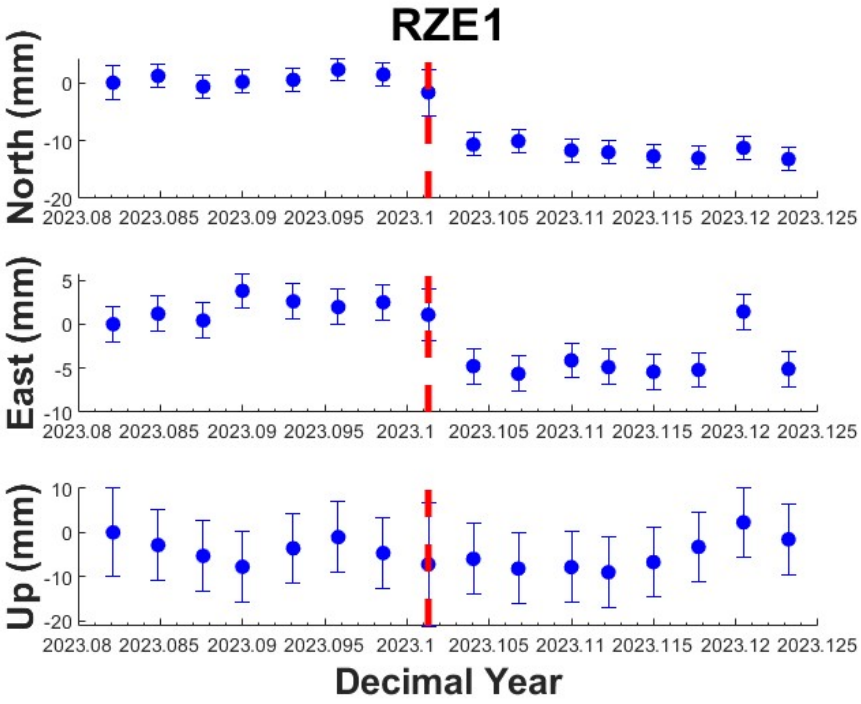
Şekil A.100 POSF istasyonuna ait zaman serisi



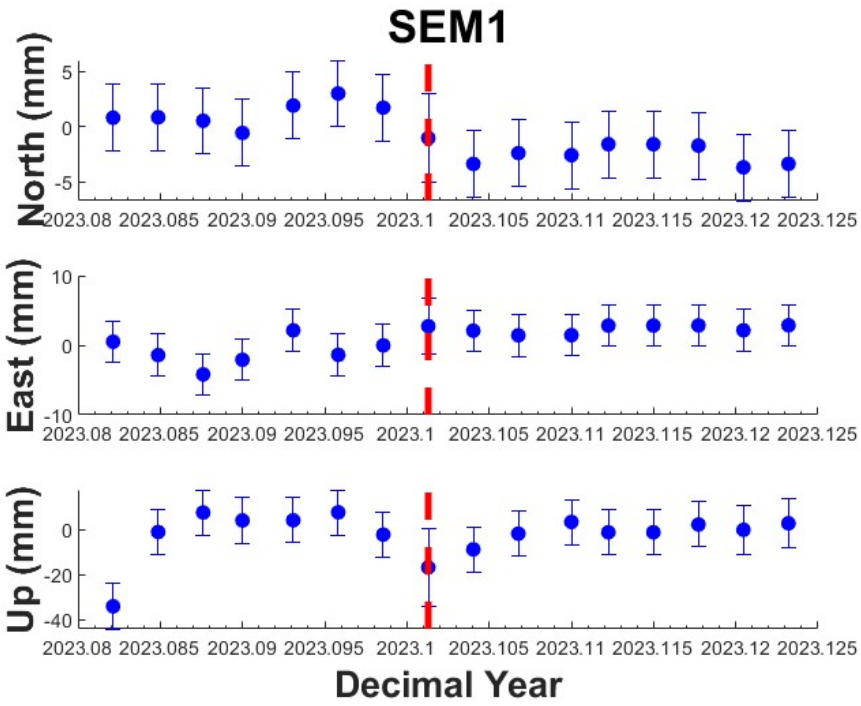
Şekil A.101 RDIY istasyonuna ait zaman serisi



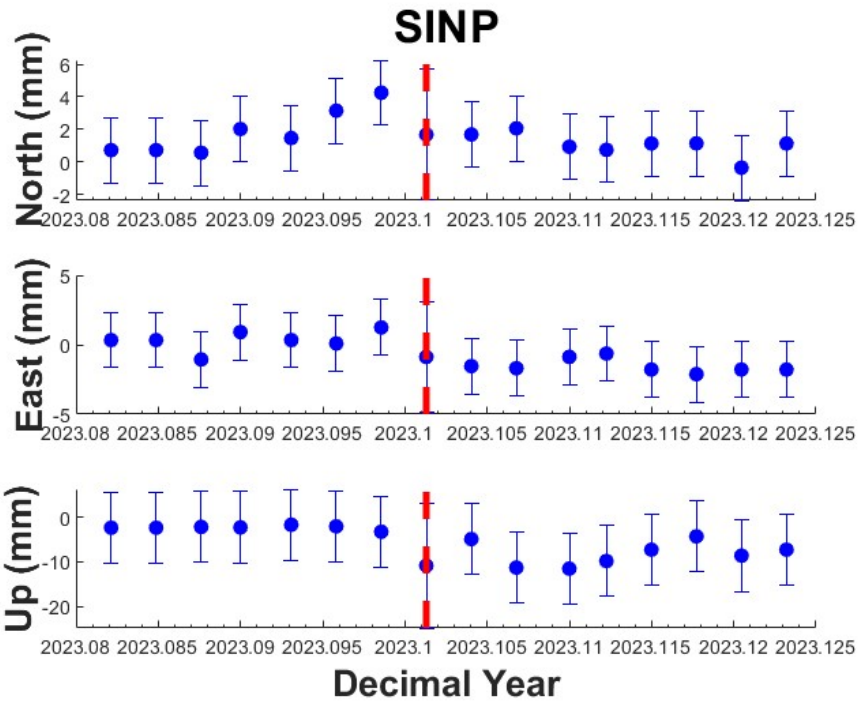
Şekil A.102 RHIY istasyonuna ait zaman serisi



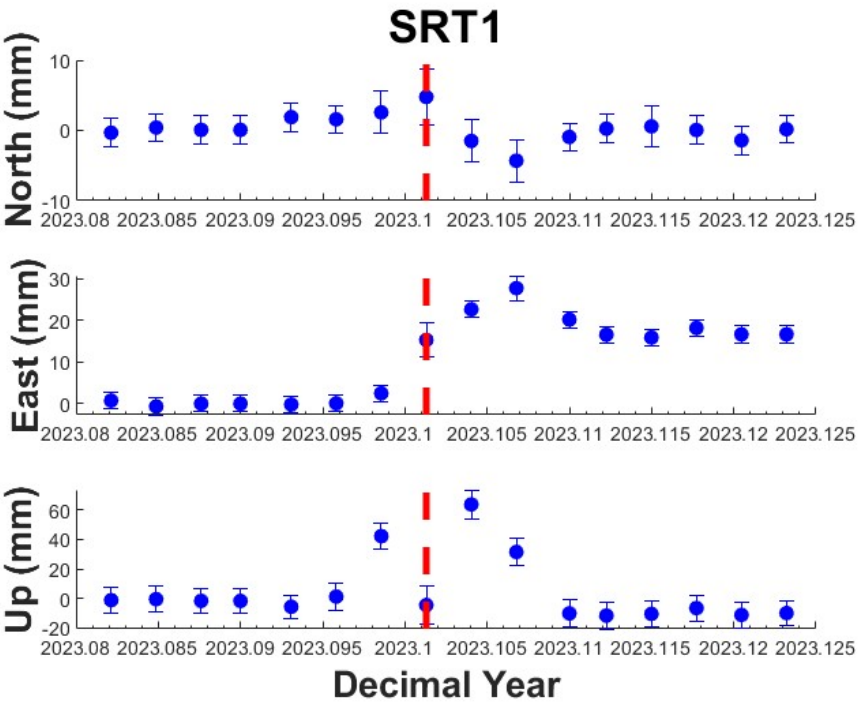
Şekil A.103 RZE1 istasyonuna ait zaman serisi



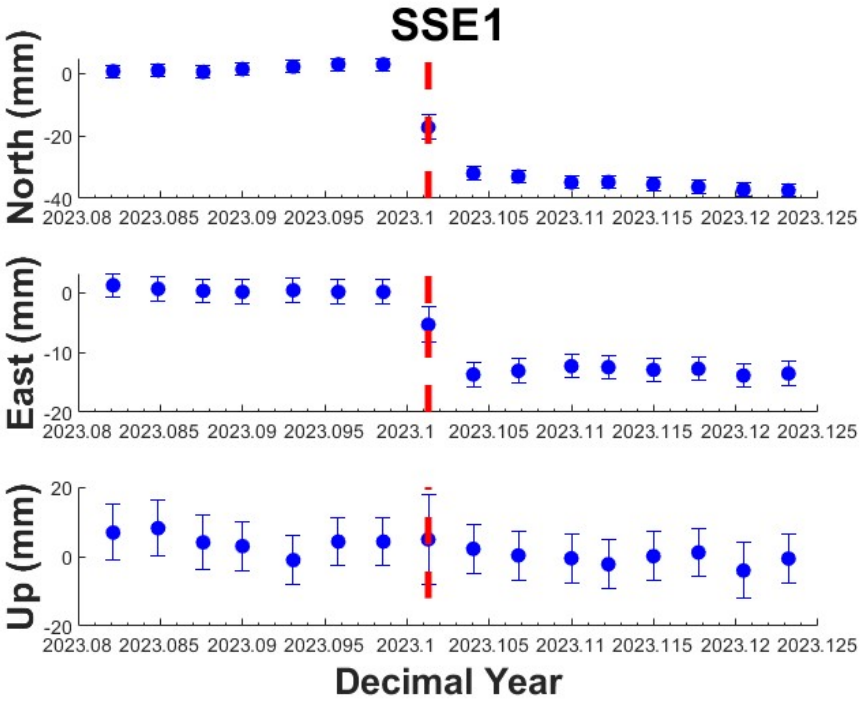
Şekil A.104 SEM1 istasyonuna ait zaman serisi



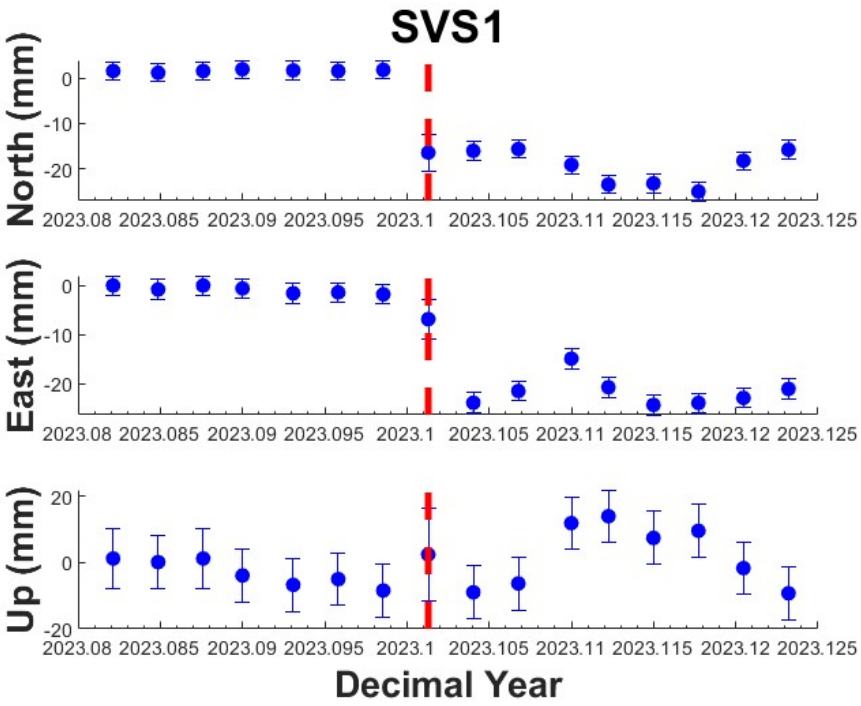
Şekil A.105 SINP istasyonuna ait zaman serisi



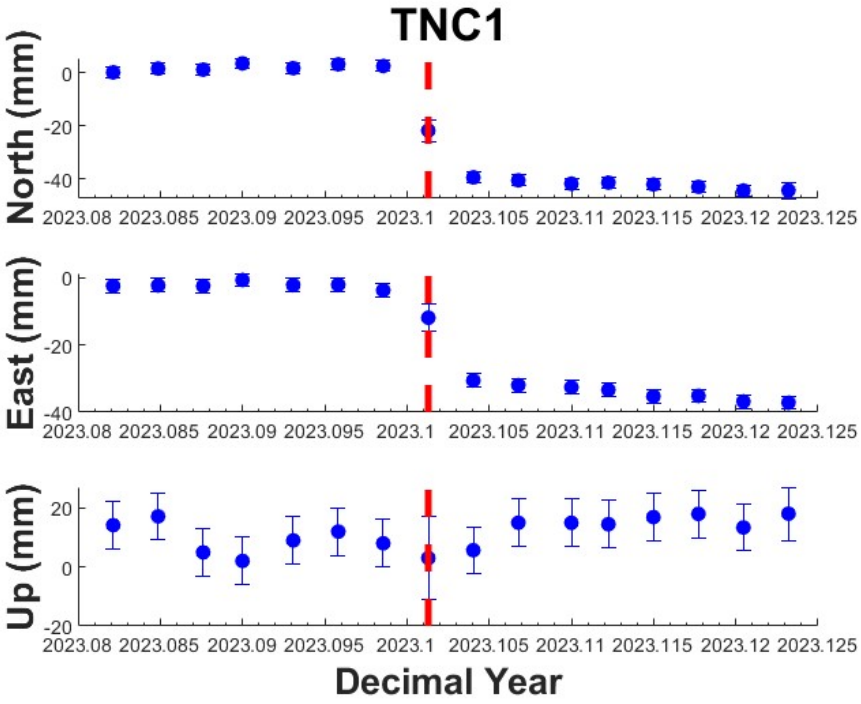
Şekil A.106 SRT1 istasyonuna ait zaman serisi



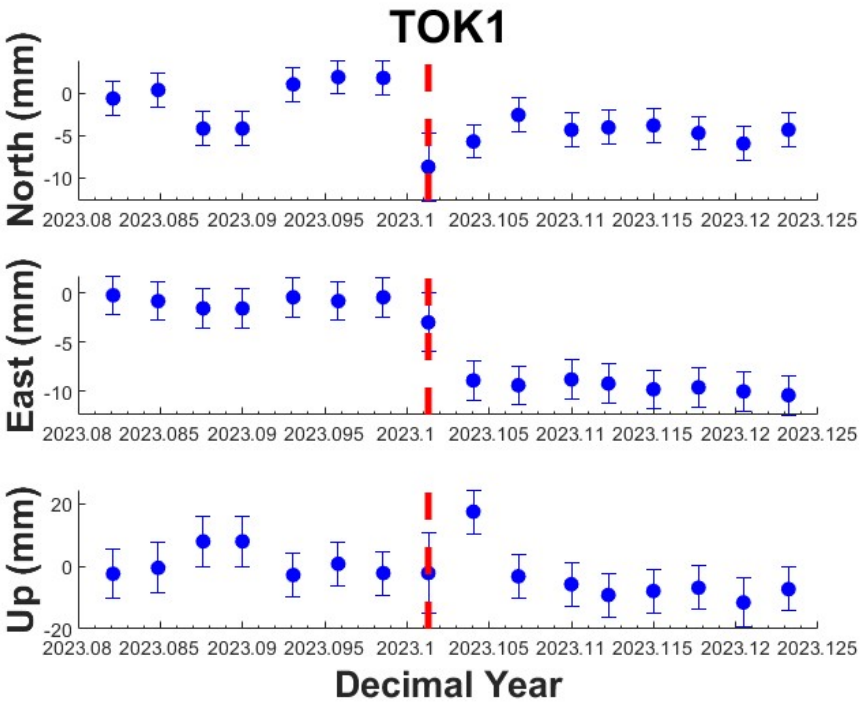
Şekil A.107 SSE1 istasyonuna ait zaman serisi



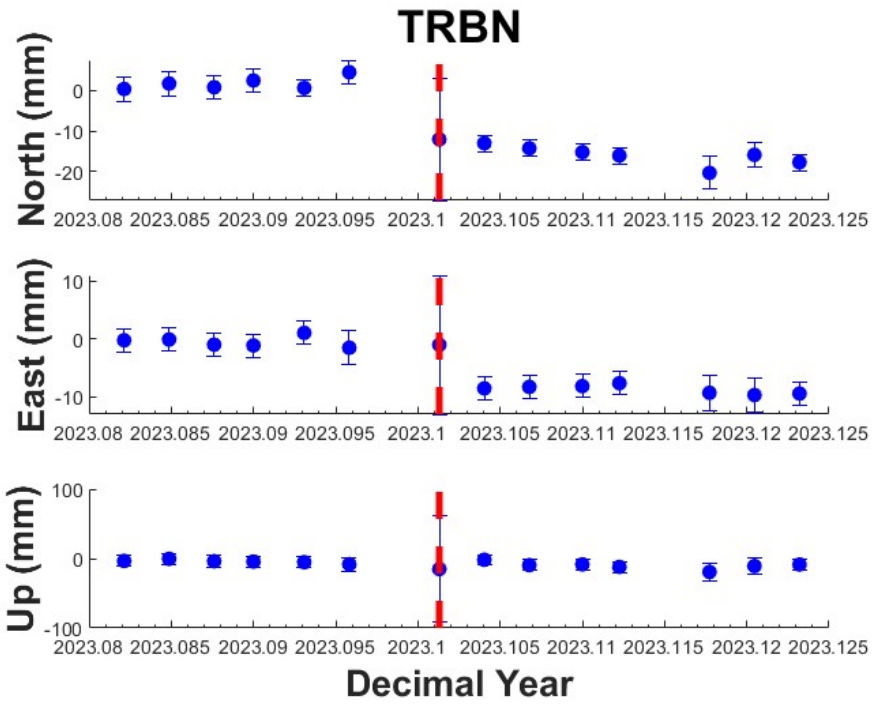
Şekil A.108 SVS1 istasyonuna ait zaman serisi



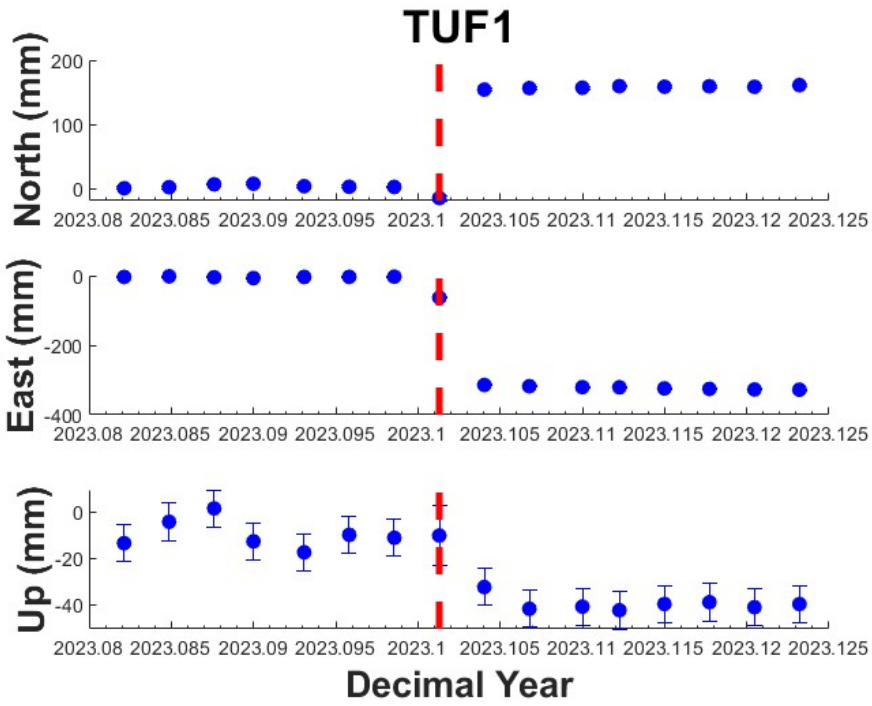
Şekil A.109 TNC1 istasyonuna ait zaman serisi



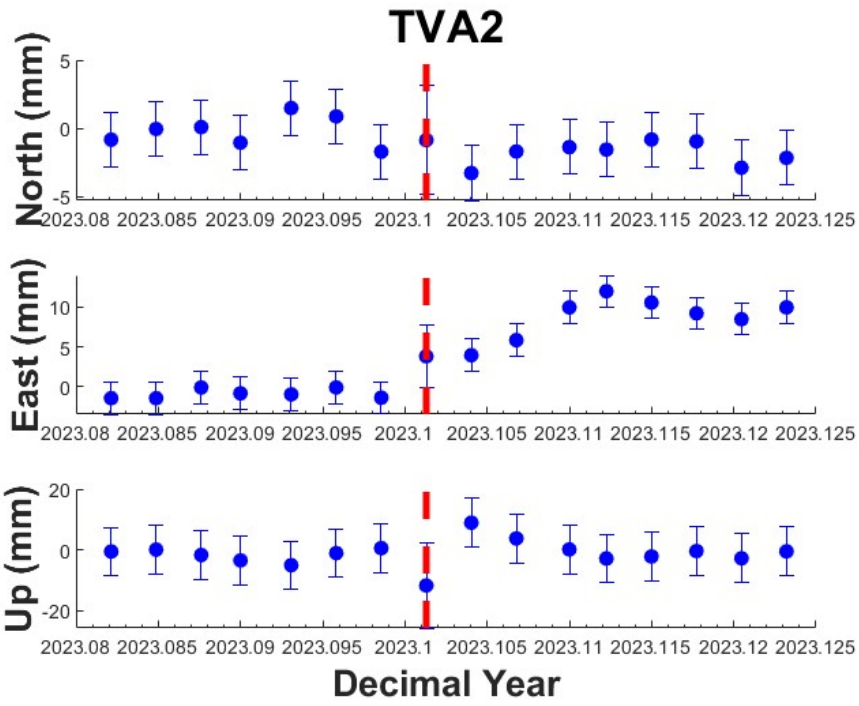
Şekil A.110 TOK1 istasyonuna ait zaman serisi



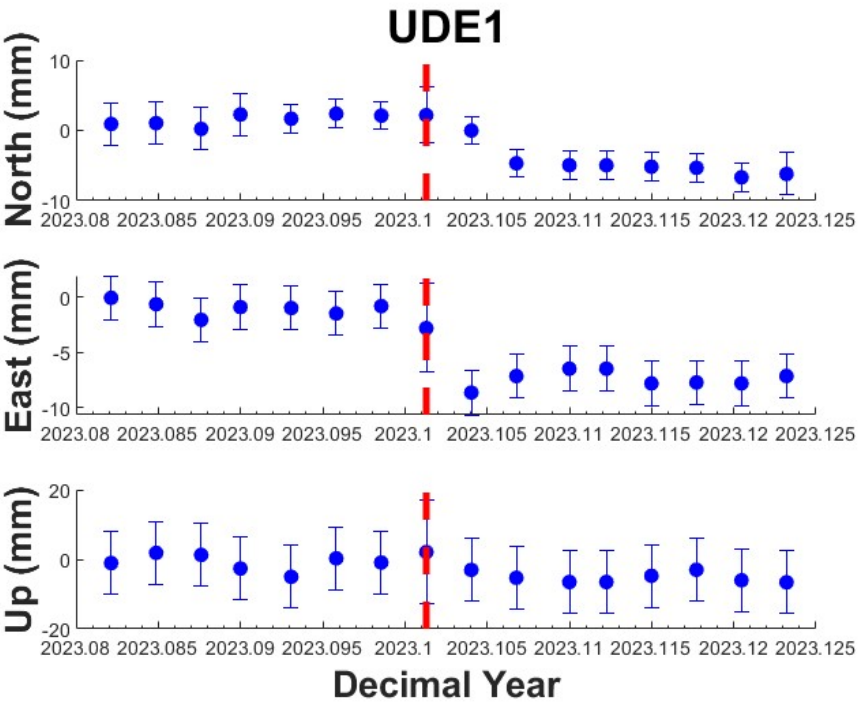
Şekil A.111 TRBN istasyonuna ait zaman serisi



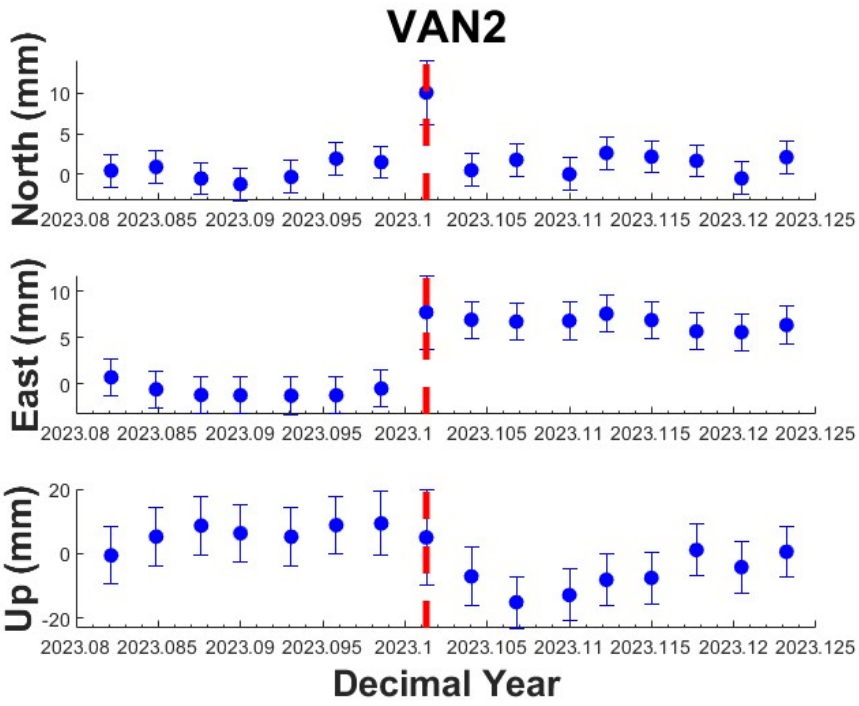
Şekil A.112 TUF1 istasyonuna ait zaman serisi



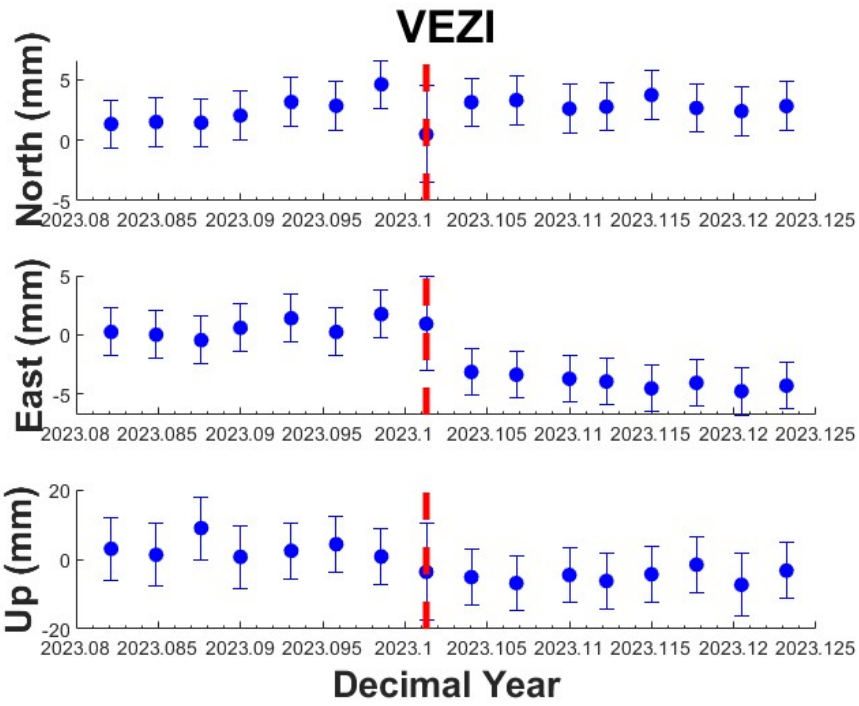
Şekil A.113 TVA2 istasyonuna ait zaman serisi



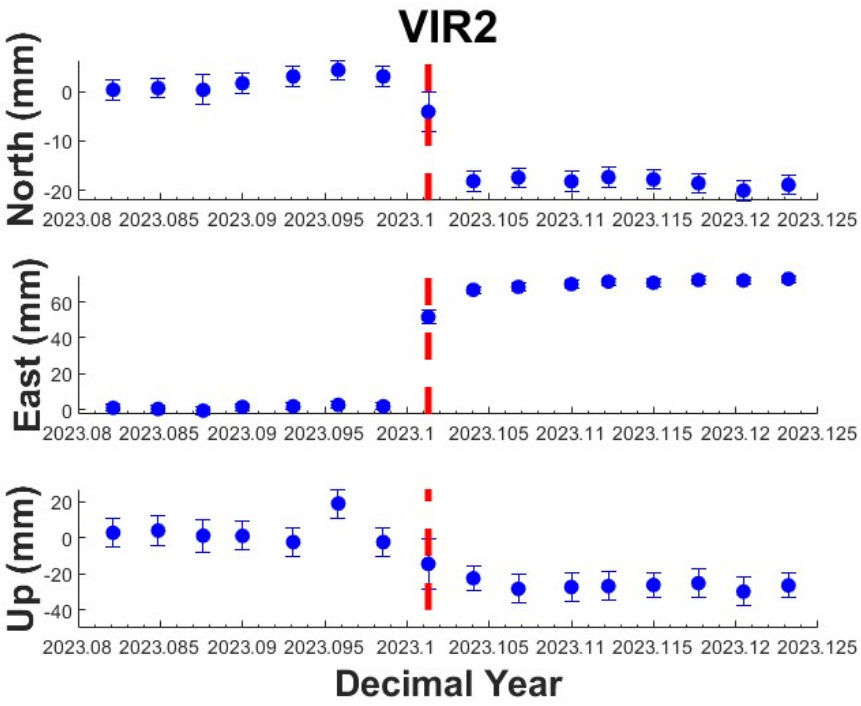
Şekil A.114 UDE1 istasyonuna ait zaman serisi



Şekil A.115 VAN2 istasyonuna ait zaman serisi



Şekil A.116 VEZİ istasyonuna ait zaman serisi



Şekil A.117 VIR2 istasyonuna ait zaman serisi

B
TABLOLAR

Tablo B.1 İki depremin birlikte ele alınarak CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması

	CSRS-PPP				GAMIT/GLOBK			
İstasyon adı	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)
ADN2	-7.00	2.83	-40.22	2.83	-5.51	1.63	-37.77	1.5
AGRD	-1.31	2.83	2.19	2.83	-2.7	1.88	7.41	1.68
AKD1	15.12	2.83	-31.29	2.83	5.28	1.71	-24.77	1.49
AKLE	-17.28	4.24	68.91	4.24	-15.95	3.11	67.12	2.59
APK1	-129.82	2.83	-73.57	2.83	-127.81	1.84	-67.78	1.65
ARDH	-2.82	2.83	-3.50	2.83	-15.38	2.01	1.51	1.74
ARTV	-5.74	4.24	-6.08	2.83	-4.87	2.47	-3.55	1.93
BIN1	-18.14	4.24	-3.80	3.61	-14.21	2.54	-5.66	2.44
BOG1	24.73	2.83	-43.20	2.83	19.28	1.39	-36.61	1.24
BTMN	-11.16	5.39	23.14	9.22	-6.2	1.65	19.57	1.46
BYB1	-17.54	2.83	-10.98	2.83	-17.31	1.7	-7.48	1.47
CATK	10.83	4.24	-2.31	4.24	1.89	5.14	-3.48	4.1
COR1	3.56	2.83	-9.59	2.83	4.96	2.08	-6.09	1.85
DLUC	-1.09	2.83	-2.12	2.83	1.84	1.98	1.24	1.82
EKZ1	491.48	3.61	-4647.03	2.83	497	1.83	-4640.09	3.1
ELAZ	-60.19	2.83	-47.68	2.83	-57.09	1.46	-43.86	1.3
ERGN	-21.48	3.61	43.51	3.61	-11.91	3.3	32.44	2.98
ERZ2	-23.02	2.83	-24.91	2.83	-25.41	2.31	-31.11	2.02
ERZR	-7.61	2.83	-6.78	2.83	-15.63	1.76	-2.82	1.54
FASA	-13.07	2.83	-6.22	2.83	-13.91	1.47	-4.06	1.31
FEEK	8.67	4.24	-74.46	3.61	22.89	25.46	-51.07	84.01
GEM1	33.44	2.83	-54.23	2.83	32.22	1.53	-49.84	1.81
GIRS	-16.58	3.61	-8.37	2.83	-18.57	2.62	-6.97	2.38
GUMU	-21.62	4.24	-13.63	2.83	-22.33	2.02	-10.97	1.66
HAK1	-1.26	2.83	8.39	2.83	8.62	1.9	1.6	1.73
HINI	-3.21	2.83	-1.83	2.83	-4.56	1.48	-0.47	1.31
HORS	-3.49	2.83	-3.57	2.83	-1.32	2.12	-2.07	1.91
IGR1	-1.01	4.24	0.81	3.61	-3.19	3.38	2.05	3.03
KAY1	27.51	2.83	-74.99	2.83	28.29	1.5	-67.25	1.34
KLS1	249.09	4.24	128.76	4.24	246.21	3.25	127.41	3.45
KRS1	-2.19	2.83	-1.23	2.83	-2.77	2.3	-0.64	2
MAR1	-165.57	3.61	-593.59	3.61				
MARD	-10.06	4.24	34.71	4.24	-12.39	2.48	33.41	2.24
MERS	1.94	2.83	-17.43	2.83	2.57	1.7	-15.94	1.57
MIDY	-4.15	4.24	24.44	4.24	-5.73	2.28	24.46	2.15
MLY1	-635.23	19.10	-375.03	23.09	-611.16	19.28	-325.38	32.65
MLZ1	-2.40	2.83	1.47	2.83	1.81	2.19	3.73	1.81
MUR1	-0.97	2.83	2.08	2.83	-2.4	2.4	2.38	2.28
MUS1	-3.40	2.83	11.17	2.83	-5.19	2.75	10.34	2.37
NSYB	-5.71	4.24	26.06	4.24	-7.77	3.1	27.29	2.73
ONIY	-239.56	13.15	-177.79	10.20	-238.34	3.32	-176.86	3.22
OZAL	-1.22	2.83	2.75	2.83	-0.81	1.84	4.25	1.59
POSF	-4.98	2.83	-4.35	2.83	-9.85	2.13	-1.83	1.78
RDIY	-13.57	4.24	-10.58	2.83	-16.97	2.7	-7.99	2.18
RHIY	-42.96	2.83	-22.08	2.83	-42.07	1.31	-19.37	1.17
RZE1	-12.11	2.83	-7.25	2.83	-12.9	2.39	-7.19	1.91
SEM1	-5.07	4.24	2.11	4.24	-2.09	2.63	1.88	2.39
SINP	-2.55	2.83	-2.79	2.83	-1.89	1.63	-2.47	1.38
SRT1	-4.07	4.24	20.16	2.83	-0.74	2.7	14.9	2.38
SSE1	-34.88	2.83	-13.85	2.83	-33.45	1.9	-12.87	1.64
SVS1	-17.76	2.83	-22.03	2.83	-17.23	3.46	-22.58	3.12
TNC1	-41.89	2.83	-26.77	2.83	-40.61	1.79	-22.68	1.59
TOK1	-7.51	2.83	-8.49	2.83	-6.92	1.29	-7.93	1.15
TRBN	-17.47	3.61	-7.02	3.61	-14.14	2.32	-9.09	2.02
TUF1	151.72	2.83	-311.90	2.83	147.32	1.97	-303.47	1.76
TVA2	-1.56	2.83	5.31	2.83	-3.11	2.17	5.78	1.91
UDE1	-2.13	2.83	-7.81	2.83	-1.66	2.16	-8.15	1.93
VAN2	-0.99	2.83	7.44	2.83	-1.6	3.07	2.42	2.81
VEZI	-1.48	2.83	-4.89	2.83	0.14	2.27	-3.77	2.08
VIR2	-21.19	2.83	65.04	2.83	-19.05	1.45	66.24	1.33

Tablo B.2 İlk depremin CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması

	CSRS-PPP				GAMIT/GLOBK			
İstasyon adı	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)
ADN2	-14.09	4.47	-56.03	4.47	-16.96	1.76	-58.26	1.51
AGRD	2.94	4.47	2.05	4.47	-1.03	2.04	-2.96	2.59
AKD1	-6.86	4.47	-7.12	3.61	-11.73	3.34	-8.56	2.02
AKLE	1.75	5.83	48.33	5.00	-3.88	1.53	28.09	1.63
APK1	-68.62	4.47	-21.09	3.61	-74.24	2.54	-23.67	2.37
ARDH	-2.08	4.47	-0.06	3.61	-4.86	2.24	-3.5	1.93
ARTV	-5.75	5.00	0.43	4.47	-6.7	2.48	-3.49	1.86
BIN1	-2.56	5.83	6.37	4.47	-6.68	2.71	2.22	2.9
BOG1	3.55	4.47	-16.58	3.61	-1.72	2.75	-18.96	1.47
BTMN	-7.50	6.40	20.79	9.85	-9.58	2.39	16	2.32
BYB1	-7.05	4.47	-3.23	3.61	-9.84	1.37	-6.93	1.47
CATK	-10.22	5.83	0.42	5.83				
COR1	-1.76	4.47	-3.11	4.47	-5.88	1.49	-5.86	1.36
DLUC	0.08	4.47	2.10	3.61	-1.49	1.44	-2.41	1.51
EKZ1	-195.88	4.47	-230.88	4.47	-204.92	2.13	-229.94	2.3
ELAZ	-31.36	4.47	-23.13	3.61	-43.1	1.67	-24.82	2.04
ERGN	-1.01	5.83	32.50	5.83	-6.67	2.76	32.07	2.82
ERZ2	-7.79	4.47	-4.33	4.47	-19.6	4.86	-4.39	3.06
ERZR	-2.67	4.47	2.16	3.61	-8.61	1.61	-1.31	1.47
FASA	-8.25	4.47	-1.59	3.61	-12.42	1.45	-4.71	1.59
FEEK	-19.87	5.83	-90.44	4.47	-21.66	1.62	-77.96	4.78
GEM1	-11.98	4.47	-14.64	3.61	-15.03	1.41	-17.97	1.52
GIRS	-6.74	5.00	-6.86	4.47	-17.5	2.68	-8.87	2.29
GUMU	-11.00	5.83	-4.96	4.47	-13.99	1.87	-8.31	1.7
HAK1	0.25	4.47	8.42	4.47	-6.23	2.82	7.14	2.23
HINI	-1.20	4.47	4.57	4.47	-5.56	1.56	-1.16	1.47
HORS	0.71	4.47	3.43	3.61	-2.71	2.24	-1.03	1.69
IGR1	3.98	5.00	3.45	5.00	-0.84	1.52	-2.69	2.03
KAY1	-4.85	4.47	-21.97	3.61	-10.79	1.75	-24.89	1.22
KLS1	251.55	5.83	99.80	5.83	242.82	2.06	97.26	2.25
KRS1	4.47	4.47	0.40	3.61	3.53	1.23	-1.78	1.43
MARD	-2.43	5.00	26.14	5.00	-3.25	1.92	24.33	1.62
MERS	-1.15	4.47	-22.09	3.61	-4.45	1.27	-26.4	1.83
MIDY	-0.83	5.83	21.26	6.71	-3.65	1.79	17.36	1.59
MLY1	-367.33	4.47	-152.02	3.61	-350.6	1.25	-144.84	1.82
MLZ1	4.22	4.47	7.50	3.61	2.95	1.45	5.46	1.59
MUR1	2.86	4.47	6.35	4.47	0.69	1.7	4.8	1.75
MUS1	-6.04	4.47	1.44	4.47	-12.82	3.77	-3.31	2.78
NSYB	-0.54	5.83	19.29	5.00	-0.01	2.45	12.4	2.06
OZAL	2.49	4.47	4.22	4.47	-3.48	1.16	3.61	1.94
POSF	0.34	4.47	-1.53	4.47	-1.39	1.5	-3.92	1.66
RDIY	-13.75	5.00	-1.11	4.47	-12.92	3.32	-3.76	1.59
RHIY	-20.58	4.47	-8.15	3.61	-23.25	1.36	-11.73	1.62
RZE1	-3.09	4.47	-1.41	3.61	-8.2	2.23	-4.95	2.12
SEM1	-2.74	5.00	2.75	5.00	-7.49	2	1.42	2.79
SINP	-2.56	4.47	-2.12	4.47	-6.61	1.71	-5.05	1.61
SRT1	2.20	5.00	12.82	4.47	-0.93	1.71	11.21	1.27
SSE1	-20.16	4.47	-5.49	3.61	-23.06	1.41	-8.94	1.26
SVS1	-18.16	4.47	-5.05	4.47	-19.08	2.68	-10.27	2.69
TNC1	-24.29	4.47	-8.14	4.47	-24.69	1.79	-14	1.74
TOK1	-10.51	4.47	-2.56	3.61	-12.68	1.65	-5.19	1.34
TRBN	-16.52	15.30	0.52	12.37	-19.79	8.43	-2.9	6.99
TUF1	-17.33	4.47	-60.47	3.61	-22.18	2.58	-63.71	1.68
TVA2	0.85	4.47	5.18	4.47	-3.16	2.11	0.35	1.88
UDE1	0.06	4.47	-1.99	4.47	-2.18	1.6	-4.03	1.57
VAN2	8.56	4.47	8.24	4.47	7.17	1.57	5.35	1.73
VEZI	-4.14	4.47	-0.81	4.47	-4.17	1.21	-4.69	1.33
VIR2	-7.15	4.47	49.93	4.47	-11.35	1.93	48.83	1.69

Tablo B.3 İkinci depremin CSRS-PPP ve GAMIT/GLOBK ile değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması

	CSRS-PPP				GAMIT/GLOBK			
İstasyon adı	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)	dn (mm)	sdn (mm)	de (mm)	sde (mm)
ADN2	7.09	4.47	15.81	4.47	10.73	2.39	19.7	1.99
AGRD	-4.25	4.47	0.15	4.47	-3.42	2.75	8.76	2.22
AKD1	21.99	4.47	-24.17	3.61	24.48	2.29	-14.85	1.81
AKLE	-19.03	5.83	20.58	5.00	-11.25	4.25	20.34	3.2
APK1	-61.20	4.47	-52.48	3.61	-54.59	2.51	-56.38	2.06
ARDH	-0.73	4.47	-3.45	3.61	-11.31	2.81	4.93	2.23
ARTV	0.01	5.00	-6.51	4.47	0.83	3.19	-0.39	2.39
BIN1	-15.58	5.83	-10.17	5.00	-5.92	3.84	-7.45	3.29
BOG1	21.18	4.47	-26.61	3.61	19.09	6.34	-18.69	1.58
BTMN	-3.66	4.47	2.35	4.47	2.68	2.52	3.87	2.07
BYB1	-10.50	4.47	-7.75	3.61	-7.72	2.27	-0.74	1.84
CATK	21.05	5.83	-2.73	5.83				
COR1	5.32	4.47	-6.48	4.47	10.21	2.73	-1.18	2.23
DLUC	-1.18	4.47	-4.23	3.61	3.53	2.68	3.31	2.26
EKZ1	687.36	5.00	-4416.15	4.47	701.61	3.17	-4411.28	4.03
ELAZ	-28.83	4.47	-24.55	3.61	-23.64	2.1	-17.33	1.73
ERGN	-20.48	5.39	11.01	5.39	-5.43	4.19	2.18	3.63
ERZ2	-15.23	4.47	-20.58	4.47	-8.72	3.37	-22.51	2.69
ERZR	-4.95	4.47	-8.94	3.61	-7.67	2.47	-1.59	1.89
FASA	-4.82	4.47	-4.63	3.61	-2.41	2.03	1.23	1.66
FEEK	28.54	5.83	15.98	5.00	35.22	3.92	21.93	3.2
GEM1	45.43	4.47	-39.59	3.61	53.4	2.49	-33.83	1.91
GIRS	-9.84	4.47	-1.51	4.47	-1.61	3.78	1.24	3
GUMU	-10.62	5.83	-8.68	4.47	-8.55	2.77	-2.82	2.11
HAK1	-1.52	4.47	-0.03	4.47	4.55	2.7	1.63	2.22
HINI	-2.01	4.47	-6.41	4.47	0.69	2.17	-2	1.8
HORS	-4.20	4.47	-6.99	3.61	1.01	2.81	-1.88	2.33
IGR1	-4.99	5.00	-2.64	4.47	-2.12	4.19	1.16	3.43
KAY1	32.36	4.47	-53.02	3.61	38.3	2.06	-44	1.67
KLS1	-2.45	5.83	28.96	5.83	2.17	4.22	30.57	4.21
KRS1	-6.66	4.47	-1.63	3.61	-3.14	3.14	-1.92	2.49
MARD	-7.63	5.00	8.57	5.00	-6.75	3.09	13	2.7
MERS	3.09	4.47	4.66	3.61	7.29	2.26	8.92	1.93
MIDY	-3.32	5.83	3.18	6.71	-1.7	2.98	5.77	2.46
MLY1	-267.90	19.42	-223.01	23.19	-223.11	19.94	-177.75	33.06
MLZ1	-6.63	4.47	-6.02	3.61	-1.46	2.92	-2.35	2.25
MUR1	-3.83	4.47	-4.27	4.47	-2.12	3.23	-1.56	2.99
MUS1	2.64	4.47	9.73	4.47	4.21	4	10.27	3.32
NSYB	-5.17	5.83	6.77	5.00	-7.25	4.49	12.14	3.75
OZAL	-3.72	4.47	-1.46	4.47	3.09	2.46	0.47	2.12
POSF	-5.32	4.47	-2.83	4.47	-8.98	2.9	1.86	2.16
RDIY	0.18	5.00	-9.47	4.47	-3.16	3.47	-2.73	2.66
RHIY	-22.38	4.47	-13.93	3.61	-19.07	1	-7.38	1.64
RZE1	-9.02	4.47	-5.84	3.61	-4.68	3.17	-2.9	2.34
SEM1	-2.33	5.00	-0.65	5.00	4.8	3.34	0.69	3.09
SINP	0.01	4.47	-0.67	4.47	4.69	2.31	3.74	1.78
SRT1	-6.28	5.00	7.35	4.47	0.18	2.96	4.12	2.46
SSE1	-14.72	4.47	-8.36	3.61	-10.83	2.44	-4.45	1.93
SVS1	0.40	4.47	-16.98	4.47	2.09	4.64	-14.09	3.78
TNC1	-17.60	4.47	-18.63	4.47	-14.22	2.66	-11.74	2.11
TOK1	3.00	4.47	-5.93	3.61	6.21	1.66	-2.79	0.76
TRBN	-0.94	15.13	-7.54	12.17	153.9	2.65	-237.11	2.05
TUF1	169.05	4.47	-251.43	3.61	-3.07	3.07	2.7	2.54
TVA2	-2.41	4.47	0.13	4.47	0.48	2.83	-4.98	2.38
UDE1	-2.19	4.47	-5.82	4.47	-9.29	3.99	-2.2	3.48
VAN2	-9.55	4.47	-0.81	4.47	4.03	3.02	1.12	2.51
VEZI	2.66	4.47	-4.07	4.47	-5.63	2.17	17.7	1.18
VIR2	-14.05	4.47	15.11	4.47	-11.35	1.93	48.83	1.69

Tablo B.4 İstasyonlara ait 1.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.1284	0.373	UYUSUMLU	0.1574	0.4559	UYUSUMLU	0.0171	0.0496	UYUSUMLU
AGRD	-0.0303	0.0867	UYUSUMLU	-0.0014	0.004	UYUSUMLU	0.0172	0.0492	UYUSUMLU
AKD1	-0.0803	0.2298	UYUSUMLU	0.1351	0.3864	UYUSUMLU	-0.0302	0.0865	UYUSUMLU
AKLE	-0.1823	0.5227	UYUSUMLU	0.147	0.4208	UYUSUMLU	0.0351	0.1007	UYUSUMLU
APK1	0.0442	0.125	UYUSUMLU	0.1131	0.3202	UYUSUMLU	-0.0835	0.2364	UYUSUMLU
ARDH	0.0026	0.0075	UYUSUMLU	0.0024	0.0068	UYUSUMLU	-0.0231	0.0664	UYUSUMLU
ARTV	0.0019	0.0053	UYUSUMLU	0.0242	0.0693	UYUSUMLU	-0.031	0.0889	UYUSUMLU
BIN1	-0.023	0.0649	UYUSUMLU	0.0928	0.2626	UYUSUMLU	0.0436	0.1234	UYUSUMLU
BOG1	-0.0861	0.2474	UYUSUMLU	0.1436	0.4124	UYUSUMLU	-0.0086	0.0247	UYUSUMLU
BTMN	-0.1074	0.3054	UYUSUMLU	0.0564	0.1603	UYUSUMLU	0.033	0.0938	UYUSUMLU
BYB1	-0.0244	0.0691	UYUSUMLU	0.0624	0.1769	UYUSUMLU	-0.0289	0.0818	UYUSUMLU
CATK	-0.0415	0.1187	UYUSUMLU	0.0174	0.0498	UYUSUMLU	0.103	0.295	UYUSUMLU
COR1	-0.068	0.1969	UYUSUMLU	0.1801	0.5201	UYUSUMLU	-0.0645	0.1869	UYUSUMLU
DLUC	-0.0141	0.0408	UYUSUMLU	-0.0482	0.1392	UYUSUMLU	0.0302	0.0873	UYUSUMLU
EKZ1	2.3710	6.7546	UYUSUMSUZ ***	-3.8068	10.8389	UYUSUMSUZ ***	0.3208	0.9141	UYUSUMLU
ELAZ	-0.0185	0.0524	UYUSUMLU	0.0817	0.2312	UYUSUMLU	-0.0227	0.0641	UYUSUMLU
ERGN	-0.0224	0.0635	UYUSUMLU	0.1897	0.537	UYUSUMLU	0.1007	0.2853	UYUSUMLU
ERZ2	-0.0192	0.0544	UYUSUMLU	0.076	0.215	UYUSUMLU	-0.0129	0.0364	UYUSUMLU
ERZR	-0.0333	0.0944	UYUSUMLU	0.0362	0.1026	UYUSUMLU	-0.007	0.0198	UYUSUMLU
FASA	-0.0363	0.1039	UYUSUMLU	0.1246	0.3561	UYUSUMLU	-0.0732	0.2098	UYUSUMLU
FEEK	-0.0777	0.2231	UYUSUMLU	0.1181	0.3389	UYUSUMLU	0.0278	0.08	UYUSUMLU
GEM1	-0.0884	0.2527	UYUSUMLU	0.104	0.2971	UYUSUMLU	-0.005	0.0142	UYUSUMLU
GIRS	-0.0222	0.0634	UYUSUMLU	0.1089	0.3103	UYUSUMLU	-0.0574	0.1639	UYUSUMLU
GUMU	-0.0231	0.0656	UYUSUMLU	0.078	0.2212	UYUSUMLU	-0.0442	0.1255	UYUSUMLU
HAK1	-0.0819	0.2363	UYUSUMLU	-0.0192	0.0552	UYUSUMLU	0.0723	0.2085	UYUSUMLU
HINI	-0.0452	0.1282	UYUSUMLU	0.0296	0.0839	UYUSUMLU	0.0158	0.0449	UYUSUMLU
HORS	-0.0283	0.0807	UYUSUMLU	0.0134	0.0381	UYUSUMLU	-0.0024	0.0069	UYUSUMLU
IGR1	-0.0119	0.0344	UYUSUMLU	-0.0234	0.0672	UYUSUMLU	0.0237	0.0683	UYUSUMLU
KAY1	-0.0861	0.2469	UYUSUMLU	0.1063	0.3049	UYUSUMLU	0.0002	0.0006	UYUSUMLU
KLS1	-0.3253	0.9377	UYUSUMLU	0.1706	0.4906	UYUSUMLU	0.2633	0.7593	UYUSUMLU
KRS1	-0.0044	0.0125	UYUSUMLU	-0.0023	0.0065	UYUSUMLU	-0.0022	0.0063	UYUSUMLU
MAR1	0.2782	0.7959	UYUSUMLU	-0.2885	0.8247	UYUSUMLU	-0.1351	0.3866	UYUSUMLU
MARD	-0.1286	0.367	UYUSUMLU	0.0783	0.2232	UYUSUMLU	0.0477	0.1362	UYUSUMLU
MERS	-0.1611	0.4748	UYUSUMLU	0.2022	0.5936	UYUSUMLU	0.0269	0.0793	UYUSUMLU
MIDY	-0.1099	0.3137	UYUSUMLU	0.0586	0.167	UYUSUMLU	0.0619	0.1769	UYUSUMLU
MLY1	0.4335	1.2292	UYUSUMLU	0.0554	0.1571	UYUSUMLU	-0.4904	1.3908	UYUSUMLU
MLZ1	-0.048	0.1367	UYUSUMLU	0.0092	0.0262	UYUSUMLU	0.0259	0.0738	UYUSUMLU
MUR1	-0.0435	0.1246	UYUSUMLU	-0.0223	0.0638	UYUSUMLU	0.0381	0.1093	UYUSUMLU
MUS1	-0.0323	0.0918	UYUSUMLU	0.0775	0.2197	UYUSUMLU	0.0702	0.199	UYUSUMLU
NSYB	-0.1257	0.3597	UYUSUMLU	0.0584	0.1668	UYUSUMLU	0.0616	0.1764	UYUSUMLU
ONIY	0.099	0.2854	UYUSUMLU	0.1231	0.3543	UYUSUMLU	-0.1414	0.4078	UYUSUMLU
OZAL	-0.051	0.1467	UYUSUMLU	-0.0289	0.0831	UYUSUMLU	0.0463	0.1332	UYUSUMLU
POSF	0.0104	0.0301	UYUSUMLU	-0.0009	0.0027	UYUSUMLU	-0.0387	0.1117	UYUSUMLU
RDIY	-0.0344	0.0982	UYUSUMLU	0.1379	0.3929	UYUSUMLU	-0.0414	0.1181	UYUSUMLU
RHIY	-0.0214	0.0605	UYUSUMLU	0.1014	0.2871	UYUSUMLU	-0.0489	0.1385	UYUSUMLU
RZE1	-0.01	0.0286	UYUSUMLU	0.0556	0.1583	UYUSUMLU	-0.0444	0.1267	UYUSUMLU
SEM1	-0.0737	0.2146	UYUSUMLU	-0.0427	0.124	UYUSUMLU	0.0828	0.2411	UYUSUMLU
SINP	-0.0289	0.0847	UYUSUMLU	0.1812	0.5294	UYUSUMLU	-0.1013	0.298	UYUSUMLU
SRT1	-0.0801	0.2283	UYUSUMLU	0.0503	0.1433	UYUSUMLU	0.064	0.1825	UYUSUMLU
SSE1	-0.0336	0.0954	UYUSUMLU	0.1164	0.3304	UYUSUMLU	-0.0594	0.1686	UYUSUMLU
SVS1	-0.0541	0.1539	UYUSUMLU	0.1307	0.3719	UYUSUMLU	-0.0435	0.1238	UYUSUMLU
TNC1	-0.0383	0.1083	UYUSUMLU	0.0755	0.2134	UYUSUMLU	-0.0273	0.0771	UYUSUMLU
TOK1	-0.0437	0.1251	UYUSUMLU	0.157	0.4486	UYUSUMLU	-0.0401	0.1147	UYUSUMLU
TRBN	-0.0287	0.0819	UYUSUMLU	0.0712	0.2026	UYUSUMLU	-0.0425	0.1211	UYUSUMLU
TUF1	-0.0216	0.0617	UYUSUMLU	-0.1525	0.4359	UYUSUMLU	0.1069	0.3059	UYUSUMLU
TVA2	-0.063	0.1792	UYUSUMLU	0.0225	0.064	UYUSUMLU	0.0459	0.1307	UYUSUMLU
UDE1	-0.0189	0.0538	UYUSUMLU	0.0253	0.0721	UYUSUMLU	-0.0172	0.0489	UYUSUMLU
VAN2	-0.0693	0.1985	UYUSUMLU	-0.0163	0.0466	UYUSUMLU	0.0397	0.1138	UYUSUMLU
VEZI	-0.0514	0.1488	UYUSUMLU	0.1713	0.4949	UYUSUMLU	-0.0798	0.2315	UYUSUMLU
VIR2	-0.1594	0.4546	UYUSUMLU	0.1251	0.3561	UYUSUMLU	0.0262	0.0748	UYUSUMLU

Tablo B.5 İstasyonlara ait 2.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0388	0.4775	UYUSUMLU	0.007	0.0856	UYUSUMLU	0.0221	0.2718	UYUSUMLU
AGRD	-0.0107	0.1295	UYUSUMLU	-0.0076	0.0914	UYUSUMLU	0.0067	0.0813	UYUSUMLU
AKD1	-0.0377	0.4574	UYUSUMLU	0.0089	0.108	UYUSUMLU	0.0133	0.1616	UYUSUMLU
AKLE	-0.097	1.1778	UYUSUMLU	0.0587	0.7107	UYUSUMLU	0.0065	0.0789	UYUSUMLU
APK1	0.0912	1.0922	UYUSUMLU	0.0282	0.3384	UYUSUMLU	-0.0703	0.8421	UYUSUMLU
ARDH	-0.0007	0.009	UYUSUMLU	-0.0044	0.0538	UYUSUMLU	-0.0082	0.1003	UYUSUMLU
ARTV	0.0006	0.0074	UYUSUMLU	0.0033	0.0396	UYUSUMLU	-0.0087	0.1055	UYUSUMLU
BIN1	0.0203	0.2428	UYUSUMLU	0.0412	0.4936	UYUSUMLU	0.0389	0.4664	UYUSUMLU
BOG1	-0.0342	0.4161	UYUSUMLU	0.0044	0.0533	UYUSUMLU	0.0324	0.3946	UYUSUMLU
BTMN	-0.0489	0.5883	UYUSUMLU	0.0114	0.1373	UYUSUMLU	0.0061	0.0735	UYUSUMLU
BYB1	-0.0036	0.0427	UYUSUMLU	0.0122	0.1462	UYUSUMLU	-0.0097	0.1169	UYUSUMLU
CATK	0.0072	0.0878	UYUSUMLU	0.0054	0.0656	UYUSUMLU	0.0637	0.7729	UYUSUMLU
COR1	-0.0394	0.4831	UYUSUMLU	0.0431	0.5266	UYUSUMLU	-0.0002	0.0027	UYUSUMLU
DLUC	-0.0012	0.0147	UYUSUMLU	-0.0256	0.3132	UYUSUMLU	0.0053	0.0649	UYUSUMLU
ELAZ	0.0331	0.396	UYUSUMLU	0.0079	0.0948	UYUSUMLU	-0.0218	0.2612	UYUSUMLU
ERGN	0.034	0.408	UYUSUMLU	0.1227	1.4702	UYUSUMLU	0.0915	1.0972	UYUSUMLU
ERZ2	0.0126	0.1513	UYUSUMLU	0.0144	0.1721	UYUSUMLU	0.0019	0.0224	UYUSUMLU
ERZR	-0.0101	0.1208	UYUSUMLU	0.0013	0.0161	UYUSUMLU	-0.0009	0.0107	UYUSUMLU
FASA	-0.0221	0.2675	UYUSUMLU	0.0321	0.3888	UYUSUMLU	-0.0205	0.2486	UYUSUMLU
FEEK	-0.0033	0.0402	UYUSUMLU	-0.0173	0.2102	UYUSUMLU	0.0416	0.5062	UYUSUMLU
GEM1	-0.038	0.4598	UYUSUMLU	-0.0212	0.2566	UYUSUMLU	0.0295	0.3565	UYUSUMLU
GIRS	-0.0081	0.0983	UYUSUMLU	0.0308	0.3717	UYUSUMLU	-0.0135	0.1627	UYUSUMLU
GUMU	-0.0035	0.0423	UYUSUMLU	0.0165	0.1976	UYUSUMLU	-0.0164	0.1971	UYUSUMLU
HAK1	-0.0289	0.3524	UYUSUMLU	-0.0213	0.2603	UYUSUMLU	0.0206	0.2512	UYUSUMLU
HINI	-0.0143	0.1716	UYUSUMLU	0	0.0004	UYUSUMLU	0.0098	0.1173	UYUSUMLU
HORS	-0.0109	0.1314	UYUSUMLU	-0.0059	0.0709	UYUSUMLU	-0.0011	0.0128	UYUSUMLU
IGR1	-0.0003	0.0043	UYUSUMLU	-0.0121	0.1473	UYUSUMLU	0.009	0.1091	UYUSUMLU
KAY1	-0.0263	0.3194	UYUSUMLU	-0.0312	0.3786	UYUSUMLU	0.0316	0.3843	UYUSUMLU
KLS1	-0.235	2.8691	UYUSUMLU	0.0504	0.6134	UYUSUMLU	0.2495	3.0471	UYUSUMLU
KRS1	-0.0001	0.0012	UYUSUMLU	-0.0044	0.0539	UYUSUMLU	0.0012	0.0147	UYUSUMLU
MAR1	0.3542	4.2919	UYUSUMSUZ ***	-0.4087	4.9462	UYUSUMSUZ ***	-0.1324	1.6054	UYUSUMLU
MARD	-0.0592	0.715	UYUSUMLU	0.0237	0.2855	UYUSUMLU	0.015	0.1815	UYUSUMLU
MERS	-0.0626	0.7816	UYUSUMLU	0.0306	0.3807	UYUSUMLU	0.0339	0.4226	UYUSUMLU
MIDY	-0.0446	0.5384	UYUSUMLU	0.0152	0.1833	UYUSUMLU	0.0261	0.3151	UYUSUMLU
MLY1	0.4931	5.9179	UYUSUMSUZ ***	-0.0358	0.4297	UYUSUMLU	-0.4871	5.8486	UYUSUMSUZ ***
MLZ1	-0.0166	0.1996	UYUSUMLU	-0.0072	0.0869	UYUSUMLU	0.0097	0.1171	UYUSUMLU
MUR1	-0.0145	0.1753	UYUSUMLU	-0.0189	0.229	UYUSUMLU	0.01	0.1219	UYUSUMLU
MUS1	0.01	0.12	UYUSUMLU	0.0421	0.5047	UYUSUMLU	0.0553	0.6635	UYUSUMLU
NSYB	-0.0542	0.6567	UYUSUMLU	0.0111	0.1338	UYUSUMLU	0.0211	0.2562	UYUSUMLU
ONIY	0.1847	2.2554	UYUSUMLU	-0.0103	0.1254	UYUSUMLU	-0.142	1.7342	UYUSUMLU
OZAL	-0.0173	0.2104	UYUSUMLU	-0.0229	0.2786	UYUSUMLU	0.011	0.1333	UYUSUMLU
POSF	-0.0001	0.001	UYUSUMLU	-0.006	0.0727	UYUSUMLU	-0.0176	0.2151	UYUSUMLU
RDIY	-0.0081	0.0972	UYUSUMLU	0.0399	0.4816	UYUSUMLU	0.0021	0.0254	UYUSUMLU
RHIY	0.0098	0.1177	UYUSUMLU	0.0252	0.3017	UYUSUMLU	-0.0239	0.2859	UYUSUMLU
RZE1	-0.0043	0.0515	UYUSUMLU	0.0125	0.1505	UYUSUMLU	-0.0145	0.1747	UYUSUMLU
SEM1	-0.02	0.2466	UYUSUMLU	-0.0317	0.3896	UYUSUMLU	0.02	0.2464	UYUSUMLU
SINP	-0.0275	0.3416	UYUSUMLU	0.0554	0.6847	UYUSUMLU	-0.0158	0.1967	UYUSUMLU
SRT1	-0.0257	0.3105	UYUSUMLU	0.0188	0.2264	UYUSUMLU	0.0324	0.3911	UYUSUMLU
SSE1	-0.0053	0.0636	UYUSUMLU	0.0302	0.3634	UYUSUMLU	-0.0251	0.3014	UYUSUMLU
SVS1	-0.0156	0.1877	UYUSUMLU	0.0242	0.2919	UYUSUMLU	-0.0074	0.0896	UYUSUMLU
TNC1	0.005	0.0597	UYUSUMLU	0.0083	0.0995	UYUSUMLU	-0.0216	0.2583	UYUSUMLU
TOK1	-0.0146	0.1764	UYUSUMLU	0.0458	0.5537	UYUSUMLU	0.0086	0.1038	UYUSUMLU
TRBN	-0.0199	0.2404	UYUSUMLU	0.0152	0.1828	UYUSUMLU	-0.0072	0.0868	UYUSUMLU
TUF1	0.0446	0.5405	UYUSUMLU	-0.2803	3.3927	UYUSUMLU	0.1256	1.5214	UYUSUMLU
TVA2	-0.0197	0.2367	UYUSUMLU	-0.0007	0.0086	UYUSUMLU	0.0213	0.2561	UYUSUMLU
UDE1	-0.0077	0.0934	UYUSUMLU	-0.0023	0.0283	UYUSUMLU	-0.0032	0.0389	UYUSUMLU
VAN2	-0.0303	0.367	UYUSUMLU	-0.021	0.2547	UYUSUMLU	0.0064	0.0772	UYUSUMLU
VEZI	-0.0344	0.4222	UYUSUMLU	0.046	0.5625	UYUSUMLU	-0.0103	0.1263	UYUSUMLU
VIR2	-0.0853	1.0294	UYUSUMLU	0.0531	0.6397	UYUSUMLU	-0.0002	0.0021	UYUSUMLU

Tablo B.6 İstasyonlara ait 3.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0242	0.3833	UYUSUMLU	0.0043	0.0685	UYUSUMLU	0.0067	0.1061	UYUSUMLU
AGRD	-0.0066	0.1028	UYUSUMLU	-0.0055	0.0859	UYUSUMLU	0.0015	0.0232	UYUSUMLU
AKD1	-0.0243	0.3798	UYUSUMLU	0.0036	0.0566	UYUSUMLU	0.0036	0.0557	UYUSUMLU
AKLE	-0.087	1.3617	UYUSUMLU	0.0604	0.9433	UYUSUMLU	-0.0072	0.1125	UYUSUMLU
APK1	0.1014	1.5645	UYUSUMLU	0.0266	0.4105	UYUSUMLU	-0.0797	1.2294	UYUSUMLU
ARDH	0.0036	0.057	UYUSUMLU	-0.0046	0.0721	UYUSUMLU	-0.0111	0.1734	UYUSUMLU
ARTV	0.0061	0.0956	UYUSUMLU	0.0022	0.0336	UYUSUMLU	-0.012	0.1868	UYUSUMLU
BIN1	0.0279	0.43	UYUSUMLU	0.0419	0.6456	UYUSUMLU	0.0305	0.4709	UYUSUMLU
BOG1	-0.0199	0.312	UYUSUMLU	-0.001	0.0161	UYUSUMLU	0.0214	0.3351	UYUSUMLU
BTMN	-0.042	0.6515	UYUSUMLU	0.0141	0.2178	UYUSUMLU	-0.0039	0.0605	UYUSUMLU
BYB1	0.0042	0.0647	UYUSUMLU	0.0108	0.1669	UYUSUMLU	-0.0157	0.2431	UYUSUMLU
CATK	0.0115	0.1789	UYUSUMLU	0.0098	0.1527	UYUSUMLU	0.0553	0.8629	UYUSUMLU
COR1	-0.0251	0.3968	UYUSUMLU	0.0356	0.5613	UYUSUMLU	-0.0088	0.139	UYUSUMLU
DLUC	0.0005	0.0075	UYUSUMLU	-0.0219	0.3441	UYUSUMLU	0.0011	0.0169	UYUSUMLU
ELAZ	0.0424	0.6534	UYUSUMLU	0.0076	0.1171	UYUSUMLU	-0.0315	0.4858	UYUSUMLU
ERGN	0.0427	0.6596	UYUSUMLU	0.1234	1.9040	UYUSUMLU	0.0814	1.2572	UYUSUMLU
ERZ2	0.0212	0.3268	UYUSUMLU	0.0131	0.2024	UYUSUMLU	-0.0055	0.0846	UYUSUMLU
ERZR	-0.0036	0.0554	UYUSUMLU	0.0014	0.0218	UYUSUMLU	-0.0069	0.1066	UYUSUMLU
FASA	-0.011	0.172	UYUSUMLU	0.0268	0.4179	UYUSUMLU	-0.0266	0.4158	UYUSUMLU
FEEK	0.0104	0.1636	UYUSUMLU	-0.0203	0.3171	UYUSUMLU	0.0282	0.4424	UYUSUMLU
GEM1	-0.0247	0.3854	UYUSUMLU	-0.0257	0.4002	UYUSUMLU	0.0189	0.2945	UYUSUMLU
GIRS	0.0018	0.0282	UYUSUMLU	0.0266	0.4132	UYUSUMLU	-0.0193	0.3001	UYUSUMLU
GUMU	0.0051	0.0793	UYUSUMLU	0.0141	0.2174	UYUSUMLU	-0.0225	0.3476	UYUSUMLU
HAK1	-0.0256	0.4019	UYUSUMLU	-0.0157	0.2473	UYUSUMLU	0.0117	0.184	UYUSUMLU
HINI	-0.0083	0.1288	UYUSUMLU	0.0012	0.0184	UYUSUMLU	0.003	0.0467	UYUSUMLU
HORS	-0.0057	0.0879	UYUSUMLU	-0.0051	0.0792	UYUSUMLU	-0.0062	0.0967	UYUSUMLU
IGR1	0.0023	0.0366	UYUSUMLU	-0.0094	0.1473	UYUSUMLU	0.0048	0.0746	UYUSUMLU
KAY1	-0.0122	0.191	UYUSUMLU	-0.0357	0.5585	UYUSUMLU	0.0198	0.3097	UYUSUMLU
KLS1	-0.2227	3.5020	UYUSUMLU	0.0501	0.7864	UYUSUMLU	0.2347	3.6927	UYUSUMSUZ ***
KRS1	0.0038	0.0598	UYUSUMLU	-0.0035	0.0552	UYUSUMLU	-0.0023	0.0367	UYUSUMLU
MAR1	0.3668	5.7253	UYUSUMSUZ ***	-0.4103	6.3968	UYUSUMSUZ ***	-0.1457	2.2748	UYUSUMLU
MARD	-0.0517	0.8045	UYUSUMLU	0.0266	0.4132	UYUSUMLU	0.0037	0.0572	UYUSUMLU
MERS	-0.0465	0.749	UYUSUMLU	0.0272	0.4358	UYUSUMLU	0.017	0.2731	UYUSUMLU
MIDY	-0.0379	0.5905	UYUSUMLU	0.0186	0.2895	UYUSUMLU	0.0153	0.2386	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0117	0.182	UYUSUMLU	-0.0049	0.0755	UYUSUMLU	0.0031	0.0478	UYUSUMLU
MUR1	-0.0113	0.1761	UYUSUMLU	-0.0152	0.2367	UYUSUMLU	0.0039	0.0609	UYUSUMLU
MUS1	0.0163	0.2519	UYUSUMLU	0.0439	0.6786	UYUSUMLU	0.0472	0.7296	UYUSUMLU
NSYB	-0.0474	0.7392	UYUSUMLU	0.0148	0.2303	UYUSUMLU	0.0096	0.1505	UYUSUMLU
ONIY	0.1981	3.1171	UYUSUMLU	-0.012	0.1884	UYUSUMLU	-0.1566	2.4640	UYUSUMLU
OZAL	-0.0144	0.2256	UYUSUMLU	-0.0185	0.29	UYUSUMLU	0.0043	0.0678	UYUSUMLU
POSF	0.0042	0.0659	UYUSUMLU	-0.0067	0.1048	UYUSUMLU	-0.0197	0.3095	UYUSUMLU
RDIY	0.0034	0.0521	UYUSUMLU	0.0353	0.5485	UYUSUMLU	-0.0054	0.0836	UYUSUMLU
RHIY	0.0195	0.3016	UYUSUMLU	0.0227	0.3505	UYUSUMLU	-0.0314	0.4846	UYUSUMLU
RZE1	0.003	0.0464	UYUSUMLU	0.0103	0.1592	UYUSUMLU	-0.0188	0.2924	UYUSUMLU
SEM1	-0.0179	0.2841	UYUSUMLU	-0.0249	0.3947	UYUSUMLU	0.0112	0.1771	UYUSUMLU
SINP	-0.0139	0.2228	UYUSUMLU	0.0463	0.737	UYUSUMLU	-0.0214	0.3429	UYUSUMLU
SRT1	-0.02	0.3099	UYUSUMLU	0.0221	0.3433	UYUSUMLU	0.0231	0.3582	UYUSUMLU
SSE1	0.0052	0.0806	UYUSUMLU	0.0267	0.4136	UYUSUMLU	-0.0325	0.5032	UYUSUMLU
SVS1	-0.0036	0.056	UYUSUMLU	0.0201	0.3117	UYUSUMLU	-0.0163	0.2537	UYUSUMLU
TNC1	0.0139	0.2135	UYUSUMLU	0.0077	0.119	UYUSUMLU	-0.0303	0.4664	UYUSUMLU
TOK1	-0.0022	0.034	UYUSUMLU	0.0404	0.6293	UYUSUMLU	0.0005	0.0082	UYUSUMLU
TRBN	-0.0117	0.1812	UYUSUMLU	0.0122	0.1894	UYUSUMLU	-0.0121	0.1875	UYUSUMLU
TUF1	0.0579	0.9038	UYUSUMLU	-0.2835	4.4197	UYUSUMSUZ ***	0.1133	1.7678	UYUSUMLU
TVA2	-0.0144	0.2231	UYUSUMLU	0.0022	0.0344	UYUSUMLU	0.0132	0.2054	UYUSUMLU
UDE1	-0.0018	0.0274	UYUSUMLU	-0.0028	0.0441	UYUSUMLU	-0.0079	0.122	UYUSUMLU
VAN2	-0.0265	0.4141	UYUSUMLU	-0.017	0.2652	UYUSUMLU	-0.001	0.015	UYUSUMLU
VEZI	-0.0209	0.3307	UYUSUMLU	0.0384	0.6045	UYUSUMLU	-0.0174	0.2754	UYUSUMLU
VIR2	-0.0765	1.1889	UYUSUMLU	0.0551	0.8551	UYUSUMLU	-0.0123	0.1918	UYUSUMLU

Tablo B.7 İstasyonlara ait 4.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0092	0.1998	UYUSUMLU	-0.0162	0.3494	UYUSUMLU	-0.0008	0.0167	UYUSUMLU
AGRD	-0.0044	0.0929	UYUSUMLU	-0.0035	0.075	UYUSUMLU	-0.001	0.0213	UYUSUMLU
AKD1	-0.0152	0.3228	UYUSUMLU	-0.0144	0.3053	UYUSUMLU	0.0049	0.1045	UYUSUMLU
AKLE	-0.0747	1.5925	UYUSUMLU	0.0505	1.0724	UYUSUMLU	-0.0178	0.3805	UYUSUMLU
APK1	0.1096	2.3015	UYUSUMLU	0.0159	0.3336	UYUSUMLU	-0.082	1.7225	UYUSUMLU
ARDH	0.0034	0.0725	UYUSUMLU	-0.0035	0.0753	UYUSUMLU	-0.0086	0.1839	UYUSUMLU
ARTV	0.0067	0.1415	UYUSUMLU	0.0008	0.0179	UYUSUMLU	-0.0089	0.1884	UYUSUMLU
BIN1	0.0344	0.7226	UYUSUMLU	0.0368	0.7719	UYUSUMLU	0.0266	0.5575	UYUSUMLU
BOG1	-0.0093	0.1992	UYUSUMLU	-0.021	0.4471	UYUSUMLU	0.0215	0.4595	UYUSUMLU
BTMN	-0.0342	0.7206	UYUSUMLU	0.0107	0.2247	UYUSUMLU	-0.0118	0.2493	UYUSUMLU
BYB1	0.0083	0.1742	UYUSUMLU	0.0052	0.1089	UYUSUMLU	-0.015	0.3147	UYUSUMLU
CATK	0.017	0.3606	UYUSUMLU	0.0118	0.2498	UYUSUMLU	0.0468	0.9952	UYUSUMLU
COR1	-0.0172	0.3694	UYUSUMLU	0.0153	0.3279	UYUSUMLU	-0.0039	0.0845	UYUSUMLU
DLUC	0.0007	0.0159	UYUSUMLU	-0.0151	0.3239	UYUSUMLU	-0.0025	0.0543	UYUSUMLU
ELAZ	0.0506	1.0629	UYUSUMLU	-0.0011	0.0221	UYUSUMLU	-0.0356	0.7482	UYUSUMLU
ERGN	0.0512	1.0769	UYUSUMLU	0.1161	2.4385	UYUSUMLU	0.0757	1.5910	UYUSUMLU
ERZ2	0.0269	0.5646	UYUSUMLU	0.0059	0.124	UYUSUMLU	-0.0062	0.1306	UYUSUMLU
ERZR	0.0002	0.0039	UYUSUMLU	-0.0015	0.0308	UYUSUMLU	-0.0078	0.1643	UYUSUMLU
FASA	-0.0061	0.1306	UYUSUMLU	0.0137	0.29	UYUSUMLU	-0.0216	0.459	UYUSUMLU
FEEK	0.0233	0.4971	UYUSUMLU	-0.0388	0.8263	UYUSUMLU	0.0233	0.4965	UYUSUMLU
GEM1	-0.0148	0.3134	UYUSUMLU	-0.0433	0.9176	UYUSUMLU	0.0185	0.3928	UYUSUMLU
GIRS	0.0062	0.1306	UYUSUMLU	0.0159	0.3368	UYUSUMLU	-0.0152	0.3216	UYUSUMLU
GUMU	0.0095	0.2001	UYUSUMLU	0.0064	0.1355	UYUSUMLU	-0.0206	0.4344	UYUSUMLU
HAK1	-0.02	0.4284	UYUSUMLU	-0.0119	0.2546	UYUSUMLU	0.0014	0.0303	UYUSUMLU
HINI	-0.0039	0.0831	UYUSUMLU	-0.0005	0.0109	UYUSUMLU	0	0.0006	UYUSUMLU
HORS	-0.0031	0.0665	UYUSUMLU	-0.0055	0.1158	UYUSUMLU	-0.0072	0.1514	UYUSUMLU
IGR1	0.0029	0.0629	UYUSUMLU	-0.0047	0.0997	UYUSUMLU	0.0025	0.0524	UYUSUMLU
KAY1	-0.0008	0.0178	UYUSUMLU	-0.0551	1.1732	UYUSUMLU	0.0181	0.3868	UYUSUMLU
KLS1	-0.2087	4.4723	UYUSUMSUZ ***	0.0348	0.7439	UYUSUMLU	0.2251	4.8275	UYUSUMSUZ ***
KRS1	0.0042	0.0899	UYUSUMLU	-0.0014	0.0297	UYUSUMLU	-0.0019	0.0401	UYUSUMLU
MARD	-0.0423	0.8963	UYUSUMLU	0.0219	0.463	UYUSUMLU	-0.0059	0.1254	UYUSUMLU
MERS	-0.03	0.6586	UYUSUMLU	0.0033	0.0721	UYUSUMLU	0.0088	0.1926	UYUSUMLU
MIDY	-0.0294	0.6235	UYUSUMLU	0.0157	0.3328	UYUSUMLU	0.0058	0.122	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0078	0.1654	UYUSUMLU	-0.0043	0.0899	UYUSUMLU	-0.0011	0.0239	UYUSUMLU
MUR1	-0.0085	0.1799	UYUSUMLU	-0.0112	0.238	UYUSUMLU	-0.0015	0.0314	UYUSUMLU
MUS1	0.0221	0.4651	UYUSUMLU	0.0416	0.8748	UYUSUMLU	0.0421	0.8867	UYUSUMLU
NSYB	-0.0381	0.8089	UYUSUMLU	0.0114	0.2423	UYUSUMLU	-0.001	0.0221	UYUSUMLU
ONIY	0.2121	4.5466	UYUSUMSUZ ***	-0.0298	0.6364	UYUSUMLU	-0.1642	3.5218	UYUSUMLU
OZAL	-0.0112	0.2389	UYUSUMLU	-0.0139	0.2971	UYUSUMLU	-0.0023	0.0494	UYUSUMLU
POSF	0.0031	0.0662	UYUSUMLU	-0.0055	0.1184	UYUSUMLU	-0.0159	0.3404	UYUSUMLU
RDIY	0.0098	0.2065	UYUSUMLU	0.0216	0.4573	UYUSUMLU	-0.0025	0.0523	UYUSUMLU
RHIY	0.0257	0.5404	UYUSUMLU	0.0129	0.2718	UYUSUMLU	-0.0309	0.6498	UYUSUMLU
RZE1	0.0051	0.1087	UYUSUMLU	0.0054	0.1131	UYUSUMLU	-0.0155	0.3277	UYUSUMLU
SEM1	-0.0129	0.2784	UYUSUMLU	-0.0188	0.4046	UYUSUMLU	-0.0005	0.0108	UYUSUMLU
SINP	-0.0094	0.2045	UYUSUMLU	0.0269	0.584	UYUSUMLU	-0.0117	0.2551	UYUSUMLU
SRT1	-0.013	0.2758	UYUSUMLU	0.0209	0.4414	UYUSUMLU	0.015	0.3168	UYUSUMLU
SSE1	0.0114	0.2406	UYUSUMLU	0.0151	0.319	UYUSUMLU	-0.0308	0.6485	UYUSUMLU
SVS1	0.0044	0.0936	UYUSUMLU	0.0054	0.1131	UYUSUMLU	-0.0154	0.3253	UYUSUMLU
TNC1	0.021	0.4402	UYUSUMLU	-0.0001	0.0012	UYUSUMLU	-0.0331	0.694	UYUSUMLU
TOK1	0.005	0.1058	UYUSUMLU	0.0245	0.5199	UYUSUMLU	0.0037	0.0787	UYUSUMLU
TRBN	-0.0087	0.1837	UYUSUMLU	0.0052	0.1093	UYUSUMLU	-0.0084	0.1781	UYUSUMLU
TUF1	0.0697	1.4805	UYUSUMLU	-0.3009	6.3901	UYUSUMSUZ ***	0.1097	2.3308	UYUSUMLU
TVA2	-0.009	0.1891	UYUSUMLU	0.0021	0.0433	UYUSUMLU	0.007	0.1475	UYUSUMLU
UDE1	0.0004	0.0085	UYUSUMLU	-0.0049	0.1033	UYUSUMLU	-0.0068	0.1439	UYUSUMLU
VAN2	-0.0223	0.4742	UYUSUMLU	-0.0141	0.2995	UYUSUMLU	-0.0078	0.1665	UYUSUMLU
VEZI	-0.0147	0.3153	UYUSUMLU	0.0196	0.4214	UYUSUMLU	-0.0109	0.234	UYUSUMLU
VIR2	-0.0659	1.3955	UYUSUMLU	0.0475	1.0048	UYUSUMLU	-0.0217	0.4589	UYUSUMLU

Tablo B.8 İstasyonlara ait 5.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0048	0.1216	UYUSUMLU	-0.0314	0.7993	UYUSUMLU	0.0024	0.0616	UYUSUMLU
AGRD	-0.0038	0.0939	UYUSUMLU	-0.0031	0.0786	UYUSUMLU	-0.0013	0.0313	UYUSUMLU
AKD1	-0.0152	0.3816	UYUSUMLU	-0.0258	0.6479	UYUSUMLU	0.0112	0.2817	UYUSUMLU
AKLE	-0.0691	17.392	UYUSUMLU	0.0412	1.0334	UYUSUMLU	-0.0186	0.4673	UYUSUMLU
APK1	0.1111	27.535	UYUSUMLU	0.0081	0.2016	UYUSUMLU	-0.079	1.9585	UYUSUMLU
ARDH	0.0015	0.0386	UYUSUMLU	-0.0025	0.0627	UYUSUMLU	-0.0066	0.1656	UYUSUMLU
ARTV	0.0046	0.1163	UYUSUMLU	0.0005	0.0127	UYUSUMLU	-0.0059	0.1492	UYUSUMLU
BIN1	0.0364	0.9014	UYUSUMLU	0.0322	0.7982	UYUSUMLU	0.0275	0.6802	UYUSUMLU
BOG1	-0.0087	0.2185	UYUSUMLU	-0.0339	0.8547	UYUSUMLU	0.0278	0.7006	UYUSUMLU
BTMN	-0.0303	0.7552	UYUSUMLU	0.0063	0.1555	UYUSUMLU	-0.013	0.3234	UYUSUMLU
BYB1	0.0079	0.1951	UYUSUMLU	0.0015	0.0361	UYUSUMLU	-0.0119	0.296	UYUSUMLU
CATK	0.0206	0.5165	UYUSUMLU	0.0107	0.2685	UYUSUMLU	0.0441	1.1050	UYUSUMLU
COR1	-0.019	0.4816	UYUSUMLU	0.0032	0.082	UYUSUMLU	0.0044	0.1118	UYUSUMLU
DLUC	0.0014	0.0361	UYUSUMLU	-0.0119	0.2999	UYUSUMLU	-0.0045	0.1133	UYUSUMLU
ELAZ	0.0529	1.3112	UYUSUMLU	-0.0079	0.196	UYUSUMLU	-0.0339	0.8401	UYUSUMLU
ERGN	0.0543	1.3453	UYUSUMLU	0.1097	2.7191	UYUSUMLU	0.0764	1.8953	UYUSUMLU
ERZ2	0.0274	0.678	UYUSUMLU	0.0008	0.0195	UYUSUMLU	-0.0034	0.0848	UYUSUMLU
ERZR	0.0004	0.0108	UYUSUMLU	-0.0038	0.0951	UYUSUMLU	-0.0062	0.153	UYUSUMLU
FASA	-0.0084	0.2095	UYUSUMLU	0.0062	0.1557	UYUSUMLU	-0.0149	0.3746	UYUSUMLU
FEEK	0.0265	0.6677	UYUSUMLU	-0.0521	1.3109	UYUSUMLU	0.027	0.6812	UYUSUMLU
GEM1	-0.0139	0.3486	UYUSUMLU	-0.0549	1.3742	UYUSUMLU	0.024	0.601	UYUSUMLU
GIRS	0.0043	0.1077	UYUSUMLU	0.0098	0.245	UYUSUMLU	-0.0095	0.238	UYUSUMLU
GUMU	0.0087	0.2152	UYUSUMLU	0.0017	0.0424	UYUSUMLU	-0.0167	0.4137	UYUSUMLU
HAK1	-0.0156	0.3949	UYUSUMLU	-0.0122	0.3074	UYUSUMLU	-0.0026	0.0655	UYUSUMLU
HINI	-0.0027	0.0677	UYUSUMLU	-0.0026	0.0655	UYUSUMLU	0.0005	0.0125	UYUSUMLU
HORS	-0.0031	0.0774	UYUSUMLU	-0.0062	0.1552	UYUSUMLU	-0.0062	0.1536	UYUSUMLU
IGR1	0.0032	0.0801	UYUSUMLU	-0.0024	0.0611	UYUSUMLU	0.0016	0.0398	UYUSUMLU
KAY1	0.0007	0.0182	UYUSUMLU	-0.0681	1.7137	UYUSUMLU	0.0235	0.5922	UYUSUMLU
KLS1	-0.2034	5.1474	UYUSUMSUZ ***	0.0224	0.5658	UYUSUMLU	0.2262	5.7286	UYUSUMSUZ ***
KRS1	0.0033	0.0829	UYUSUMLU	-0.0002	0.004	UYUSUMLU	-0.0009	0.0235	UYUSUMLU
MARD	-0.0376	0.939	UYUSUMLU	0.0163	0.4056	UYUSUMLU	-0.0075	0.1871	UYUSUMLU
MERS	-0.0251	0.651	UYUSUMLU	-0.0141	0.3655	UYUSUMLU	0.0124	0.3228	UYUSUMLU
MIDY	-0.0248	0.6206	UYUSUMLU	0.0113	0.2811	UYUSUMLU	0.0037	0.0937	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0062	0.1543	UYUSUMLU	-0.0052	0.1289	UYUSUMLU	-0.0018	0.0437	UYUSUMLU
MUR1	-0.0066	0.1644	UYUSUMLU	-0.0102	0.256	UYUSUMLU	-0.0034	0.0863	UYUSUMLU
MUS1	0.0244	0.606	UYUSUMLU	0.0386	0.9572	UYUSUMLU	0.0419	1.0403	UYUSUMLU
NSYB	-0.0329	0.8248	UYUSUMLU	0.0064	0.1601	UYUSUMLU	-0.0034	0.0854	UYUSUMLU
ONIY	0.2166	5.4842	UYUSUMSUZ ***	-0.0432	1.0920	UYUSUMLU	-0.1618	4.0984	UYUSUMSUZ ***
OZAL	-0.0087	0.2192	UYUSUMLU	-0.0129	0.3232	UYUSUMLU	-0.005	0.1251	UYUSUMLU
POSF	0.0005	0.0126	UYUSUMLU	-0.0041	0.1039	UYUSUMLU	-0.0133	0.3364	UYUSUMLU
RDIY	0.0087	0.2176	UYUSUMLU	0.0133	0.3317	UYUSUMLU	0.0034	0.0857	UYUSUMLU
RHIY	0.0257	0.6383	UYUSUMLU	0.0065	0.1607	UYUSUMLU	-0.027	0.6692	UYUSUMLU
RZE1	0.0033	0.0821	UYUSUMLU	0.0027	0.0685	UYUSUMLU	-0.0116	0.289	UYUSUMLU
SEM1	-0.0081	0.2058	UYUSUMLU	-0.0179	0.4541	UYUSUMLU	-0.0057	0.1451	UYUSUMLU
SINP	-0.0138	0.3553	UYUSUMLU	0.0167	0.4287	UYUSUMLU	-0.0016	0.041	UYUSUMLU
SRT1	-0.0093	0.2324	UYUSUMLU	0.0179	0.4452	UYUSUMLU	0.0132	0.3291	UYUSUMLU
SSE1	0.0109	0.2706	UYUSUMLU	0.0079	0.1951	UYUSUMLU	-0.0259	0.6432	UYUSUMLU
SVS1	0.0045	0.1115	UYUSUMLU	-0.0041	0.1033	UYUSUMLU	-0.01	0.2505	UYUSUMLU
TNC1	0.0226	0.5584	UYUSUMLU	-0.006	0.1495	UYUSUMLU	-0.031	0.7677	UYUSUMLU
TOK1	0.0039	0.0978	UYUSUMLU	0.0149	0.3719	UYUSUMLU	0.0103	0.2572	UYUSUMLU
TRBN	-0.0105	0.263	UYUSUMLU	0.0013	0.0319	UYUSUMLU	-0.0039	0.0961	UYUSUMLU
TVA2	-0.0062	0.1548	UYUSUMLU	0.0001	0.0035	UYUSUMLU	0.0057	0.142	UYUSUMLU
UDE1	-0.0005	0.0114	UYUSUMLU	-0.0062	0.1551	UYUSUMLU	-0.0046	0.1136	UYUSUMLU
VAN2	-0.0196	0.4899	UYUSUMLU	-0.0142	0.3552	UYUSUMLU	-0.0102	0.2548	UYUSUMLU
VEZI	-0.0174	0.4421	UYUSUMLU	0.009	0.2291	UYUSUMLU	-0.0022	0.0567	UYUSUMLU
VIR2	-0.0611	1.5268	UYUSUMLU	0.0401	1.0013	UYUSUMLU	-0.0224	0.5604	UYUSUMLU

Tablo B.9 İstasyonlara ait 6.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0156	0.4972	UYUSUMLU	-0.0265	0.8387	UYUSUMLU	0.0142	0.4506	UYUSUMLU
AGRD	-0.003	0.0939	UYUSUMLU	-0.0068	0.2094	UYUSUMLU	0.0002	0.0073	UYUSUMLU
AKD1	-0.0241	0.7513	UYUSUMLU	-0.0191	0.5965	UYUSUMLU	0.0161	0.5021	UYUSUMLU
AKLE	-0.0753	2.3570	UYUSUMLU	0.0402	1.2548	UYUSUMLU	-0.0078	0.2429	UYUSUMLU
APK1	0.1053	3.2426	UYUSUMLU	0.0102	0.3153	UYUSUMLU	-0.0738	2.2717	UYUSUMLU
ARDH	0.0024	0.0747	UYUSUMLU	-0.004	0.1248	UYUSUMLU	-0.0083	0.2585	UYUSUMLU
ARTV	0.0043	0.1349	UYUSUMLU	0.0003	0.0089	UYUSUMLU	-0.0074	0.2294	UYUSUMLU
BIN1	0.0333	1.0230	UYUSUMLU	0.0313	0.9614	UYUSUMLU	0.0322	0.9894	UYUSUMLU
BOG1	-0.0186	0.5819	UYUSUMLU	-0.0267	0.8375	UYUSUMLU	0.0341	1.0682	UYUSUMLU
BTMN	-0.033	1.0202	UYUSUMLU	0.0032	0.0992	UYUSUMLU	-0.0061	0.188	UYUSUMLU
BYB1	0.005	0.1529	UYUSUMLU	0.0023	0.0716	UYUSUMLU	-0.0104	0.32	UYUSUMLU
CATK	0.0207	0.6461	UYUSUMLU	0.0051	0.1595	UYUSUMLU	0.0497	1.5481	UYUSUMLU
COR1	-0.0285	0.8984	UYUSUMLU	0.0122	0.3856	UYUSUMLU	0.0075	0.2368	UYUSUMLU
DLUC	0.0047	0.1479	UYUSUMLU	-0.0179	0.5619	UYUSUMLU	-0.0037	0.1164	UYUSUMLU
ELAZ	0.048	1.4767	UYUSUMLU	-0.0074	0.2264	UYUSUMLU	-0.028	0.8628	UYUSUMLU
ERGN	0.0498	1.5351	UYUSUMLU	0.1091	3.3612	UYUSUMLU	0.083	2.5582	UYUSUMLU
ERZ2	0.0235	0.7225	UYUSUMLU	0.0019	0.057	UYUSUMLU	-0.0003	0.0104	UYUSUMLU
ERZR	-0.0013	0.0386	UYUSUMLU	-0.0048	0.1469	UYUSUMLU	-0.0043	0.132	UYUSUMLU
FASA	-0.0144	0.4492	UYUSUMLU	0.012	0.3724	UYUSUMLU	-0.0141	0.4395	UYUSUMLU
FEEK	0.0167	0.5253	UYUSUMLU	-0.0473	1.4804	UYUSUMLU	0.0364	1.1434	UYUSUMLU
GEM1	-0.0228	0.7098	UYUSUMLU	-0.049	1.5244	UYUSUMLU	0.0299	0.9326	UYUSUMLU
GIRS	-0.0007	0.0207	UYUSUMLU	0.0141	0.4378	UYUSUMLU	-0.0088	0.2727	UYUSUMLU
GUMU	0.0049	0.1508	UYUSUMLU	0.0038	0.1185	UYUSUMLU	-0.0153	0.4705	UYUSUMLU
HAK1	-0.0146	0.4597	UYUSUMLU	-0.0192	0.602	UYUSUMLU	0.0037	0.1172	UYUSUMLU
HINI	-0.004	0.1243	UYUSUMLU	-0.0048	0.1479	UYUSUMLU	0.0035	0.1073	UYUSUMLU
HORS	-0.0035	0.1071	UYUSUMLU	-0.0083	0.2558	UYUSUMLU	-0.005	0.1559	UYUSUMLU
IGR1	0.0055	0.1712	UYUSUMLU	-0.0071	0.2232	UYUSUMLU	0.0021	0.0649	UYUSUMLU
KAY1	-0.0091	0.2851	UYUSUMLU	-0.0618	1.9335	UYUSUMLU	0.0309	0.967	UYUSUMLU
KRS1	0.0045	0.1397	UYUSUMLU	-0.0028	0.0876	UYUSUMLU	-0.0016	0.0489	UYUSUMLU
MARD	-0.041	1.2748	UYUSUMLU	0.0132	0.4104	UYUSUMLU	0.001	0.0309	UYUSUMLU
MERS	-0.0375	1.2135	UYUSUMLU	-0.0079	0.2535	UYUSUMLU	0.0257	0.8309	UYUSUMLU
MIDY	-0.0273	0.8497	UYUSUMLU	0.0074	0.2308	UYUSUMLU	0.0117	0.3623	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0064	0.1977	UYUSUMLU	-0.0088	0.271	UYUSUMLU	0.0014	0.042	UYUSUMLU
MUR1	-0.005	0.1573	UYUSUMLU	-0.0156	0.4874	UYUSUMLU	-0.0006	0.0175	UYUSUMLU
MUS1	0.0226	0.6966	UYUSUMLU	0.036	1.1097	UYUSUMLU	0.0465	1.4339	UYUSUMLU
NSYB	-0.0357	1.1138	UYUSUMLU	0.0024	0.0754	UYUSUMLU	0.0054	0.1687	UYUSUMLU
ONIY	0.207	6.5252	UYUSUMSUZ ***	-0.0397	1.2467	UYUSUMLU	-0.1507	4.7545	UYUSUMSUZ ***
OZAL	-0.007	0.2186	UYUSUMLU	-0.019	0.5932	UYUSUMLU	-0.0014	0.0438	UYUSUMLU
POSF	0.0016	0.0497	UYUSUMLU	-0.0052	0.1623	UYUSUMLU	-0.016	0.5012	UYUSUMLU
RDIY	0.0021	0.0649	UYUSUMLU	0.0186	0.5751	UYUSUMLU	0.0059	0.1838	UYUSUMLU
RHIY	0.0207	0.6378	UYUSUMLU	0.0091	0.2804	UYUSUMLU	-0.024	0.7383	UYUSUMLU
RZE1	0.0011	0.0351	UYUSUMLU	0.0042	0.1299	UYUSUMLU	-0.012	0.3735	UYUSUMLU
SEM1	-0.0059	0.1871	UYUSUMLU	-0.0263	0.8323	UYUSUMLU	0.0009	0.0274	UYUSUMLU
SINP	-0.0221	0.708	UYUSUMLU	0.027	0.8592	UYUSUMLU	-0.0022	0.07	UYUSUMLU
SRT1	-0.0108	0.3359	UYUSUMLU	0.0138	0.4273	UYUSUMLU	0.0195	0.6059	UYUSUMLU
SSE1	0.0051	0.1583	UYUSUMLU	0.0117	0.3625	UYUSUMLU	-0.0232	0.7163	UYUSUMLU
SVS1	-0.0029	0.0904	UYUSUMLU	0.0009	0.0283	UYUSUMLU	-0.0059	0.1818	UYUSUMLU
TNC1	0.0182	0.5587	UYUSUMLU	-0.0054	0.1669	UYUSUMLU	-0.0263	0.8091	UYUSUMLU
TOK1	-0.0037	0.1163	UYUSUMLU	0.0212	0.6599	UYUSUMLU	0.0132	0.4115	UYUSUMLU
TRBN	-0.0138	0.4263	UYUSUMLU	0.0038	0.1172	UYUSUMLU	-0.0039	0.1206	UYUSUMLU
TVA2	-0.007	0.2176	UYUSUMLU	-0.0038	0.1174	UYUSUMLU	0.0105	0.324	UYUSUMLU
UDE1	-0.0014	0.0448	UYUSUMLU	-0.0068	0.2116	UYUSUMLU	-0.0043	0.1333	UYUSUMLU
VAN2	-0.0188	0.5845	UYUSUMLU	-0.0197	0.6119	UYUSUMLU	-0.0059	0.1839	UYUSUMLU
VEZI	-0.0259	0.818	UYUSUMLU	0.0179	0.5631	UYUSUMLU	-0.0008	0.025	UYUSUMLU
VIR2	-0.066	2.0496	UYUSUMLU	0.0385	1.1934	UYUSUMLU	-0.0133	0.4122	UYUSUMLU

Tablo B.10 İstasyonlara ait 7.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	-0.0026	0.1085	UYUSUMLU	-0.0294	1.2092	UYUSUMLU	0.0059	0.2432	UYUSUMLU
AGRD	-0.0042	0.1688	UYUSUMLU	-0.0046	0.1831	UYUSUMLU	-0.0008	0.0326	UYUSUMLU
AKD1	-0.0145	0.588	UYUSUMLU	-0.0254	1.0261	UYUSUMLU	0.0127	0.5122	UYUSUMLU
AKLE	-0.0675	2.7411	UYUSUMLU	0.0424	1.7184	UYUSUMLU	-0.0153	0.6214	UYUSUMLU
APK1	0.1117	4.4566	UYUSUMSUZ ***	0.0083	0.3296	UYUSUMLU	-0.0774	30.891	UYUSUMLU
ARDH	0.0005	0.0199	UYUSUMLU	-0.0045	0.1829	UYUSUMLU	-0.0071	0.289	UYUSUMLU
ARTV	0.0037	0.1492	UYUSUMLU	-0.0013	0.0533	UYUSUMLU	-0.0064	0.2587	UYUSUMLU
BIN1	0.0367	14.637	UYUSUMLU	0.0319	1.2722	UYUSUMLU	0.0289	1.1537	UYUSUMLU
BOG1	-0.0077	0.3114	UYUSUMLU	-0.0331	1.3439	UYUSUMLU	0.0296	1.2052	UYUSUMLU
BTMN	-0.0296	1.1867	UYUSUMLU	0.0063	0.2525	UYUSUMLU	-0.0109	0.4357	UYUSUMLU
BYB1	0.0076	0.3023	UYUSUMLU	0.0005	0.0202	UYUSUMLU	-0.0114	0.4562	UYUSUMLU
CATK	0.021	0.8472	UYUSUMLU	0.0102	0.4107	UYUSUMLU	0.0458	1.8476	UYUSUMLU
COR1	-0.0186	0.7598	UYUSUMLU	0.0034	0.1405	UYUSUMLU	0.0052	0.2143	UYUSUMLU
DLUC	0.0008	0.0323	UYUSUMLU	-0.0137	0.558	UYUSUMLU	-0.0043	0.1766	UYUSUMLU
ELAZ	0.0536	2.1370	UYUSUMLU	-0.0078	0.3101	UYUSUMLU	-0.0321	1.28	UYUSUMLU
ERGN	0.055	2.1966	UYUSUMLU	0.1099	4.3876	UYUSUMSUZ ***	0.0784	3.1348	UYUSUMLU
ERZ2	0.0274	1.0928	UYUSUMLU	0.0003	0.0101	UYUSUMLU	-0.0024	0.0974	UYUSUMLU
ERZR	0.0002	0.006	UYUSUMLU	-0.0049	0.1945	UYUSUMLU	-0.0056	0.222	UYUSUMLU
FASA	-0.0086	0.347	UYUSUMLU	0.0055	0.2235	UYUSUMLU	-0.0147	0.5945	UYUSUMLU
FEEK	0.0281	1.1439	UYUSUMLU	-0.0506	2.0583	UYUSUMLU	0.0298	1.2153	UYUSUMLU
GEM1	-0.013	0.5269	UYUSUMLU	-0.0542	2.1891	UYUSUMLU	0.0258	1.0409	UYUSUMLU
GIRS	0.004	0.1604	UYUSUMLU	0.009	0.3609	UYUSUMLU	-0.0093	0.3746	UYUSUMLU
GUMU	0.0084	0.3353	UYUSUMLU	0.0008	0.0336	UYUSUMLU	-0.0162	0.6478	UYUSUMLU
HAK1	-0.0151	0.6151	UYUSUMLU	-0.0127	0.5153	UYUSUMLU	-0.0007	0.0291	UYUSUMLU
HINI	-0.0028	0.1125	UYUSUMLU	-0.0035	0.1405	UYUSUMLU	0.0014	0.0576	UYUSUMLU
HORS	-0.0036	0.1436	UYUSUMLU	-0.0076	0.3037	UYUSUMLU	-0.0058	0.2331	UYUSUMLU
IGR1	0.0025	0.1019	UYUSUMLU	-0.0042	0.1705	UYUSUMLU	0.0017	0.0676	UYUSUMLU
KAY1	0.0019	0.0784	UYUSUMLU	-0.0671	2.7224	UYUSUMLU	0.0257	1.0444	UYUSUMLU
KRS1	0.0024	0.0988	UYUSUMLU	-0.002	0.0817	UYUSUMLU	-0.0012	0.0469	UYUSUMLU
MARD	-0.0365	1.4701	UYUSUMLU	0.0167	0.6719	UYUSUMLU	-0.0049	0.1968	UYUSUMLU
MERS	-0.0225	0.9496	UYUSUMLU	-0.0116	0.4863	UYUSUMLU	0.0163	0.6858	UYUSUMLU
MIDY	-0.0239	0.9624	UYUSUMLU	0.0115	0.4621	UYUSUMLU	0.0062	0.2485	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0063	0.2523	UYUSUMLU	-0.0062	0.2468	UYUSUMLU	-0.0008	0.0319	UYUSUMLU
MUR1	-0.0067	0.2723	UYUSUMLU	-0.0114	0.4618	UYUSUMLU	-0.0026	0.1048	UYUSUMLU
MUS1	0.0247	0.9853	UYUSUMLU	0.0381	1.5207	UYUSUMLU	0.0433	1.7316	UYUSUMLU
NSYB	-0.0318	1.2840	UYUSUMLU	0.0068	0.276	UYUSUMLU	-0.0007	0.0291	UYUSUMLU
OZAL	-0.0088	0.3552	UYUSUMLU	-0.014	0.5658	UYUSUMLU	-0.0039	0.1589	UYUSUMLU
POSF	-0.0007	0.0295	UYUSUMLU	-0.0064	0.2581	UYUSUMLU	-0.0142	0.5771	UYUSUMLU
RDIY	0.0088	0.354	UYUSUMLU	0.013	0.5223	UYUSUMLU	0.0042	0.1679	UYUSUMLU
RHIY	0.0258	1.0308	UYUSUMLU	0.0061	0.2427	UYUSUMLU	-0.026	1.0392	UYUSUMLU
RZE1	0.0026	0.1045	UYUSUMLU	0.0013	0.0532	UYUSUMLU	-0.0117	0.4712	UYUSUMLU
SEM1	-0.0075	0.3095	UYUSUMLU	-0.0184	0.7558	UYUSUMLU	-0.0038	0.1557	UYUSUMLU
SINP	-0.0141	0.5861	UYUSUMLU	0.0161	0.6648	UYUSUMLU	-0.0019	0.0808	UYUSUMLU
SRT1	-0.0087	0.3506	UYUSUMLU	0.0177	0.7091	UYUSUMLU	0.0151	0.6081	UYUSUMLU
SSE1	0.011	0.4384	UYUSUMLU	0.0075	0.2993	UYUSUMLU	-0.025	1.0024	UYUSUMLU
SVS1	0.0049	0.1974	UYUSUMLU	-0.004	0.1614	UYUSUMLU	-0.0088	0.3526	UYUSUMLU
TNC1	0.0229	0.914	UYUSUMLU	-0.0062	0.2471	UYUSUMLU	-0.0295	1.1772	UYUSUMLU
TOK1	0.0041	0.1672	UYUSUMLU	0.0148	0.5962	UYUSUMLU	0.0111	0.449	UYUSUMLU
TRBN	-0.0111	0.4459	UYUSUMLU	0.0001	0.0028	UYUSUMLU	-0.0039	0.1554	UYUSUMLU
TVA2	-0.006	0.2393	UYUSUMLU	-0.0005	0.018	UYUSUMLU	0.0072	0.2876	UYUSUMLU
UDE1	-0.0011	0.043	UYUSUMLU	-0.0077	0.307	UYUSUMLU	-0.0045	0.1795	UYUSUMLU
VAN2	-0.0195	0.7844	UYUSUMLU	-0.0151	0.6072	UYUSUMLU	-0.0089	0.3585	UYUSUMLU
VEZI	-0.0174	0.7108	UYUSUMLU	0.0088	0.3595	UYUSUMLU	-0.0019	0.078	UYUSUMLU
VIR2	-0.0598	2.4111	UYUSUMLU	0.0409	1.6449	UYUSUMLU	-0.0196	0.7909	UYUSUMLU

Tablo B.11 İstasyonlara ait 8.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	0.0008	0.0351	UYUSUMLU	-0.0286	1.2982	UYUSUMLU	0.0032	0.1446	UYUSUMLU
AGRD	-0.003	0.1313	UYUSUMLU	-0.0044	0.1957	UYUSUMLU	-0.0017	0.0759	UYUSUMLU
AKD1	-0.0112	0.4981	UYUSUMLU	-0.0255	1.1372	UYUSUMLU	0.0107	0.4753	UYUSUMLU
AKLE	-0.0652	2.9162	UYUSUMLU	0.0435	1.9383	UYUSUMLU	-0.0175	0.7828	UYUSUMLU
ARDH	0.0019	0.0855	UYUSUMLU	-0.0049	0.2184	UYUSUMLU	-0.0078	0.3473	UYUSUMLU
ARTV	0.0054	0.2391	UYUSUMLU	-0.0018	0.078	UYUSUMLU	-0.0072	0.3191	UYUSUMLU
BIN1	0.0387	16.958	UYUSUMLU	0.0323	1.4153	UYUSUMLU	0.0275	1.2055	UYUSUMLU
BOG1	-0.0041	0.1855	UYUSUMLU	-0.0331	1.4817	UYUSUMLU	0.0274	1.2288	UYUSUMLU
BTMN	-0.0279	1.2327	UYUSUMLU	0.007	0.3103	UYUSUMLU	-0.0125	0.5501	UYUSUMLU
BYB1	0.0097	0.4247	UYUSUMLU	0.0004	0.0156	UYUSUMLU	-0.0126	0.5552	UYUSUMLU
CATK	0.0221	0.981	UYUSUMLU	0.0109	0.4851	UYUSUMLU	0.0445	19.770	UYUSUMLU
COR1	-0.0149	0.6721	UYUSUMLU	0.0029	0.1301	UYUSUMLU	0.0033	0.1492	UYUSUMLU
DLUC	0.0015	0.0668	UYUSUMLU	-0.0135	0.6055	UYUSUMLU	-0.005	0.2238	UYUSUMLU
ELAZ	0.0559	2.4529	UYUSUMLU	-0.0074	0.3248	UYUSUMLU	-0.0338	1.4842	UYUSUMLU
ERGN	0.0571	2.5109	UYUSUMLU	0.1104	4.8531	UYUSUMSUZ ***	0.0767	3.3750	UYUSUMLU
ERZ2	0.0296	1.3004	UYUSUMLU	0.0003	0.012	UYUSUMLU	-0.0038	0.1688	UYUSUMLU
ERZR	0.0019	0.0846	UYUSUMLU	-0.0049	0.2137	UYUSUMLU	-0.0067	0.2939	UYUSUMLU
FASA	-0.0057	0.2514	UYUSUMLU	0.005	0.2204	UYUSUMLU	-0.0162	0.7184	UYUSUMLU
FEEK	0.0313	1.4056	UYUSUMLU	-0.0501	2.2447	UYUSUMLU	0.0274	1.2298	UYUSUMLU
GEM1	-0.0098	0.4346	UYUSUMLU	-0.0542	2.4096	UYUSUMLU	0.0237	1.0540	UYUSUMLU
GIRS	0.0067	0.2947	UYUSUMLU	0.0085	0.3758	UYUSUMLU	-0.0107	0.4713	UYUSUMLU
GUMU	0.0107	0.4711	UYUSUMLU	0.0006	0.0258	UYUSUMLU	-0.0175	0.7689	UYUSUMLU
HAK1	-0.0143	0.6388	UYUSUMLU	-0.0118	0.5262	UYUSUMLU	-0.002	0.0885	UYUSUMLU
HINI	-0.0012	0.0533	UYUSUMLU	-0.0033	0.145	UYUSUMLU	0.0003	0.0115	UYUSUMLU
HORS	-0.0021	0.0914	UYUSUMLU	-0.0076	0.3347	UYUSUMLU	-0.0068	0.299	UYUSUMLU
IGR1	0.0035	0.154	UYUSUMLU	-0.0041	0.1842	UYUSUMLU	0.001	0.0428	UYUSUMLU
KAY1	0.0053	0.2393	UYUSUMLU	-0.0669	2.9911	UYUSUMLU	0.0234	1.0487	UYUSUMLU
KRS1	0.0037	0.1655	UYUSUMLU	-0.0022	0.098	UYUSUMLU	-0.0019	0.0831	UYUSUMLU
MARD	-0.0347	1.5402	UYUSUMLU	0.0176	0.78	UYUSUMLU	-0.0067	0.296	UYUSUMLU
MERS	-0.0188	0.8742	UYUSUMLU	-0.0108	0.4986	UYUSUMLU	0.0133	0.6177	UYUSUMLU
MIDY	-0.0223	0.9896	UYUSUMLU	0.0124	0.5485	UYUSUMLU	0.0045	0.1996	UYUSUMLU
MLZ1	-0.005	0.2187	UYUSUMLU	-0.0058	0.2573	UYUSUMLU	-0.0019	0.0837	UYUSUMLU
MUR1	-0.0058	0.2572	UYUSUMLU	-0.011	0.4899	UYUSUMLU	-0.0035	0.1576	UYUSUMLU
MUS1	0.0263	1.1557	UYUSUMLU	0.0385	1.6929	UYUSUMLU	0.042	1.8465	UYUSUMLU
NSYB	-0.0302	1.3425	UYUSUMLU	0.0079	0.3489	UYUSUMLU	-0.0025	0.1107	UYUSUMLU
OZAL	-0.0079	0.3525	UYUSUMLU	-0.0134	0.5987	UYUSUMLU	-0.0049	0.2189	UYUSUMLU
POSF	0.0007	0.0323	UYUSUMLU	-0.0069	0.3077	UYUSUMLU	-0.0147	0.6607	UYUSUMLU
RDIY	0.0118	0.5204	UYUSUMLU	0.0127	0.5598	UYUSUMLU	0.0026	0.1137	UYUSUMLU
RHIY	0.0283	1.2449	UYUSUMLU	0.006	0.2629	UYUSUMLU	-0.0275	1.2097	UYUSUMLU
RZE1	0.0047	0.2063	UYUSUMLU	0.0009	0.0394	UYUSUMLU	-0.0127	0.5628	UYUSUMLU
SEM1	-0.007	0.3147	UYUSUMLU	-0.0174	0.7853	UYUSUMLU	-0.005	0.2253	UYUSUMLU
SINP	-0.0105	0.4789	UYUSUMLU	0.015	0.6831	UYUSUMLU	-0.0035	0.1602	UYUSUMLU
SRT1	-0.0073	0.3224	UYUSUMLU	0.0184	0.813	UYUSUMLU	0.0137	0.6047	UYUSUMLU
SSE1	0.0137	0.6023	UYUSUMLU	0.0073	0.3196	UYUSUMLU	-0.0266	1.1713	UYUSUMLU
SVS1	0.0079	0.3508	UYUSUMLU	-0.0042	0.1835	UYUSUMLU	-0.0106	0.4677	UYUSUMLU
TNC1	0.0252	1.1040	UYUSUMLU	-0.006	0.2616	UYUSUMLU	-0.0311	1.3647	UYUSUMLU
TOK1	0.0073	0.3252	UYUSUMLU	0.0144	0.6399	UYUSUMLU	0.0094	0.4173	UYUSUMLU
TRBN	-0.0088	0.3896	UYUSUMLU	-0.0004	0.017	UYUSUMLU	-0.005	0.2205	UYUSUMLU
TVA2	-0.0046	0.2029	UYUSUMLU	0.0001	0.0041	UYUSUMLU	0.0059	0.26	UYUSUMLU
UDE1	0.0007	0.0289	UYUSUMLU	-0.0079	0.3471	UYUSUMLU	-0.0054	0.2395	UYUSUMLU
VAN2	-0.0184	0.8174	UYUSUMLU	-0.0145	0.6425	UYUSUMLU	-0.01	0.4441	UYUSUMLU
VEZI	-0.0139	0.6238	UYUSUMLU	0.0081	0.363	UYUSUMLU	-0.0036	0.1631	UYUSUMLU
VIR2	-0.0578	25.630	UYUSUMLU	0.0418	1.8507	UYUSUMLU	-0.0216	0.9576	UYUSUMLU

Tablo B.12 İstasyonlara ait 9.uyuşum testi

İstasyon	Vx(m)	Tx	Sonuç	Vy(m)	Ty	Sonuç	Vz(m)	Tz	Sonuç
ADN2	0.0045	0.2394	UYUSUMLU	-0.0241	1.2683	UYUSUMLU	0.0066	0.3514	UYUSUMLU
AGRD	-0.0027	0.1375	UYUSUMLU	-0.0029	0.151	UYUSUMLU	-0.0006	0.0321	UYUSUMLU
AKD1	-0.0098	0.5051	UYUSUMLU	-0.0234	1.2080	UYUSUMLU	0.0118	0.6103	UYUSUMLU
AKLE	-0.0618	3.2110	UYUSUMLU	0.048	2.4833	UYUSUMLU	-0.0136	0.7074	UYUSUMLU
ARDH	0.0012	0.0597	UYUSUMLU	-0.0046	0.2361	UYUSUMLU	-0.008	0.4132	UYUSUMLU
ARTV	0.0047	0.2426	UYUSUMLU	-0.0014	0.0712	UYUSUMLU	-0.0074	0.3817	UYUSUMLU
BIN1	0.04	2.0370	UYUSUMLU	0.0347	1.7672	UYUSUMLU	0.0294	1.4993	UYUSUMLU
BOG1	-0.0022	0.1166	UYUSUMLU	-0.0305	1.5841	UYUSUMLU	0.0289	1.5053	UYUSUMLU
BTMN	-0.0258	1.3245	UYUSUMLU	0.0103	0.5274	UYUSUMLU	-0.0096	0.4925	UYUSUMLU
BYB1	0.0099	0.5075	UYUSUMLU	0.0017	0.0848	UYUSUMLU	-0.0119	0.6077	UYUSUMLU
CATK	0.0238	1.2259	UYUSUMLU	0.0139	0.7151	UYUSUMLU	0.0471	2.4320	UYUSUMLU
COR1	-0.0141	0.736	UYUSUMLU	0.0044	0.2293	UYUSUMLU	0.0035	0.1851	UYUSUMLU
DLUC	0.0016	0.0824	UYUSUMLU	-0.0122	0.6323	UYUSUMLU	-0.004	0.2086	UYUSUMLU
ELAZ	0.0576	2.9368	UYUSUMLU	-0.0046	0.2363	UYUSUMLU	-0.0316	1.6120	UYUSUMLU
ERZ2	0.0304	1.5503	UYUSUMLU	0.0021	0.106	UYUSUMLU	-0.0026	0.1339	UYUSUMLU
ERZR	0.0023	0.1185	UYUSUMLU	-0.0034	0.1719	UYUSUMLU	-0.0057	0.2896	UYUSUMLU
FASA	-0.0056	0.2886	UYUSUMLU	0.0058	0.3008	UYUSUMLU	-0.0163	0.8387	UYUSUMLU
FEEK	0.0343	1.7863	UYUSUMLU	-0.0464	2.4109	UYUSUMLU	0.0302	1.574	UYUSUMLU
GEM1	-0.008	0.413	UYUSUMLU	-0.0516	2.6656	UYUSUMLU	0.0253	1.3055	UYUSUMLU
GIRS	0.0067	0.3435	UYUSUMLU	0.0094	0.4824	UYUSUMLU	-0.0106	0.5444	UYUSUMLU
GUMU	0.0109	0.559	UYUSUMLU	0.0018	0.0915	UYUSUMLU	-0.0169	0.8653	UYUSUMLU
HAK1	-0.0123	0.6414	UYUSUMLU	-0.0085	0.4426	UYUSUMLU	0.001	0.0513	UYUSUMLU
HINI	-0.0004	0.0227	UYUSUMLU	-0.0014	0.0709	UYUSUMLU	0.0018	0.0893	UYUSUMLU
HORS	-0.0019	0.098	UYUSUMLU	-0.0063	0.3224	UYUSUMLU	-0.0059	0.304	UYUSUMLU
IGR1	0.0034	0.178	UYUSUMLU	-0.0029	0.1514	UYUSUMLU	0.0018	0.0915	UYUSUMLU
KAY1	0.0076	0.3952	UYUSUMLU	-0.0639	3.3168	UYUSUMLU	0.0254	1.3198	UYUSUMLU
KRS1	0.0033	0.1709	UYUSUMLU	-0.0015	0.0756	UYUSUMLU	-0.0016	0.0823	UYUSUMLU
MARD	-0.0321	1.6544	UYUSUMLU	0.0214	1.1003	UYUSUMLU	-0.0033	0.1707	UYUSUMLU
MERS	-0.0145	0.7845	UYUSUMLU	-0.0058	0.311	UYUSUMLU	0.017	0.9181	UYUSUMLU
MIDY	-0.0199	1.0243	UYUSUMLU	0.016	0.8235	UYUSUMLU	0.0077	0.399	UYUSUMLU
MLZ1	-0.0041	0.2117	UYUSUMLU	-0.0038	0.1954	UYUSUMLU	-0.0003	0.0129	UYUSUMLU
MUR1	-0.005	0.259	UYUSUMLU	-0.009	0.4644	UYUSUMLU	-0.0018	0.0953	UYUSUMLU
MUS1	0.0276	1.4088	UYUSUMLU	0.041	2.0917	UYUSUMLU	0.0441	2.2496	UYUSUMLU
NSYB	-0.0274	1.4179	UYUSUMLU	0.0118	0.6082	UYUSUMLU	0.0011	0.0545	UYUSUMLU
OZAL	-0.0069	0.3573	UYUSUMLU	-0.0112	0.5769	UYUSUMLU	-0.0029	0.1516	UYUSUMLU
POSF	-0.0004	0.0185	UYUSUMLU	-0.0069	0.357	UYUSUMLU	-0.0153	0.7971	UYUSUMLU
RDIY	0.0124	0.6356	UYUSUMLU	0.0141	0.7239	UYUSUMLU	0.0031	0.1593	UYUSUMLU
RHIY	0.0291	1.4848	UYUSUMLU	0.0077	0.3931	UYUSUMLU	-0.0265	1.3520	UYUSUMLU
RZE1	0.0043	0.2203	UYUSUMLU	0.0015	0.0773	UYUSUMLU	-0.0128	0.656	UYUSUMLU
SEM1	-0.0049	0.2586	UYUSUMLU	-0.014	0.7344	UYUSUMLU	-0.0019	0.0981	UYUSUMLU
SINP	-0.0109	0.5752	UYUSUMLU	0.0153	0.8051	UYUSUMLU	-0.0047	0.2489	UYUSUMLU
SRT1	-0.0054	0.2764	UYUSUMLU	0.0215	1.1041	UYUSUMLU	0.0164	0.844	UYUSUMLU
SSE1	0.0143	0.7333	UYUSUMLU	0.0088	0.4508	UYUSUMLU	-0.0258	1.3208	UYUSUMLU
SVS1	0.0091	0.4674	UYUSUMLU	-0.0021	0.11	UYUSUMLU	-0.0095	0.4856	UYUSUMLU
TNC1	0.0265	1.3500	UYUSUMLU	-0.0036	0.1832	UYUSUMLU	-0.0293	1.4933	UYUSUMLU
TOK1	0.0081	0.4174	UYUSUMLU	0.016	0.8229	UYUSUMLU	0.0099	0.5125	UYUSUMLU
TRBN	-0.0091	0.4644	UYUSUMLU	0.0003	0.0168	UYUSUMLU	-0.005	0.2566	UYUSUMLU
TVA2	-0.0032	0.1652	UYUSUMLU	0.0027	0.1372	UYUSUMLU	0.0081	0.4165	UYUSUMLU
UDE1	0.0005	0.0265	UYUSUMLU	-0.0069	0.3548	UYUSUMLU	-0.005	0.2571	UYUSUMLU
VAN2	-0.0172	0.8861	UYUSUMLU	-0.012	0.618	UYUSUMLU	-0.0078	0.4036	UYUSUMLU
VEZI	-0.0136	0.7089	UYUSUMLU	0.009	0.4712	UYUSUMLU	-0.0039	0.2049	UYUSUMLU
VIR2	-0.0549	2.8307	UYUSUMLU	0.0457	2.3526	UYUSUMLU	-0.0181	0.9348	UYUSUMLU

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirisi

1. AYKUT, Özlem, TURĞUT, Muhammed, ÖZARPACI, Seda, DOĞAN, Uğur, (2024). "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Deprem Serisinin Etkilerinin GNSS Ölçüleriyle Araştırılması", XXIII. Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Sempozyumu, 6-9 Kasım 2024, Çanakkale.