



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**DATÇA GRABENİ VE ÇEVRESİNİN GÜNCEL  
HIZ ALANININ GNSS VERİLERİ İLE  
BELİRLENMESİ**

**Fatih UYSAL**

**DOKTORA TEZİ**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ocak-2023**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih UYSAL tarafından hazırlanan “Datça Fayı Ve Grabeni Güncel Hız Alanının Gns Verileri İle Belirlenmesi” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof.Dr. Muzaffer KAHVECİ

.....

#### Danışman

Prof.Dr. Ekrem TUŞAT

.....

#### Üye

Prof.Dr. Oya PAMUKÇU

.....

#### Üye

Prof.Dr. Hasan SÖZBİLİR

.....

#### Üye

Doç.Dr. Sefa YALVAÇ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Dokuz Eylül Üniversitesi BAP tarafından 2020.KB.FEN.021  
nolu proje ile desteklenmiştir.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

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

## **DECLARATION PAGE**

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

İmza

Fatih UYSAL

Tarih: 03.01.2023

# ÖZET

## DOKTORA TEZİ

### DATÇA GRABENİ VE ÇEVRESİNİN GÜNCEL HIZ ALANININ GNSS VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ

**Fatih UYSAL**

**Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof.Dr. Ekrem TUŞAT**

**2023, 119 Sayfa**

**Jüri**

**Prof.Dr. Ekrem TUŞAT  
Prof.Dr. Muzaffer KAHVECİ  
Prof.Dr. Oya PAMUKÇU  
Prof.Dr. Hasan SÖZBİLİR  
Doç.Dr. Sefa YALVAÇ**

Günümüzde Uydularla Küresel Konum belirleme sistemlerinin GPS/GNSS (Global Positioning System/Global Navigation Satellite System) sağladığı olanaklarla her türlü konum ve navigasyon ihtiyacı karşılanmaktadır. GNSS'in 1990'lı yıllardan itibaren yaklaşık otuz yıldır jeodezik ve jeofizik disiplinlerde aktif olarak kullanılmaya başlanması ile bu alanlarda yeni bir dönem başlamıştır. GNSS ölçmeleri sayesinde yüksek doğruluklu üç boyutlu statik ulusal jeodezik ağlar (örn.TUTGA – Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı) kurulmuştur. Zaman içerisinde teknolojideki gelişmelere paralel olarak statik ağların yerini “gerçek zamanlı kinematik GNSS ağları” almıştır (Örn. TUSAGA-Aktif Türkiye Ulusal Sabit GNSS ağı-Aktif). Milimetre seviyesinde ulaşılabilen görelî konum belirleme teknikleri ile günümüzde GNSS yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Uygulamada tektonik levhaların hepsini temsil edebilecek GNSS noktalarından oluşan jeodezik ağlar yardımıyla kıtalararası, bölgesel ve lokal hareketler belirlenebilmektedir. TUTGA ve TUSAGA-Aktif ulusal sabit GNSS istasyonlarından oluşan ağlar tektonik hareketlerin sürekli ve hassas olarak izlenmesi ve oluşan deformasyon miktarlarının belirlenmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

GNSS'in aktif tektonik çalışmalarında kullanımı için, fay segmentlerinin ayırdığı blokların üzerinde ve bloğun tamamını temsil edecek şekilde bir ağ tasarımı yapılır. Tesis edilen bu ağ ile, bölgedeki kabuk kalınlığı kadar faya yakın ve uzak çevresine yeteri kadar GNSS noktası tesis edilir. Bu noktalarda belli aralıklarla kampanya tipi veya uzun süreli (en az birkaç saat veya sürekli) olarak gözlemler yapılır. Elde edilen ölçülerin değerlendirme aşamasında yeryüzüne yayılmış ve koordinatı çok uzun süreler (yıllar) boyunca ölçülmüş ve çok yüksek doğrulukla koordinatları belirlenmiş olan global noktalardan (IGS istasyonları) faydalanılır.

Dolayısıyla, zamansal değişimlere göre hesaplanan yer değiştirme vektörleri ile bölgede oluşan gerilme ve sıkışma miktarları tahmin edilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında; MTA Diri Fay Haritası'nda Kuvaterner Fayı olarak çizilmiş olan Datça Fayı'nın da yer aldığı Datça grabeni ve çevresi seçilmiştir. Tezin amacı, Datça grabeni ve çevresinde oluşturulan mikro jeodezik amaçlı GNSS ağ noktalarında güncel hız verilerini belirlemektir. Beş periyot GNSS kampanyalarının değerlendirilmesi sonucu noktaların ilk tesis edildikleri andan (Ekim/2018), son ölçmelerin yapıldığı zamana (Mayıs/2021) kadar olan yer değiştirmeleri belirlenmiştir. Seçilen fay bölgeleri çevresindeki TUTGA ve TUSAGA-Aktif istasyonları verilerinin değerlendirilmesi sonucu çalışma alanı için yeni bir hız alanı oluşturulmuş ve ardından oluşturulan bu hız alanı verileri ile aynı istasyonlar için bir hız alanı modellenmesi yapılmıştır. Arazide toplanan veriler GAMIT/GLOBK yazılımı ile değerlendirilmiş ve söz konusu noktalara ilişkin hız vektörleri hesaplanmış ve istatistiki bilgiler elde edilmiştir. Datça grabeni ve horst yapısında tesis edilen 17 istasyon arasında horst yapısı içerisindeki KD08 istasyonunda yaklaşık olarak yatayda 35 mm/yıl kadar GB (Güney Batı) doğrultusunda hız değeri, graben yapısı içerisindeki KD15 istasyonunda ise yaklaşık olarak yatayda 38 mm/yıl kadar GB (Güney Batı) doğrultusunda hız değeri tespit edilmiştir.

Avrasya sabit hız çözümünden hareketle Euler Pole çözümü yapılmıştır. Bunun sonucunda istasyonların mikro-plaka gibi davranışlarının ortaya konması hedeflenmiş ve mikro-jeodezik ağ içerisinde istasyonların kendi aralarındaki interplate hareketi görselleştirilmiştir. Bu sonuçlara göre Datça grabeninin kuzeyinde yer alan, Kızlan fayına yakın horst üzerinde bulunan istasyonlardan bazılarının benzer şekilde yaklaşık doğu yönlü hareketleri gözlemlenmiştir. Bunun yanında hem Datça grabeni üzerindeki hem de güneyde bulunan Karaköy fayına yakın horst üzerindeki istasyonların daha karmaşık hareket sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bunlardan hareketle ağ içerisindeki muhtemel faylanmalar görsel hale getirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Datça Grabeni, Euler Pole, GNSS, Hız Alanı, Tektonik.

## **ABSTRACT**

### **MS/PhD THESIS**

## **DETERMINATION OF CURRENT VELOCITY FIELDS ON DATÇA GRABEN AND ITS VICINITY USING GNSS MEASUREMENTS**

**Fatih UYSAL**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Geomatic**

**Advisor: Prof.Dr. Ekrem TUŞAT**

**2023, 119 Pages**

**Jury**

**Prof.Dr. Ekrem TUŞAT  
Prof.Dr. Muzaffer KAHVECİ  
Prof.Dr. Oya PAMUKÇU  
Prof.Dr. Hasan SÖZBİLİR  
Doç.Dr. Sefa YALVAÇ**

Nowadays all types of positioning and navigation requirements have been met with the facilities provided by GPS/GNSS (Global Positioning System / Global Navigation Satellite System). A new era has started by active use of GNSS in geodetic and geophysical disciplines for the past three decades.

Thanks to GNSS observations, high-accuracy three-dimensional static geodetic networks were established (TNFGN – Turkish National Fundamental GPS Network), under the name TUTGA in Turkish. With the technological progress, "real-time kinematic GNSS networks" have replaced static networks (TNPGN-ACTIVE, Turkish National Permanent GNSS Network-Active), under the name TUSAGA-Aktif in Turkish. Currently, millimeter accuracy level is achieved by GNSS carrier phase-based precise relative positioning method. This method of GNSS is used extensively for the determination of crustal movements. In practice, regional and local movements can be determined with the help of networks consisting of GNSS points that can represent all tectonic plates. Networks formed from TNFGN and TNPGN-ACTIVE (CORS-TR) permanent GNSS stations make an important contributions to the continuously and precise monitoring of tectonic movements and determination of deformation occurred.

For the tectonic use of GNSS, a network design is made over the blocks separated by the faults and to represent the entire block. As much as the thickness of the crust in the region, enough GNSS points are established close to and far from the fault. Campaign-type or continuous observations are made at these points at regular intervals (at least a few hours or continuously). In the processing phase of the observations obtained by GNSS, global points (IGS stations) spread over the earth and whose coordinates are measured for a very long time have been used. The amount of stress and

compression in the region can be estimated from the calculated displacement vectors according to the temporal changes.

In this thesis study; Datça graben and its surroundings, which have been studied less than other faults and are considered to be active only in the medium term in the context of possible mobility, have been selected. The aim of the thesis is to determine the current velocity data on GNSS network points for micro geodetic purposes established in and around the Datça graben. As a result of the processing of the five-period GNSS campaigns, the displacements of the points from the time, which were first established (10/2018), to the time of the last measurements (05/2021) were determined. As a result of the processing of the data of TNFGN and TNPGN-ACTIVE stations around the selected fault zones, a new velocity field was created for the study area, and then a velocity field modelling was made for the same stations with this velocity field data.

The data collected in the field were processed by the GAMIT/GLOBK software and the velocity vectors related to the mentioned points were calculated and statistical information was obtained. Among the 17 stations established in the structure of Datça horst and graben, a velocity value of approximately 35 mm/year in the SW (Southwest) direction was determined at station KD08 located within the horst structure, while a velocity value of approximately 38 mm/year in the SW (Southwest) direction was determined at station KD15 located within the graben structure. According to stable Eurasia reference frame, the rotation Euler pole solving was made. As a result, it was aimed to reveal the behavior of stations as micro-plates and visualize the interplate motion between measurement points within the micro-geodetic network. According to these results, it was observed that some of the stations located on the horst near the Kızlan fault to the North of the Datça graben exhibited similar approximately eastward movements. In addition, it was observed that the stations on both the Datça graben and the horst near the Karaköy fault to the South exhibited more complex movements. Based on these observations, the possible faults within the network were visualized.

**Keywords:** Datça Graben, Euler Pole, GNSS, Velocity Field, Tectonics.

## ÖNSÖZ

Tez çalışması süresince Tez Danışmanım Prof.Dr. Ekrem TUŞAT'a tüm maddi ve manevi tüm destekleri için, Jeodezi Anabilim dalı başkanımız, Tez İzleme Komitesi Üyesi Prof.Dr. Muzaffer KAHVECİ'ye yine tüm destek ve katkıları için, Tez İzleme Komitesi Üyesi Doç.Dr. Sefa YALVAÇ'a özellikle ilk aşamada GAMIT/GLOBK yazılımı eğitimi için ve tüm katkıları için, yine tüm çalışmalarım esnasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen, Prof.Dr. Oya PAMUKÇU, Doç.Dr. Ayça ÇIRMIK'a da yine tüm katkıları için ve GAMIT/GLOBK yazılımında ilerlemeye katkıları için teşekkürlerimi bir borç bilirim. Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma Enstitüsü müdürü Prof.Dr. Hasan SÖZBİLİR'e tüm katkıları için teşekkürü bir borç bilirim.

Prof.Dr. Ferruh YILDIZ'a, Prof.Dr. Hakan KARABÖRK'e, Prof.Dr. Fatih İŞCAN'a, Prof.Dr. M. Sami DÖNDÜREN'e tüm destekleri için teşekkür ederim. Doç.Dr. Osman ORHAN'a, Prof.Dr. İsmail ŞANLIOĞLU'na, Prof.Dr. Şuayip KÜPELİ'ye tezimin şekillenmesinde vermiş oldukları tüm katkılardan dolayı ayrıca teşekkür ederim. Yine katkıları olan Fulya ÖZDEMİR'e, Albay Ayhan CİNGÖZ'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında katkıları olan Adnan KILINÇ'a, Yasin ŞİMŞEK'e, arazi çalışmalarına katılan tüm Konya Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği, yüksek lisans ve lisans öğrencilerine, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği bölümü öğrencilerine, yine dışarıdan arazi çalışmalarına destek verenlere, Sokkia merkez çalışanı Ali Rıza İPEK'e teşekkür ederim. Datça'da ölçümler esnasında sürekli çalışan KD15 istasyonuna evsahipliği yapıp çalışmaya katkı veren Ömer abiye, yine Datça'da arazilerini kullanımımıza açan tüm maliklere, Datça Belediyesi ve Datça kaymakamlığına, Kızlan ve Hızırşah mahalleleri muhtarlarına teşekkür ederim.

Çalışmanın ortaya çıkmasında katkı veren, Murat YILDIRIM'a, Mehmet ŞAHİN, Ahmet ŞAHİN kardeşlere, Makine mühendisi Hüseyin ERKAN'a, teşekkürü bir borç bilirim. Yine Datça'da konaklamada yardımcı olan tüm otel sahibi ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Sevgili eşim Zeynep UYSAL'a, Annem Ayşe UYSAL'a, Babam Refik UYSAL'a, kızkardeşim Nadire SAĞKAYA'ya, erkek kardeşim İbrahim Timuçin UYSAL'a ve çocuklarım Safa UYSAL ve Musa UYSAL'a ve yeğenlerime, eşimin ailesine katkıları için minnettarlığımı sunarım. Bu bağlamda yine yeğenim İlker SAĞKAYA'ya katkılarından dolayı teşekkür ederim.



Ayrıca katkı veren isimlerini burada anmadığım tüm arkadaşlarıma, hocalarıma ve tanıdıklarıma da müteşekkirim.

Bu tez çalışması, III. Periyot GNSS ölçümünden itibaren, Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi destekli 2020.KB.FEN.021 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Teşekkürler...

Fatih UYSAL  
KONYA-2023



# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	ii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Amacı ve Önemi .....	3
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>8</b>
3.1. Çalışma Bölgesi .....	8
3.1.1. Bölgesel Jeoloji.....	13
3.1.2. Datça Grabeni'nin jeolojik yapısı .....	17
3.1.3. Datça Grabeni ve çevresinin stratigrafisi.....	19
3.1.3.1. Temel kayaları .....	19
3.1.3.2. Pliyo-Kuvaterner örtü dizisi.....	19
3.1.3.3. Kızılağaç formasyonu .....	20
3.1.3.4. Yıldırımli formasyonu .....	20
3.1.3.5. Karaköy formasyonu.....	22
3.1.3.6. Yazıköy piroklastikleri .....	22
3.1.3.7. Teras birikintileri .....	22
3.1.3.8. Colloviyum, talus ve alüvyal yelpazeler.....	23
3.1.3.9. Sahil kayası .....	23
3.1.3.10. Asılı sahil kayası .....	23
3.1.3.11. Sahil kumu ve çakılı .....	23
3.1.3.12. Alüvyon .....	23
3.1.4. Yapılar .....	24
3.1.4.1. Paleotektonik Dönem yapıları .....	24
3.1.4.2. Genişlemeli neotektonik yapılar .....	24
3.1.5. Datça grabeni .....	25
3.1.6. Gökova grabeni.....	27
3.1.7. Normal faylar .....	28
3.1.7.1. KD gidişli faylar .....	28
3.1.7.2. DB gidişli faylar.....	29
3.1.8. Bölgenin deprem sistemi .....	29
3.2. Datça Grabeni ve çevresinde lokal GNSS Ağının Tesis edilmesi .....	31
3.2.1. Arazi ölçülerinin değerlendirilmesi .....	35
3.2.1.1. GAMIT/GLOBK .....	36
3.2.1.2. GPS veri işlemesine genel bakış.....	38

<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>40</b>
4.1. GNSS Verilerinin İşlenmesi ve Hız Hesaplamaları.....	40
4.2. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik Gns Ağına Ait Avrasya Hız Çözümü .....	42
4.3. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik Gns Ağına Ait ITRF14 Hız Çözümü .....	51
4.4. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik GNSS Ağına Ait Anadolu Blok Hız Çözümü ...	53
4.5. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik GNSS Ağına Ait Ege Bloğu Hız Çözümü .....	57
<b>5. TARTIŞMALAR .....</b>	<b>65</b>
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>66</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>76</b>
EK-1 Teqc Programı İle Yapılan, Ölçümlerin Niteliğini Gösteren Kalite Çizelgeleri. .....	76
EK-2: Periyot Ölçümleri Günlük Zaman Serileri .....	83

## SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CORS	Sürekli Gözlem Yapan Referans İstasyonu
CSB	Tam Küresel Bouguer
EKK	En Küçük Kareler
EPN	European Permanent Network
GAMIT	GPS Analysis Massachusetts Institute of Technology
GLOBK	Global Kalman Filter
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPS	Global Positioning System
IGS	International GNSS Service
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing and Ranging
NGS	National Geodetic Survey
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
RINEX	Receiver Independent Exchange Format
SOPAC	Scripps Orbit and Permanent Array Center
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
TUSAGA-Aktif:	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı - Aktif
WGS84	World Geodetic System 1984
WRMS	Weighted Root Mean Square
K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı
GB	Güney Batı
GD	Güney Doğu
KB	Kuzey Batı
KD	Kuzey Doğu

## 1. GİRİŞ

Bilindiği üzere Türkiye sismik açıdan dünyanın en aktif bölgelerinden biridir (McKenzie, 1972). Türkiye ve komşu alanların neotektonik gelişimi, Avrasya ve Arap levhaları arasındaki kıtasal yakınlaşmaya bağlı olarak gelişen kıtasal çarpışma ve bunun devamındaki jeolojik süreçler ile yakından ilişkilidir. Türkiye ve çevresinin deprem aktivitesini denetleyen başlıca unsurlar, kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı, doğuda kıtasal çarpışma ve Doğu Anadolu Fayı ve batıda Ege Gerilme Sistemi, güneyde ise Ölü Deniz Fay Sistemi (ÖDFS) ile aktif bir yitim zonu olan Ege-Kıbrıs dalma-batma zonudur (Şengör ve ark., 1985).

Kabuk ve deprem kaynaklı deformasyonlarının belirlenmesinde ve izlenmesinde klasik yersel jeodezik yöntemlerin kullanılmasına, 1906 yılındaki San Francisco depremi ile başladığı kabul edilir. İlk kez Reid tarafından 1910'da tanımlanan elastik serbestlenme kuramı (elastic rebound theory) tanımlanmıştır. Genel olarak elastik serbestlenme kuramı yardımıyla depremlerin meydana gelmesi açıklanmaktadır. Bu çalışmada 1906 San Francisco depremi sonrasında, bölgedeki nirengi ağlarında açı ve doğrultü okumaları tekrarlanmış ve deprem öncesi okumalarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonrasında deprem sonrası meydana gelen en büyük yer değiştirmenin fay üzerinde ve yakın alanda olduğu, faydan uzaklaştıkça yer değiştirmenin azaldığı gözlemlenmiştir (Reid, 1910). Reid depremi, fay boyunca elastik yamulmanın ani rahatlaması olarak tanımlamıştır. Depreme neden olan yamulmanın ise fayın her iki tarafında bölgenin durağan hızının zamana bağlı olarak birikiminin sonucu olduğunu belirtmiştir (Reid, 1910).

Teoriye göre, deprem döngüsü üç ana adımda tanımlanmaktadır:

- 1- Ortamın sakin olduğu, gerilme (stres) birikiminin olmadığı evre
- 2- Levha tektoniğine bağlı olarak bölgede gerilmenin biriktiği evre
- 3- Fayın kırılması ile gerilme boşalmasının ortaya çıkma aşamalarını temsil eder.

Teknolojinin ilerlemesi ile bu süreç gelişimini sürdürmüş olup 1980'li yılların başından itibaren, Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) ile çalışmalar yüksek bir ivme kazanmış, bu uygulamalar geniş bir alana yayılmıştır (Reilinger ve ark., 1997). Yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi, jeodezik datum değişimlerinin irdelenmesi ve deformasyon analizi gibi çalışmalarda GNSS ölçü yöntemleri ve verileri vazgeçilmez veri kaynakları olarak yerini almıştır.

GNSS ile yapılan deprem izleme çalışmalarında, uydulardan elde edilebilen gözlemler değerlendirilerek statik GPS ağları kurulmuş, yüksek doğruluklu üç boyutlu GPS ağları oluşturulmuştur (örn. TUTGA – Türkiye Ulusal Temel GPS ağı).

Konum belirleme yöntemlerinde meydana gelen teknolojik gelişmeler sayesinde statik GPS ağlarının yerini “gerçek zamanlı kinematik GNSS ağları” almıştır. Türkiye’de buna en uygun örnek olarak TUSAGA-Aktif verilebilir. Kabuk hareketlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan GNSS uygulamalarında tektonik levhaların hepsini temsil edebilecek nirengi noktalarından oluşan ağlar yardımıyla bölgesel ve lokal hareketlerin belirlenmesi yoluna gidilmektedir. TUTGA ve TUSAGA-Aktif sabit GPS istasyonlarından oluşturulan ağların temel amaçlarından birisi de tektonik hareketlerin sürekli ve hassas olarak izlenmesi ve oluşan deformasyon miktarlarının belirlenmesidir. Tektonik amaçlı GNSS kullanımında, fay kırıklarının ayırdığı blokların üzerinde ve bloğun tamamını temsil edecek şekilde bir ağ tasarımı yapılır. Tesis edilen bu ağ, bölgedeki kabuk kalınlığı kadar faya yakın ve uzak çevresine yeteri kadar nirengi noktası tesis edilir. Bu noktalarda belli aralıklarla kampanya tipi veya sürekli olarak gözlemler yapılır. Elde edilen ölçülerin değerlendirme aşamasında, sürekli ölçüme devam eden ve yeryüzüne yayılmış olan koordinatları çok iyi bilinen global noktalardan faydalanılır. Zamansal değişimlere göre hesaplanan yer değiştirme vektörleri ile bölgede oluşan gerilme ve sıkışma miktarları tahmin edilebilmektedir. (Çırmık, 2014; Kahveci ve Yıldız, 2022; Tiryakioğlu, 2012)

Datça grabeni ve çevresini oluşturan çalışma alanının bulunduğu Batı Anadolu bölgesi Alp Himalaya Orojenik kuşağında yer almakta ve ayrıca Avrasya, Arap ve Afrika plakalarının arasında uzanan sıkışma zonunun bir parçasıdır. Batı Anadolu Bölgesi, dünyadaki tektonik olarak aktif ve hızla deforme olan açılma zonlarından biri olarak kabul edilir (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1987; Jackson ve McKenzie, 1988; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Taymaz ve Jackson., 1991; Reilinger ve ark., 1997; Ambraseys ve Jackson, 1998; Bozkurt, 2001; Sözbilir, 2001; Sözbilir ve ark., 2011).

Datça Yarımadası ve civarında, tarihsel dönemde önemli ve yıkıcı depremlerin olduğu bilinmektedir. Rodos ve civarını etkileyen önemli depremler, M.Ö. 412, 24, 227, 199-198 ve M.S. 142-144, 344, 474-478 ve 554-558 depremleridir (Dirik ve ark., 2003). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü verilerine göre yaklaşık olarak Datça ilçe merkezi merkez olmak üzere 100 km. yarıçaplı bir alanda 1900-2022 Kasım yılları arasında büyüklüğü (Mw) 4 ve 4’ den büyük olan 825 adet deprem kaydı mevcuttur.

Mevcut verilerin yanında sismik aktivitesinin yüksek olduğu bilinen Datça Grabeni ve çevresinde tesis edilen GNSS istasyon noktalarında periyodik ölçümlerle yeni veriler elde edilmiştir. Bu ham veriler baz alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda her bir ölçüm noktasında 2018 Ekim den 2021 Mayıs sonuna kadar olan zaman aralığında ortaya çıkan sismik aktivitenin vektörel büyüklüğü ve yönü belirlenerek ölçekli vektör haritaları yapılmış ve her vektörün göreceli yer değiştirme miktarları sayısal olarak elde edilmiştir. Tez çalışmaları sırasında yapılan saha ve büro çalışmaları sonucunda elde edilen tüm bulgular göz önüne alınarak, daha önce jeodezik yönden incelenmemiş olan Datça grabenine ait yükselen ve düşen bloklardaki noktasal hareket yönleri ve sayısal büyüklüklerinin yatayda ve düşeyde belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Avrasya sabit ve ITRF14 göre hız çözümleri gerçekleştirilmiş, bu çözümler bağlamında Anadolu bloğu, Ege bloğu Euler hız çözümleri ortaya konmuştur. Datça'daki çalışma alanı için nokta bazlı plakalar arası (Interplate) Euler Pole hız alanı çözümü için gerekli parametreler hesaplanarak istasyonların Euler Pole hız çözümü gerçekleştirilmiştir. Çalışma bölgesinin Jeolojik olarak yerinde gözlemlenmesi ve gerekli arazi verilerinin de ışığında tüm bu hız çözümleri ile birlikte yorumlanması sonucunda Datça grabeni için detaylı aktif fay haritası oluşturulmuştur. Nihayetinde Batı Anadolu Bölgesinde etkili olan açılma tektoniği verileri ile de birlikte jeolojik olarak da yorumlanarak bu doktora tezi kapsamında rapor haline getirilmiştir.

### **1.1. Tezin Amacı ve Önemi**

Bu tez çalışmasında, Gökova körfezi ve çevresindeki sismik aktiviteden etkilenen Datça grabeni ve çevresinin hız alan modellemesinin GNSS ölçümleri ile hesaplanabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla oluşturulan mikro jeodezik GNSS ağ noktaları ölçüm esnasında iki parçaya bölünerek 3'er gün 8'er saat kampanya şeklinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Böylece arazideki GNSS ölçüm çalışmaları 5 periyotda ve 6'şar günde tamamlanmıştır. Birinci periyot 15-20 Ekim 2018 tarihleri arasında; DOY (Day of year) 289. ve 294. günler arasında, 2. Periyot 26-31 Mayıs 2019 olup 146-151 GNSS gününde, 3. periyot 16-21 Ekim 2020 olup 289-294. GNSS gününde, 4. Periyot 26-31 Mayıs 2021 olup 146-151. GNSS gününde, 5 ve son periyot 15-20 Ekim 2021 olup 289-294. GNSS gününde) GNSS ölçümleri yapılmış olup, Datça grabeni çevresinde TUSAGA-Aktif ve lokal jeodezik ağ verilerinden de faydalanarak, Datça grabeni ve çevresine ait hız alanının çeşitli referanslara göre elde edilmesinin yanında, Datça

grabeni ve çevresinde tesis edilen mikrojeodezik ağı ait istasyonların plakalar arası (interplate) hareketlerini belirlemek için Euler Pole çözümü yöntemi kullanılarak, jeodezik ağ uygulamalarına yön verecek somut sonuçların elde edilmesi hedeflenmiştir.

Böylelikle Batı Anadolu Açılma sisteminde bulunan ve tektonik açıdan oldukça aktif bir alanda bulunan çalışma alanında, bu tez kapsamında yapılan GNSS ölçüm sonuçları, bu alanın tektonizması ve olası deformasyonu konusunda literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmuş ve yeni çalışmalara ışık tutacak veriler elde edilmiştir. Söz konusu verilerin bölgenin sismik tehlike kaynaklarının anlaşılmasına somut katkılar koyduğu değerlendirilmektedir.





## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışma alanının içinde bulunduğu Batı Anadolu Bölgesi, ülkemizin jeodinamik açıdan oldukça aktif ve karmaşık bir mekanizmaya sahip bölgelerinden biridir. Bölgenin bu özelliği özellikle yaşam alanları için birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Son on yılda Batı Anadolu Bölgesi'nin kabuk yapısı ile yatay ve düşey hız alanlarını belirlemeye yönelik çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir. Bölgede yapılan Avrasya plakasının sabit olarak alındığı GNSS çalışmaları (Reislinler ve ark. 1997; Kahle ve ark., 1999; McClusky ve ark., 2000; Reilinger ve ark., 2006; Çırmık, 2014; Çırmık ve ark., 2017; Çırmık ve Pamukçu, 2017) sonucunda Batı Anadolu bölgesinin G/GB yönünde yılda 25 mm'lik hızla hareket ettiği gözlemlenmiştir. Kahle ve ark. (1998) tarafından Hellenik yay, Ege Denizi ve Batı Anadolu'yu kapsayan bölgede kabuksal deformasyon yamulma oranlarını belirlemek için 1988–1996 yılları arasındaki Doğu Akdeniz'in GPS hız alanları kombine edilmiş, yapılan çalışmalar sonucunda Ege Denizi'nin açılma deformasyonu ile karakterize edildiği belirlenmiştir. Bu deformasyonun doğrultusu kuzeyde saatin tersi yönünde bir rotasyon göstermektedir. Açılma mekanizması Kuzeybatı Anadolu'da K-KD, Orta ve Kuzey Yunanistan'da K-KB yönlüdür. Ege Bölgesi ve Kuzey Yunanistan'da açılma, Hellenik yayda ise sıkışma hakimdir. Maksimum sağ yönlü kesme gerinim oranları Kuzey Anadolu Fay Zonu, Ege açılma zonunun kuzey sınırını vermektedir. Maksimum sol yönlü kesme gerinim oranları ise Pliny-Strabo trenç sisteminde gözlenmiştir ve bu bölge Ege mikropalakasının güneydoğu sınırını vermektedir. (Dewey ve Şengör, 1979; Gönenç, 2008)

Datça yarımadası'nın güneyinde, kuzeye doğru hareket eden Afrika plakası, güneybatıya doğru hareket eden Ege Bloğunun altına dalmaktadır. Bu hareketlilik, yarımada'nın altında derin odaklı dalma-batma zonu depremlerine neden olmaktadır. Yarımada'nın batısında Nisyros ve Yali volkanik alanları bulunmaktadır ve bu alanda 1873 ve 1887 yıllarında büyük volkanik patlamalar meydana gelmiştir (Altunel ve ark., 2003). Stiros (2000) bu bölgedeki yoğun sismik aktivitenin şiddetli volkanik olaylardan kaynaklandığını tanımlamaktadır. Datca yarımadasının kuzeyinde bulunan Gökova körfezi çok sayıda araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Ersoy, 1991; Görür ve ark., 1995, Ulug ve ark., 2005; Akin ve Ucer, 2013; Yolsa-Cevikbilen ve ark., 2014; Ocakoglu ve ark., 2018). K-G yönlü olan Batı Anadolu açılma sisteminin etkisiyle oluşmuş Gökova Körfezi içerisinde bulunan Gökova grabeninin ortasında, KB-GD yönlü Gökova

Transfer fayı bulunmaktadır ve çok sayıda deprem bu fay üzerinde meydana gelmektedir (Ulug ve ark., 2005).

Açıkgöz (2010)'ün yapmış olduğu doktora çalışmasında Türkiye Ulusal Yatay Kontrol Ağı'nın kurulması ve sıklaştırılması kapsamında yapılan yersel ölçüler ile sonraki yıllarda yapılan GPS ölçüleri birlikte değerlendirilerek Yatay Kontrol Ağı'nın kuzeybatı bölümünde (Marmara bölgesi) yer kabuğu hareketleri sonucu oluşan deformasyon araştırılmıştır. Bölgedeki yer kabuğu hareketleri nedeniyle Yatay Kontrol Ağı'nda oluşan yer değiştirmeler iki aşamada belirlenmiştir. Öncelikle, 1930-1964 arasındaki yersel ölçüler GRS80 elipsoidinde ITRF2005 koordinat sisteminde dengelenmiş daha sonra sonuçlar güncel GPS koordinatları ile karşılaştırılmıştır. Yatay Kontrol Ağı'nın bu bölümünde geçtiğimiz 50 yılda tektonik hareketler (deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrası) sonucu oluşan toplam yatay yer değiştirmelerin 3.5 m'ye ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, GPS ölçüleri ile belirlenen intersismik hızlar lineer kabul edilerek yersel ölçüler ile GPS ölçülerinin tarihleri arasındaki toplam intersismik etkiler hesaplanmıştır. Böylece, bölgede meydana gelen depremler nedeniyle oluşan deprem anı ve deprem sonrası deformasyonun 2-3 m civarında olduğu hesaplanmıştır.

Tiryakioğlu (2012)'ün yapmış olduğu, GNSS ölçüleri ile Güneybatı Anadolu'daki blok hareketleri ve gerilim alanlarının belirlenmesi üzerine yapılan doktora tez çalışmasında Fethiye-Burdur Fay Zonu, Dinar ve Çivril Fayları, Gökova Grabeni, Knidos Fayı, Isparta Açısı (Büklümü), Güneybatı Anadolu'nun Depremselliği ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki blok hareketleri ve gerilim alanlarını belirlemeye yönelik GNSS ölçümleri yapılmıştır. Bölgeye kurulan 57 noktalı Güneybatı Anadolu Tektonik GNSS Ağı (GATGA) ölçüleri GAMIT/GLOBK yazılım takımıyla değerlendirilerek bölgenin hız alanı elde edilmiştir. Ayrıca GRID\_STRAIN ve ANSYS yazılımları kullanılarak Güneybatı Anadolu'nun yamulma (strain) ve gerilme (stres) alanları elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Anadolu bloğu üzerinde bulunan noktaların Avrasya bloğuna göre 10-15 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl) hız ile hareket ettiği görülürken, bu hız değeri Ege açılma bloğunda 26-29 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl), Marmaris bloğu üzerinde ise 31-34 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl) kadar ulaştığı görülmektedir. Yine Güneybatı Anadolu'nun gerilme analizi sonunda Fethiye-Burdur Fay Zonu çevresinde anlamlı yamulma ve gerilmeler tespit edilmiştir.

Çırmık (2014)'a göre, Batı Anadolu dünyanın sismik olarak en aktif ve hızla genişleyen bölgelerinden biridir ve şu anda yaklaşık olarak K-G yönünde kıtasal bir

genişleme yapmaktadır. Bundan dolayı araştırmacı, GPS ve gravite ölçümleri ile bölgenin deformasyonlarını incelemiş ve Avrasya sabit çözümlerinde 20-25 mm/yıl GB yönlü hızlar belirlemiştir. Bölgesel deformasyonun araştırılması amacıyla TURDEP ve CORS-TR projesi istasyonları için Euler vektörlerine göre Anadolu Bloğu ve Ege bloğu çözümleri elde edilmiş ve hız büyüklüklerinin yaklaşık 3-15 mm/yıl arasında olduğu bulunmuştur. Ayrıca yazar Batı Anadolu'nun jeolojik zaman süreçleri boyunca deformasyonunun belirlenmesi amacıyla sonlu elemanlar yöntemini kullanarak sayısal modeller oluşturmuştur. Sonuçta da elde ettiği tüm bulguları önceki jeofizik ve jeolojik çalışmalar ve deprem odak derinlik dağılımları ile karşılaştırmıştır.

Kahveci ve ark. (2019)'da yapmış olduğu çalışmada daha önceki çalışmalardan farklı olarak İzmir ve çevresinde gerçekleştirilen GPS çalışması sonuçları kullanılarak Batı Anadolu'yu temsil eden mikroplakalar birbirinden daha detaylı bir şekilde ayrıştırılmıştır. Avrasya sabit çerçeve hesabına ek olarak, GPS hızları Anadolu blok sabit çerçeveye göre hesaplanmış ve bu verilere göre, İzmir'in kinematik yapısını Batı Anadolu graben tektonik yapısından ayıran bir sınır önerilmiştir.

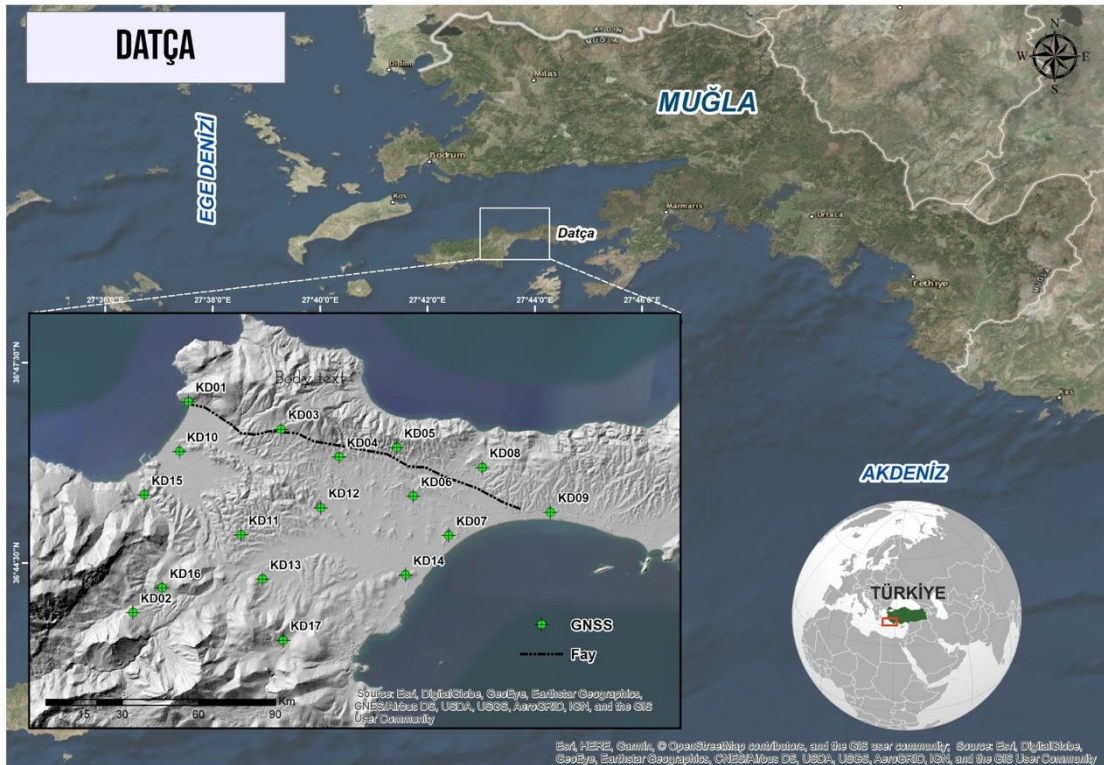
Kurt ve ark. (2022) yapmış oldukları çalışmada, Anadolu-Ege, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu alanında 178'i ilk kez yayınlanan 836 istasyonun zaman serisi incelenmiştir. 28 yıla varan bir periyotla, artırılmış uzamsal ve zamansal çözünürlük ve homojenlik ile en doğru hız alanını sunuyoruz. Modellenen kayma hızları, Kuzey ve Doğu Anadolu fayları için sırasıyla 20 ve 26 mm/yıl ve 9,7 ve 11 mm/yıl arasında değişmektedir. Veriler, kıta deformasyonunun kinematikini daha iyi sınırlandırabilir, dinamik modeller için doğru sınır koşulları sağlayabilir ve AnadoluEge bölgesinin kinematikini hakkında olağanüstü hipotezlerin test edilmesine yardımcı olabilir, sonuçlarına ulaşılmıştır. Sonuçlar hız çözümlerinin gerçekçi belirsizlikleri <1 mm/y mertebesindeyken, referans çerçeve bölgelerinin t-sonrası RMS'si koordinatlar ve hızlar için sırasıyla  $\pm 2,0$  mm ve  $\pm 0,57$  mm/yıl olarak bulunmuştur. Hız çözümündeki genel örüntü, önceki çözümlerle uyumludur (örn., Aktuğ ve ark., 2009; Kreemer ve ark., 2014), ancak, çakışan istasyonlar için istatistiksel olarak önemli sapmalar vardır.

Bu tezin bir kısmını oluşturan, Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi destekli 2020.KB.FEN.021 numaralı proje kapsamında da yapılan GNSS ve gravite çalışmaları halen devam etmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

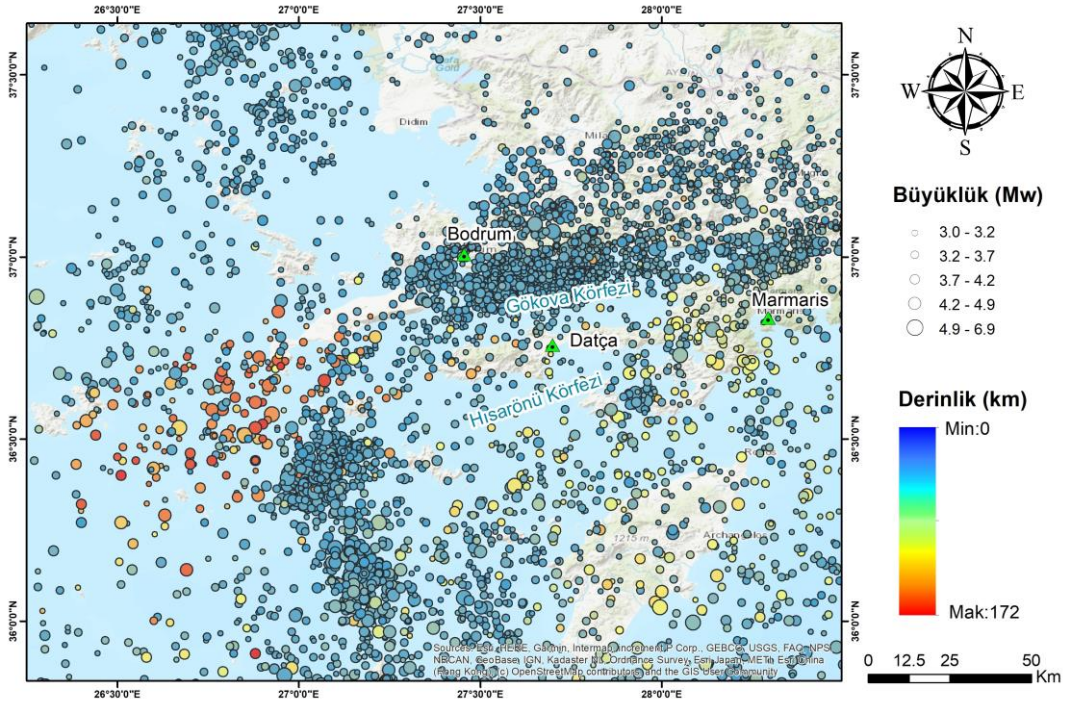
#### 3.1. Çalışma Bölgesi

Çalışma bölgesi olarak tektonik açıdan aktif ve daha önce jeodezik yöntemlerle çalışılmamış olan Datça yarımadası'ndaki Datça grabeni seçilmiştir. Ülkemizin önemli turizm noktalarından olan Datça yarımadası Muğla'nın batı kesiminde bulunan Ege ve Akdeniz ile çevrilidir (Şekil 3.1). Yarımada'nın güneyinde Hisarönü Körfezi, kuzeyinde Gökova Körfezi bulunmaktadır. Bu körfezlerden özellikle Gökova Körfezi aktif deprem bölgesi olup yakınında bulunan Datça ve Bodrum yerleşim yerleri için tehlike arz etmektedir. Datça Yarımadası ve yakın çevresinde turizm bölgesi olmasından dolayı yaz aylarında ciddi nüfus artışı yaşanmaktadır. Bundan dolayı bu bölgede oluşacak olan şiddetli bir deprem yerleşim alanlarında yıkıcı hasarların, can ve mal kayıplarının meydana gelebileceğini göstermektedir. Bu durum Datça fayına ait mikro-jeodezik bir ağı kurulması gerektiğinin ve bu ağa bağlı olarak bölgenin güncel kayma hızlarının detaylı olarak çalışılması gerekliliğini ifade etmektedir.

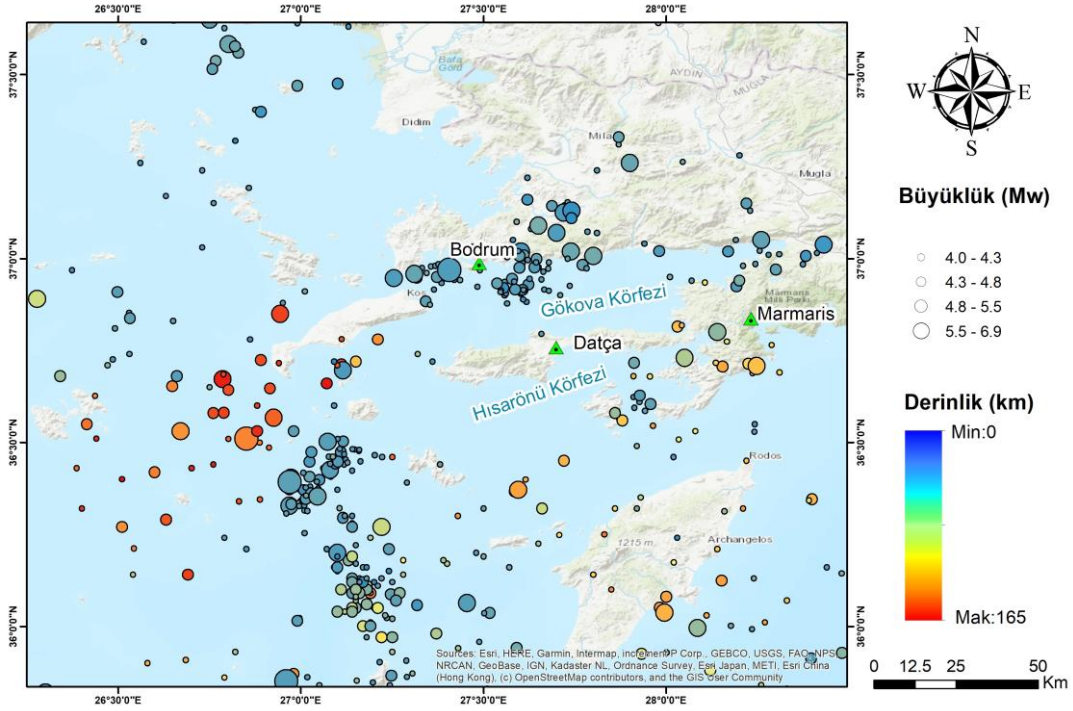


Şekil 3.1. Datça Graben-Horst yapısı ve oluşturulan mikro-Jeodezik ağı bulunduğu çalışma bölgesi. (Emre ve ark., (2011)'den değiştirilerek alınmıştır.)

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü verilerine göre yaklaşık olarak Datça ilçe merkezi merkez olmak üzere 200 km yarıçaplı bir alanda 1900-2022 yılları arasında meydana gelen deprem kayıtları incelendiğinde; büyüklüğü (Mw) 3 ve 3'den büyük olan yaklaşık 14000 adet (Şekil 3.2), büyüklüğü (Mw) 4 ve 4'den büyük olan yaklaşık 1100 adet deprem kaydının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.3).

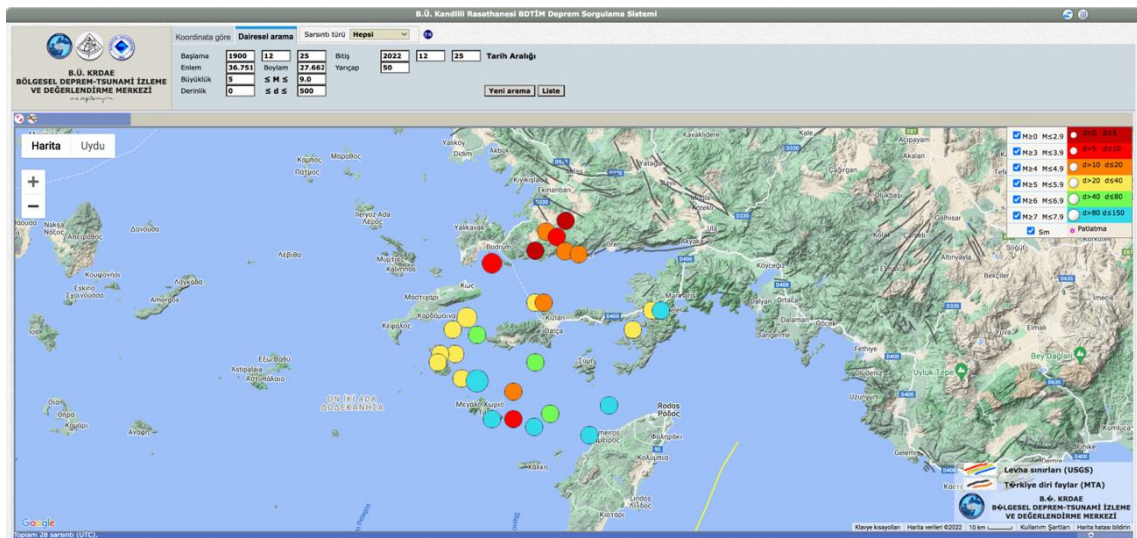


**Şekil 3.2.** Datça ilçesi ve yakın çevresinde (1900-2022) büyüklüğü 3 ve 3'den büyük olan depremler kayıtları (Kaynak: Kandilli Rasathanesi)



**Şekil 3.3.** Datça ilçesi ve yakın çevresinde (1990-2022) büyüklüğü 4 ve 4'den büyük olan depremler kayıtları (Kaynak: Kandilli Rasathanesi).

Datça ilçe merkezi merkez olmak üzere 50 km yarıçaplı bir alanda 1900-2022 yılları arasında meydana gelen deprem kayıtları incelendiğinde; büyüklüğü (Mw) 5 ve 5'den büyük olan yaklaşık 28 adet deprem kaydı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.4).

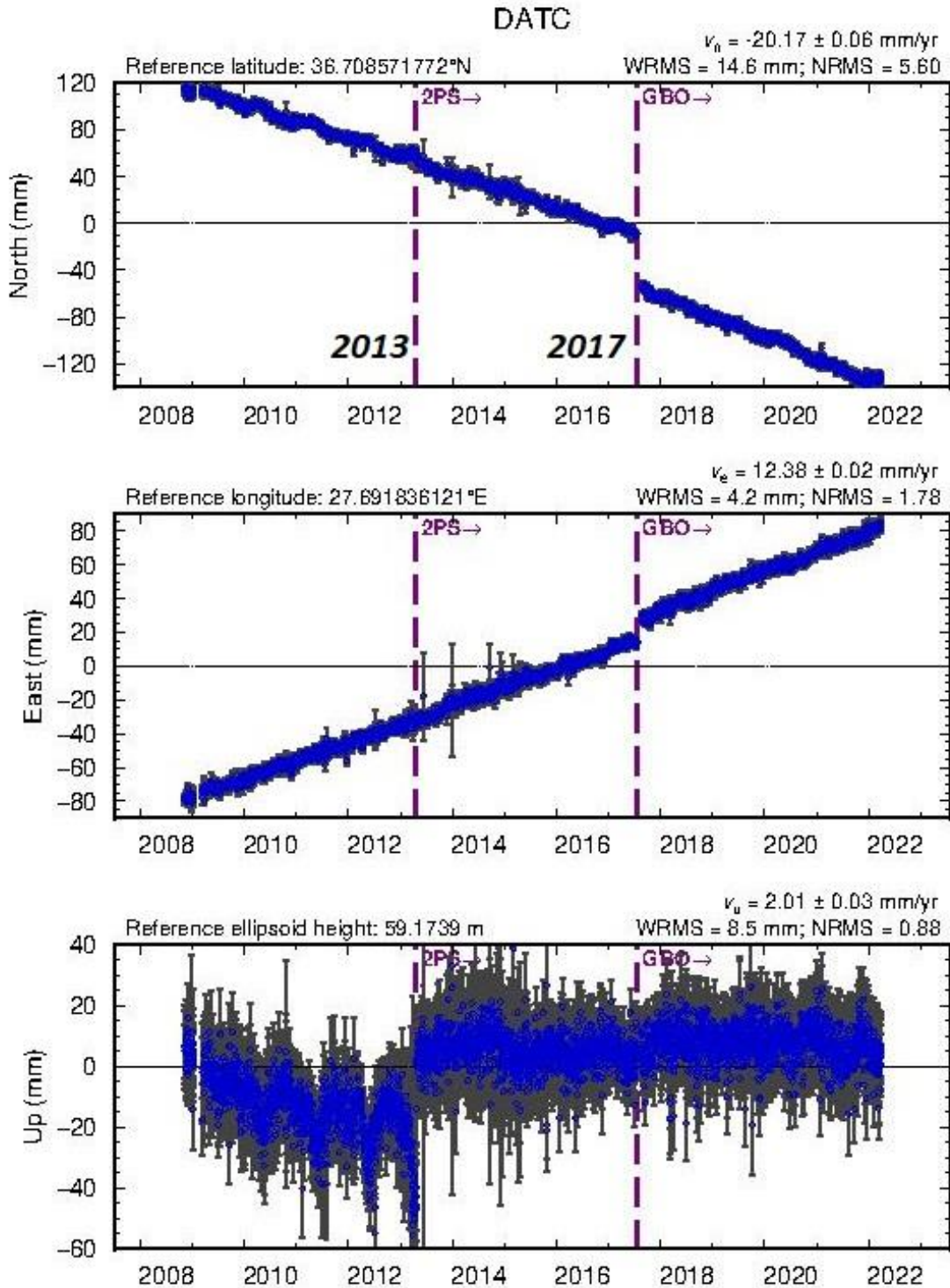


**Şekil 3.4.** Datça 5 Mw den büyük depremler (1900 – 2022) 50 km yarıçap (Kaynak: Kandilli Rasathanesi)

**Çizelge 3.1.** Çalışma bölgesinde meydana gelmiş olan 5 den büyük deprem listesi

<b>Tarih</b>	<b>Oluş Zamanı</b>	<b>Enlem</b>	<b>Boylam</b>	<b>Mw</b>	<b>Yeri</b>
8.08.2017	07:42	37.0192	27.6017	5.3	GOKOVA KORFEZI (AKDENİZ)
20.07.2017	22:31	36.9693	27.4057	6.6	GOKOVA KORFEZI (AKDENİZ)
27.09.2016	20:57	36.3713	27.5942	5.3	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
11.01.2005	04:35	37.019	27.7387	5	MAZIKOY-BODRUM (MUGLA)
10.01.2005	23:48	37.0072	27.8002	5.3	COKERTME-MILAS (MUGLA)
4.08.2004	04:19	37.13	27.74	5	KISIRLAR-MILAS (MUGLA)
4.08.2004	03:01	37.09	27.65	5.4	MUMCULAR-BODRUM (MUGLA)
3.08.2004	13:11	37.07	27.7	5.2	YENIKOY-BODRUM (MUGLA)
5.10.1999	00:53	36.8	28.14	5.2	HISARONU-MARMARIS (MUGLA)
26.08.1993	10:03	36.73	28.05	5.3	SELIMIYE-MARMARIS (MUGLA)
19.06.1987	18:45	36.8	28.18	5	HISARONU-MARMARIS (MUGLA)
20.01.1972	02:15	36.64	27.23	5.1	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
12.11.1968	06:08	36.64	27.16	5	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
11.11.1968	23:34	36.61	27.15	5.1	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
23.02.1961	21:56	36.73	27.22	5.2	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
9.05.1958	02:40	36.61	27.6	5.1	MESUDIYE-DATÇA (MUGLA)
4.03.1958	11:32	36.34	27.85	5.1	AKDENİZ
22.10.1952	04:15	36.83	27.6	5.4	GÖKOVA KÖRFEZI (AKDENİZ)
9.06.1952	14:48	36.83	27.64	5.2	GÖKOVA KÖRFEZI (AKDENİZ)
5.01.1944	07:44	36.42	27.67	5.7	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
5.01.1944	05:05	36.4	27.4	5.3	KOS ADASI (AKDENİZ)
16.10.1943	13:08	36.45	27.94	5.8	AKDENİZ
11.01.1943	11:56	36.55	27.26	5.5	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
23.04.1933	05:57	36.77	27.29	6.2	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
7.12.1932	07:55	36.71	27.33	5.3	DATÇA AÇIKLARI-MUGLA (AKDENİZ)
26.06.1926	21:19	36.5	27.5	5.5	AKDENİZ
26.06.1926	19:46	36.54	27.33	7.2	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)
25.11.1918	12:38	36.4	27.5	5.2	ONIKI ADALAR (AKDENİZ)

Çalışma bölgesinde yer alan DATC TUSAGA-Aktif istasyonunun 2013 ve 2017 yıllarında meydana gelen depremlerin istasyonun zaman serisindeki etkileri (Şekil 3.5)'de görülmektedir.

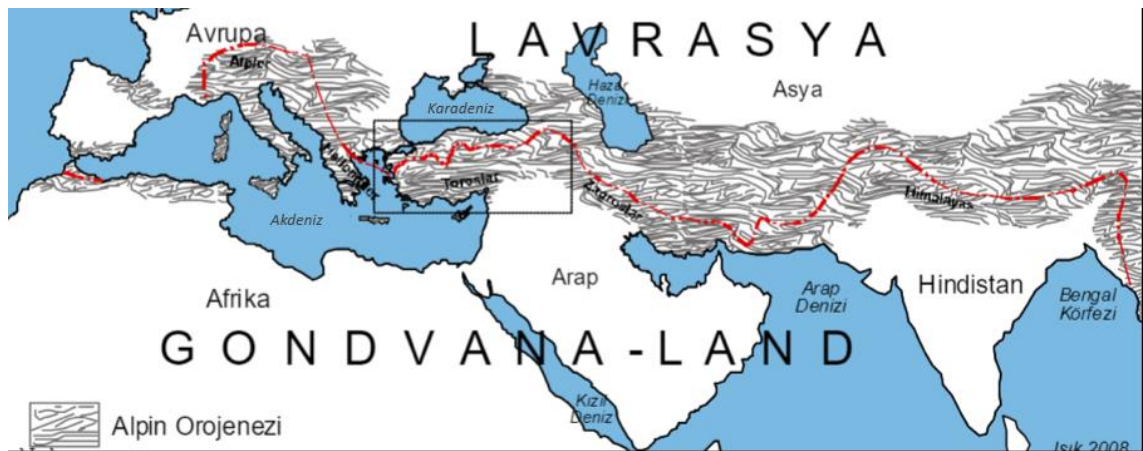


**Şekil 3.5.** Çalışma bölgesinde 2013 ve 2017 yıllarında meydana gelen depremlerin DATC istasyonu koordinatlarına etkileri (Kaynak: Harita Genel Müdürlüğü)



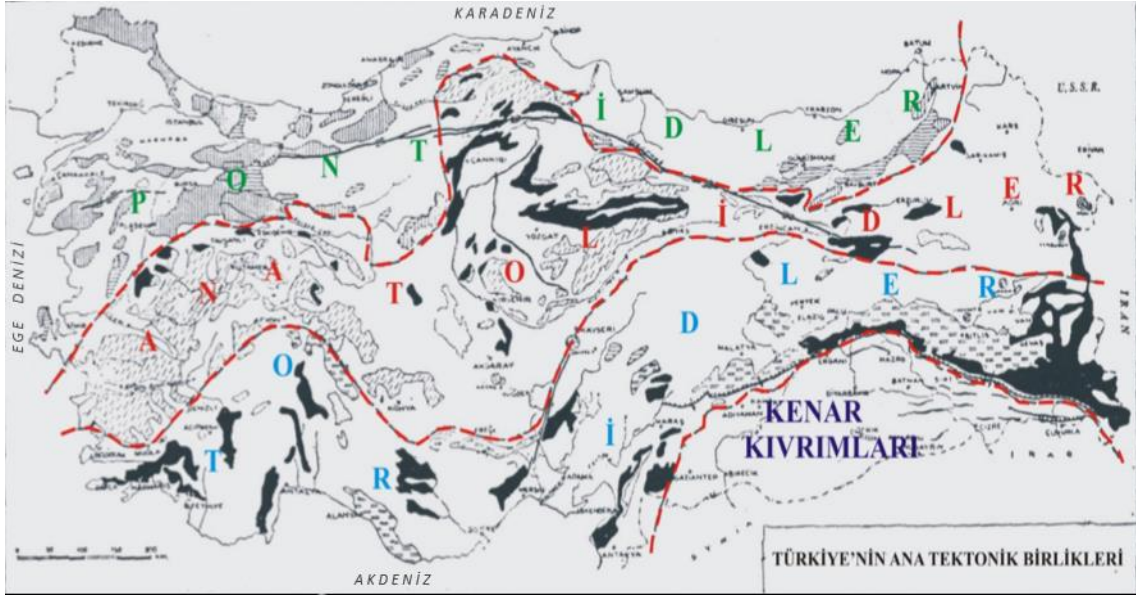
### 3.1.1. Bölgesel Jeoloji

Türkiye Lavrasya ile Gondwana kıtaları arasında yer alan Tetis okyanusunun kapanması sürecinde Gondvana ile Lavrasya kıtalarının birbirleriyle çarpışması ile ortaya çıkan Alp-Himalaya orojenik kuşağında yer almaktadır (Şekil 3.6). Ülkemizde bu kuşak güneyde Toroslar kuzeyde ise Pontidler tarafından temsil edilmektedir (Şekil 3.7). Bu kapsamda Anadolu, daha önce bir arada olmayan fakat son 400 milyon yıldır levha tektoniği ilkelerine göre manto üzerinde kayarak bir araya gelmiş olan okyanusal ve kıtasal kabuk parçalarının kaynaşmasından oluşmuştur (Şekil 3.8).



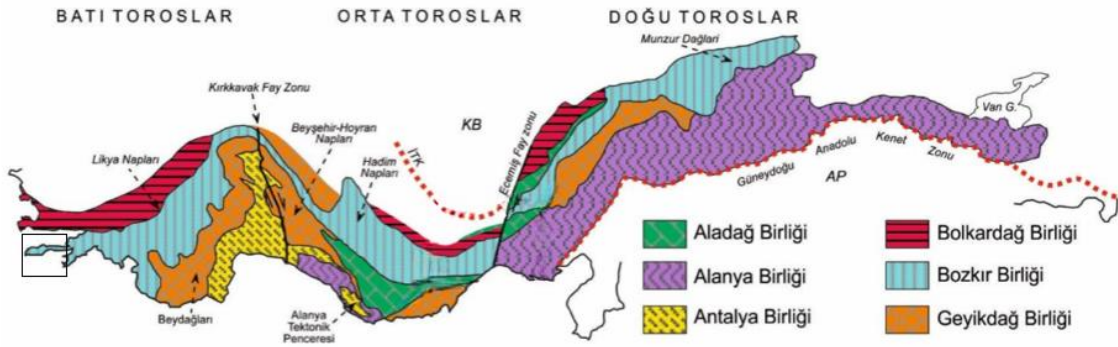
**Şekil 3.6.** Türkiye'nin geniş ölçekli tektonik konum haritası (Orojenik dönem : Alpin Orojenezi) (Işık, 2012. URL-1)

Geleneksel olarak Türkiye dört ana tektonik birliğe ayrılmaktadır. Bunlar Toridler, Anatolidler, Pontidler ve Kenar Kıvrımları şeklinde adlandırılmışlardır (Şekil 3.6).



Şekil 3.7. Türkiye'nin ana tektonik birlikleri (Ketin, 1966 dan değiştirilerek alınmıştır.)

Toridler tektonik birliği de kendi içerisinde Batı, Orta ve Doğu Toroslar olmak üzere üç alt bölüme ayrılmaktadır (Şekil 1.3, Özgül,1976). İnceleme alanı Torid ana tektonik birliği içerisinde, Batı Torosların güneybatı ucunda bulunmaktadır (Şekil 3.8). Coğrafik olarak Muğla ili, Datça ilçe sınırları içerisinde kalan inceleme alanı, Datça (Reşadiye) Yarımadası'nın orta kesimlerinde yer almaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. İnceleme alanının Toros silsilesi içerisindeki konumu (Işık, 2012. URL-2)

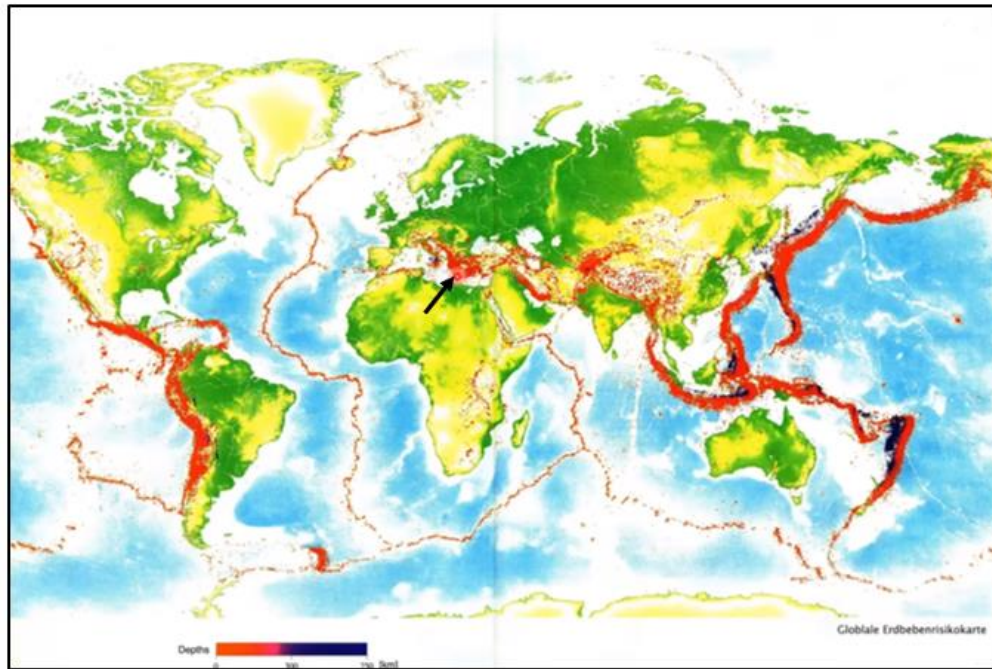


Şekil 3.9. İnceleme alanının coğrafik konumu (kırmızı renkli dikdörtgen içerisinde kalan alandır)

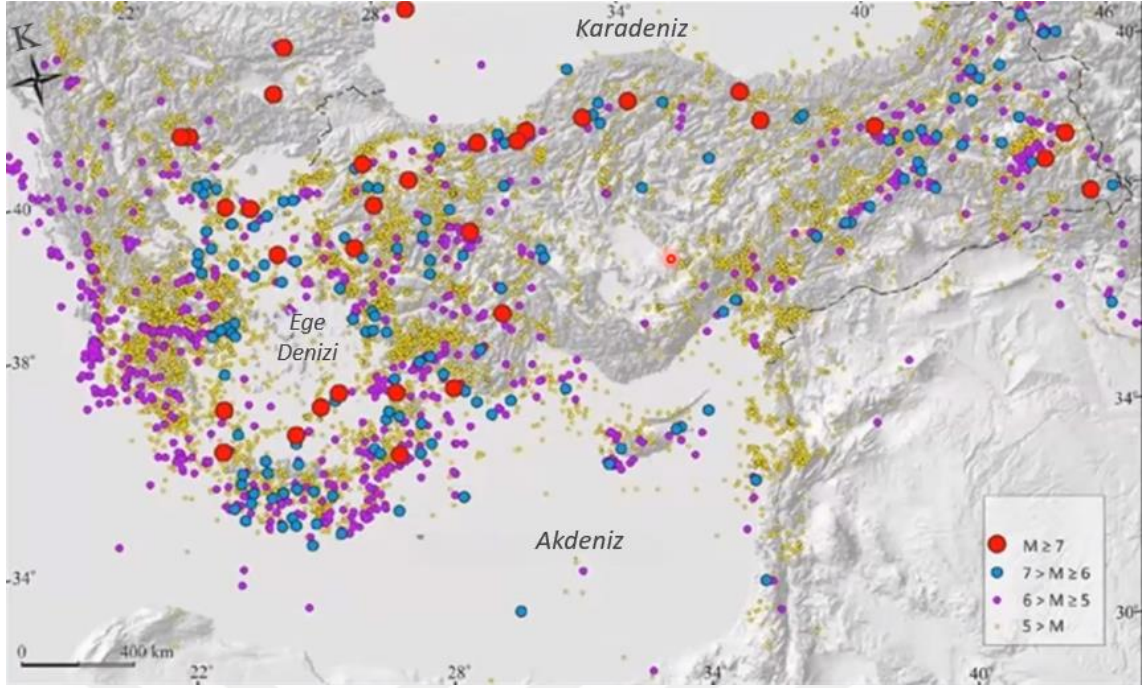
Yaklaşık olarak 400 milyon yıl öncesinden 10 milyon yıl öncesine kadar etkili olan ve sıkışma tektoniğinin egemen olduğu paleotektonik dönem, kıvrımlı, bindirmeli, devrik yapıların oluştuğu kabuk kısılması ve kalınlaşması ile sonuçlanırken, 10 milyon yıldan beri Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Kıbrıs-Ege dalma-batma zonunun kontrolünde ortaya çıkan ve açılma tektoniği süreçlerini kapsayan Neotektonik dönem, Anadolu levhasının saatin tersi yönünde kuzey-batı-güneybatı yönünde bir dönme hareketi yaparak batıya doğru kaçması ve güneybatıdaki Kıbrıs-Ege dalma-batma zonuna doğru genişlemesi ile normal faylarla sınırlı birçok graben ve horst yapısının oluşmasına neden olmuştur (Şekil 3.10). Ege sahilleri boyunca izlenen yaklaşık doğu-batı yönündeki Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gökova ve Hisar önü graben ve horst yapıları, bunun en tipik örneklerini oluşturur (Şekil 3.10). Dolayısıyla hareketli bu fay zonları (KAF, DAF) ile Kıbrıs-Ege dalma-batma zonu, ülkemizi aktif bir deprem kuşağına dönüştürmektedir. Nitekim bu fay zonları boyunca tarihi kayıtlarda yer alan birçok deprem meydana gelmiş olduğu ve halen de farklı zamanlarda gerçekleşen irili ufaklı birçok depremin oluştuğu bilinmektedir (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12).



**Şekil 3.10.** Aktif sağ yönlü doğrudu atımlı Kuzey Anadolu (KAF) ve sol yönlü doğrudu atımlı Doğu Anadolu Fay (DAF) zonları le güneydeki Kıbrıs-Helenik dalma-batma zonu tarafından kontrol edilen ve gerilme tektoniğinin egemen olduğu Neo tektonik dönemde, Anadolu Plakasının batı-güneybatı yönünde kayarak rotasyonal bir hareketle güney yönünde genişlemesi sonucunda ortaya çıkan graben ve horst yapılarının oluşum mekanizması (Şengör, 1980)



**Şekil 3.11.** Aktif kıta kenarları ve aktif fay zonlarına karşılık gelen deprem episantırlarının yer küre üzerindeki dağılımı (kahverenkli ve koyu mavi zonlar, Türkiye ve Batı Anadolu siyah renkli okla gösterilmiştir) (URL-3, 2021)

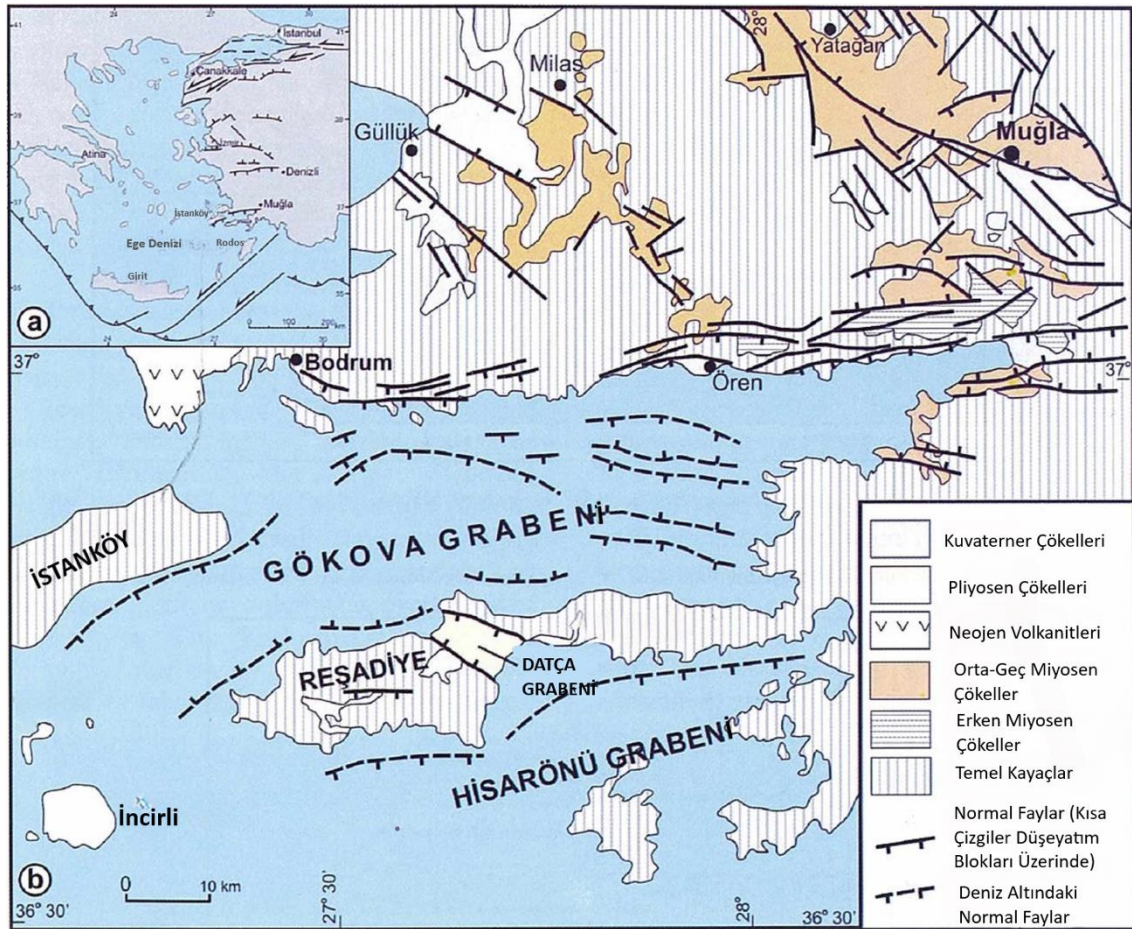


**Şekil 3.12.** Türkiye’de bugüne kadar kayıt altına alınmış deprem episantırlarının dağılımı. Büyükten küçüğe doğru sıralanan kırmızı, yeşil ve mor renkli dairelerin KAF, DAF, Batı Anadolu’daki normal faylar ve Akdeniz’deki dalma-batma zonu boyunca yoğunluk kazandığı gözlenmektedir. BDTİM 2020, "Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi", (URL-4, 2022)

### 3.1.2. Datça Grabeni’nin jeolojik yapısı

Güneybatı Anadolu’ da Ege Yayının kuzeydoğusunda (Şekil 3.13) yer alan Datça Grabeni ve çevresinin jeolojisi ve jeomorfolojisi, 20. Yüzyılın başından itibaren yerbilimcilerin ilgisini çekmiştir (Philippon, 1915; Chaput 1947). Tintant (1954); Rossi (1966); Orombelli ve ark., (1967) Datça Grabeni çevresinde yüzlek veren piroklastiklerin kökeninin 161 bin yıl önce oluşan piroklastikler ile aynı olduğu fikrini ortaya atmıştır. Bu yazarlara göre bu piroklastik akıntılar, bu volkanik aktiviteden sonra komşu adalar olan Bodrum ve Datça Yarımadası’na kadar ulaşmıştır. Kayan ve Tuna (1985), Datça Yarımadası’nın jeomorfolojisini incelemişler ve eski Knidos yerleşimini etkileyen doğal çevre özelliklerini tartışmışlardır. Kayan (1988), Geç Holosen’ de Batı Anadolu’daki deniz seviyesi değişimlerini incelemiş ve bu değişimlerin öneminden bahsetmiştir. Ersoy (1990, 1991), Datça Yarımadası’nın stratigrafisini ve tektoniğini incelemiştir. Ayrıntılı çalışmalarına dayanarak Görür ve ark. (1995), Gökova bölgesi çevresindeki yarıkların kökenini tartışmıştır. Kurt ve ark. (1999), çok kanallı sismik yansıma verilerini kullanarak Gökova Körfezi’nde denizaltı aktif tektoniğinin varlığına

dikkat çekmiştir. Gökova Grabeni'nin güney marjinal faylarının da graben oluşumundaki rolüne dikkat etmektedirler.

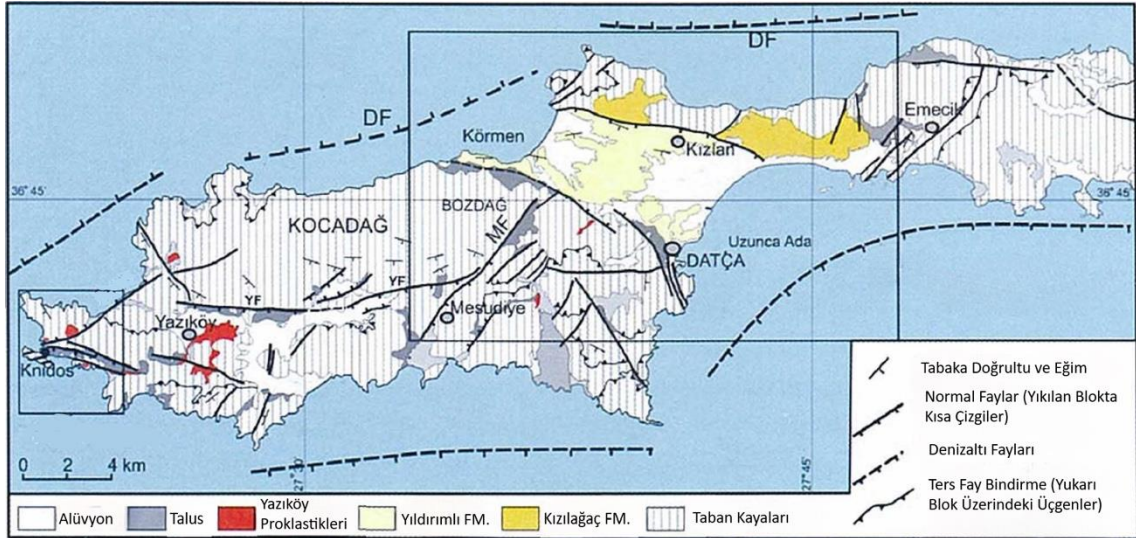


Şekil 3.13. Datça (Reşadiye) Yarımadası ve civarının genel tektonik haritası (Görür ve ark. 1995; Kurt ve ark. 1999; Dirik 2007 den değiştirilerek alınmıştır).

Gürer ve Yılmaz (2002), Ören (Muğla) ve çevresinde yaptıkları çalışmalarına dayanarak Ören ve Gökova Grabenlerinin kökenini açıklamaya çalışmıştır. Kapan-Yeşilyurt ve Taner (2002), Datça ve çevre bölgelerin stratigrafisini ve gastropoda-pelecypoda faunasını incelemişler ve bu faunanın geç Piacenzian'ı karakterize ettiğini belirtmişlerdir. Altunel ve ark. (2003) antik Knidos'ta iki sismik aktivitenin varlığını önermektedir. Dirik ve ark. (2003), Datça Yarımadası'nın orta kesiminde eski uygarlıkların jeomorfoloji-neotektonik ve yerleşim gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

### 3.1.3. Datça Grabeni ve çevresinin stratigrafisi

Datça Yarımadası'nda yüzeyleyen Pliyosen öncesi kaya birimleri temel kayalar ve Pliyo-Kuvaterner birimler ise örtü istifi olarak ikiye ayrılmıştır (Şekil 3.13 ve 3.14).



Şekil 3.14. Datça (Reşadiye) Yarımadası'nın batı kısmının jeolojik haritası. DF: Datça fayı, MF: Mesudiye fayı, YF: Yakaköy fayı, DAF: Damlaca fayı (Dirik, 2007 den değiştirilerek alınmıştır).

#### 3.1.3.1. Temel kayaları

Temel kayalar, ofiyolitler ve ofiyolitik melanj, erken Jura yaşlı masif karbonatlar, orta-geç Jura radyolariti, çörtlü kireçtaşı ve bunları örten erken Mestrihtiyen killi biyomikrit ve marn seviyeleri ile Geç Kretase-Erken Eosen bloklu flišini içeren Likya Naplarının farklı birimlerinden oluşur (Ersoy; 1990, 1991).

#### 3.1.3.2. Pliyo-Kuvaterner örtü dizisi

Datça Yarımadası'nda Pliyo-Kuvaterner örtü istifi ile Eosen öncesi kaya birimleri arasında çok önemli bir zaman aralığı bulunmaktadır. Erken Pliyosen konglomerası, kumtaşı ve çakıllı kireçtaşı (Kızıllağaç formasyonu); En geç Pliyosen (Piacenzien) akarsu-göl-sığ denizel kumtaşı konglomera, marn, kiltası, oolitik kireçtaşı araldanması ve ince tuf ara katkıları (Yıldırımli formasyonu), daha yaşlı kayaların tamamını uyumsuz olarak örter. Yıldırımli formasyonu fasiyes karakterinde Karaköy formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Yazıköy piroklastikleri, taraça

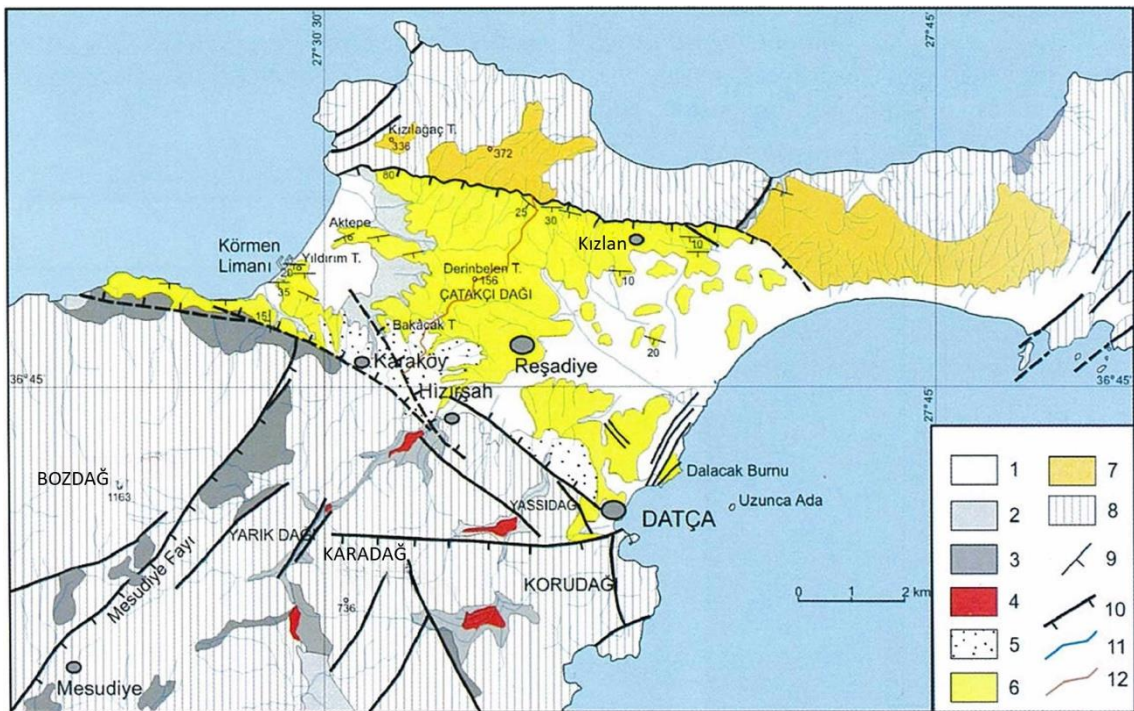
çökelleri, kolüvyonlar, yamaç molozu, alüvyal yelpazeler, sahil kayası, sahil kumu ve çakılı ve alüvyon daha genç örtü birimlerini oluşturur. (Ersoy, 1990)

### 3.1.3.3. Kızılağaç formasyonu

Bu birim Datça Grabeni'nin kuzey ve kuzeydoğusunda gözlenir (Şekil 3.15) ve ilk olarak bu çalışmada isimlendirilmiştir. İstif, karbonatlı bir matris içinde kireçtaşı ve peridotit çakıllarından oluşan konglomera ile başlamaktadır. Yer yer çakılı kireçtaşlarından oluşur. Ersoy (1990) stratigrafisine dayanarak erken Pliyosen yaşını bu birime bağlamıştır.

### 3.1.3.4. Yıldırımli formasyonu

Dikey ve yanal olarak büyük litolojik varyasyonlar gösteren bu birim ilk olarak Rossi (1966) tarafından Yıldırımli Formasyonu olarak adlandırılmış ve bu yazar tarafından bu birime Pliyosen yaşı atfedilmiştir. Daha sonra Görür ve ark. (1995) aynı birimi Datça formasyonu olarak adlandırmış, ancak önceliği nedeniyle burada Yıldırım Formasyonu terimi kullanılmıştır. Birim Reşadiye, Hızırşah, Kızlan ve Körmen çevrelerinde geniş yayılım gösterir (Şekil 3.15).





**Şekil 3.15.** Datça Grabeni ve civarının güncel-tektonik haritası. 1. Alüvyon, 2. Alüvyon yelpazesi, 3. Yamaç molozu, 4. Yalıköy piroklastikleri, 5. Karaköy formasyonu, 6. Yıldırımli formasyonu, 7. Kızılağaç formasyonu, 8. Temel kayalar, 9. Tabaka eğim ve doğrultusu, 10. Faylar, 11. Dereler, 12. Su bölüm çizgisi (Dirik, 2007 den değiştirilerek alınmıştır).

Körmen batısında birimin alt bölümü konglomera-kumtaşı ve marn ardalanması ile karakterizedir. Gevşek konglomera çakılları serpantin, gabro ve radyolaritlerden türemiştir. Kumtaşı tabakaları, bol fosilli sarı-bej, gri-siyah marn-kiltaşı seviyeleri ile ara tabakalıdır (Şekil 3.15). Birim, Yıldırım Tepe çevresinde ince gri renkli tuf tabakaları içerir. Yıldırımli Formasyonu, Datça Grabeni'nin BKB uzanımlı kuzey kenarı boyunca serpantinlerle yan yana gelir. Bu kenar boyunca Yıldırımli Formasyonu, kahverengimsi kırmızı killi ila kalkerli matriks içine gömülmüş köşeli ila alt köşeli kireçtaşı ve serpantin parçalarından oluşan konglomera ile karakterize edilir. Ayrıca kuzey kenarı boyunca formasyon alttan üste doğru büyük litolojik varyasyonlar gösterir (Ersoy, 1990). Kızıl köyünün kuzeyinde taban seviyeleri, çakılları ofiyolit ve kireçtaşlarından türeyen ve kumlu, killi bir matriks içine gömülmüş akarsu konglomeraları ile karakterize edilir. Alt tabaka daha doğuya doğru, daha doğuda ofiyolit ve çört parçaları içeren görsel kalın tabakalı, beyaz renkli oolitik kireçtaşı ile karakterize edilir. En doğuda litoloji oolitik, pisolitik ve konkresyonel kireçtaşları mevcuttur (Ersoy, 1990).

Yukarıya doğru bu istif konglomera, kumtaşı, kiltaşı, marn ve seyrek kireçtaşları ve dolomitten oluşan görsel çökellere derecelenir. Datça'nın kuzeydoğusunda yer alan Dalacak Burnu'nda (Şekil 3.14), Yıldırımli formasyonu yüksek breşli, gri renkli rekristalize kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak gelir. Bu mevkide istif, köşeli parçaları çoğunlukla gri renkli kireçtaşlarından, ender olarak da kumtaşlarından türemiş ve kalkerli bir malzeme ile çimentolanmış konglomeralarla başlanmaktadır. Yukarıya doğru polijenetik bloklular ile konglomera ile devam eder ve konglomera-kırmızı renkli siltli kumtaşı-kil ardalanmasına kadar derecelenir.

Kapan-Yeşilyurt ve Taner (2002) gastropoda-pelecypoda faunasına dayanarak Yıldırımli formasyonu geç Piacenziyen yaşını vermiştir. ESR (Elektron Spin Rezonansı) tarihlendirmesine göre, Datça Grabeni'nde akarsu-göl çökelinin ardından hızlı denizel transgresyona ve son olarak ani gerilemeye işaret etmektedir.

Birimin yaşı 1.891-1.998 Milyon yıldır (Kapan-Yeşilyurt ve Taner, 2002). Büyük yanal, dikey litolojik varyasyonlar ve fosil tanımlamaları yapılmıştır (Ersoy 1990; Kapan-Yeşilyurt ve Taner 2002).

### 3.1.3.5. Karaköy formasyonu

Karaköy formasyonu, Datça Grabeni'nin güney kenarı boyunca Karaköy çevresinde ve Datça'nın kuzeybatısında iyi aflöre etmektedir. Karaköy formasyonu kırmızı rengi ile karakterizedir. Yataya yakın Karaköy formasyonu, altta yer alan Yıldırımli formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Reşadiye horstunun batı kesiminin hızlı yükselmesi ve aşındırması sonucu grabenin marjinal fasiyesleri olarak kiremit kırmızısı renkli kumlu ve killi matriks içine yerleşmiş köşeli poligenetik çakıllardan oluşan bloklu konglomera ile karakterizedir. Kenardan uzaklaştıkça tane boyutu küçülmekte ve birim kumtaşı, yeşil-sarı kıltaşı, çamurtaşı aralanmasına geçer. Geç Piacenziyen Yıldırımli formasyonu üzerine uyumsuz olarak geldiği için Karaköy formasyonunun yaşı erken Kuvaterner olmalıdır. (Ersoy, 1990)

### 3.1.3.6. Yazıköy piroklastikleri

Tüf, kül ve pomzadan oluşan Yazıköy piroklastikleri, Reşadiye Yarımadası'nın batısındaki vadilerde ve kıyı kesimlerinde iyi yüzeylemektedir. Bu piroklastiklerin kaynağı, Yunanistan anakarasından Türkiye'ye uzanan modern Ege volkanik yayının doğu ucunda yer alır (Dewey ve Şengör, 1979; Ercan ve ark., 1984; Allen ve Caş, 2002). Bu kayaçları Koş Yaylası Tüfü (KPT) olarak adlandırmışlardır. Bu yazarlara göre, KPT'nin kaynağı İstanköy ile Nisiros arasındadır ve KPT piroklastik akıntıları muhtemelen Doğu Ege Denizi'ndeki kaynağın güneyine ve doğusuna açık denizden geçmiştir. Sanidin kristallerinin tek kristalli Ar-Ar analizi, KPT'yi 161 ka olarak tarihlendirdi (Smith ve ark., 1996).

### 3.1.3.7. Teras birikintileri

Bunlar terkedilmiş eski vadi tabanı çökelleridir ve daha çok Hızırşah'ın batısındaki mevcut vadi tabanlarından 20-25 metre yükseklikteki vadi duvarlarında görülürler. Bunlar yuvarlak ila yuvarlak arası kireçtaşı, kumtaşı ve serpantin çakıllarından oluşur ve doğrudan piroklastik birimlerin üzerine gelir. Bu da patlamanın vadilere dolmasını takiben vadiler boyunca yeni vadi tabanlarının geliştiğini göstermektedir. Kuvaterner' de D-B doğrultulu fay boyunca aktivite nedeniyle, vadi dolgu çökelleri yükselmiş ve düşey aşındırmada asma taraça çökellerini oluşturmuştur.

### **3.1.3.8. Colloviium, talus ve alüvyal yelpazeler**

Kireçtaşı çıkıntılarının dik yamaçlarında ve eteklerinde moloz birikintileri oluşmuştur. Bunlar gevşek çimentolu köşeli kireçtaşı parçalarından oluşur. Colloviium, kahverengimsi kalkerli çimento ile çimentolaşmış köşeli parçalardan oluşur. Ayrıca dikey kalker kayalıklarının eteğinde de oluşurlar. Akarsu ağzlarında, akarsu veya derelerin taşıdıkları malzeme miktarına göre farklı boyutlarda alüvyal yelpazeler oluşmuştur.

### **3.1.3.9. Sahil kayası**

Bu kayaçlar, sahil kumu ve çakıllarının karbonatlı çimento ile çimentolanmasıyla oluşur. Yarımada'nın hem kuzey hem de güney kıyılarında bulunurlar.

### **3.1.3.10. Asılı sahil kayası**

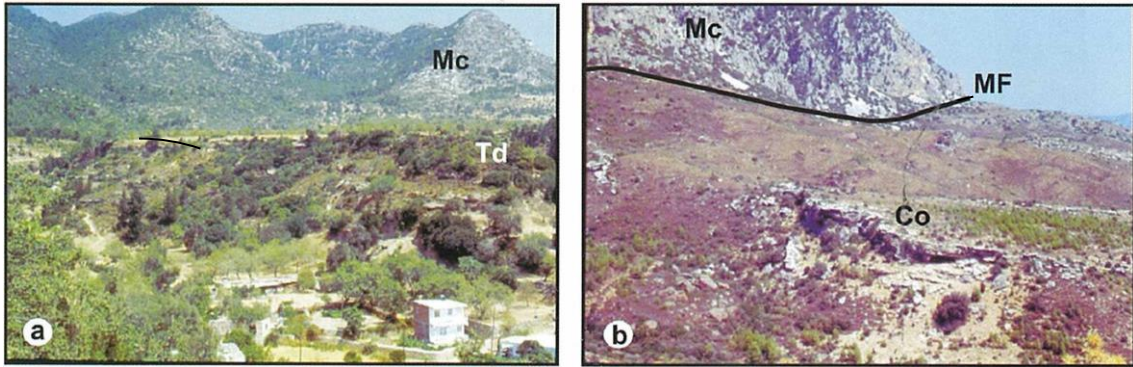
Bu kayalar, yarımada'nın kıyılarında görülen ve deniz seviyesi değişimlerinin önemli bir kanıtı olan yükseltilmiş sahil kayalarıdır. Kızılın'ın kuzeyinde yaklaşık 10-15 m kotlarında, Emecik güneyinde ise mevcut kıyı hattından 20-25 m kotlarında izlenirler.

### **3.1.3.11. Sahil kumu ve çakılı**

Bu malzeme yarımada'nın kuzey ve güneyinde gözlenen çimentosuz kum ve küçük çakıllardan oluşur.

### **3.1.3.12. Alüvyon**

Konsolide olmayan silt, kum, kil ve çakıllar alüvyonları oluşturur. Bu birikintiler akarsuların taşkın yataklarını doldurur.



**Şekil 3.16.** (a) Kocadağ'ın güneyindeki tektonik oluk içinde yer alan asılı taraça (bakış kuzeye); (b) Mesudiye Fayı (MF) dikliği boyunca gelişmiş kolüvyon (Bozdağ'ın doğusu, bakış KD'ya). Td: Taraça çökelleri, Co: Kolüvyon, Mc: Mezozoyikkarbonatları (Dirik 2007 den değiştirilerek alınmıştır).

### 3.1.4. Yapılar

Bölgedeki grup yapı yüzeylenmektedir. Bunlar bindirmeler, kıvrımlar gibi paleotektonik yapılar ve normal faylar ile grabenler gibi genişlemeli neotektonik yapılarıdır.

#### 3.1.4.1. Paleotektonik Dönem yapıları

Ters ve bindirme fayları paleotektonik dönemin önemli yapılarıdır. Bu yapılar Ersoy (1990, 1991) tarafından iyi incelenmiş ve analiz edilmiştir. Ersoy'a (1991) göre, Datça Grabeni'nin batı kesimindeki baskın sıkışma yapıları, DB yönlü kıvrım eksenini ve ters bindirme faylarıdır. Ancak KD doğrultulu ters bindirme fayları ve asimetric, ters dönmüş kıvrımlar Kızılan'ın doğusundaki önemli sıkışma yapılarıdır. Dolayısıyla bu yapılar paleotektonik dönemde bölgede yaklaşık olarak KG ve KB yönlü sıkışma kuvvetlerinin varlığının önemli bir kanıtıdır.

#### 3.1.4.2. Genişlemeli neotektonik yapılar

Güneybatı Anadolu ve Ege'de, günümüzde yaklaşık 30-40 mm/yıl oranında K-G kıtasal bir genişleme yaşamaktadır (Oral ve ark., 1995). Bölgede farklı yaş ve yönlere sahip iki farklı graben sistemi gözlenmektedir. İlk sistem, volkanik kayalarla yerel olarak arakatlı Astaracıyenden Turoliyene (yaklaşık 15 ila 5 My) tortul kayalarla

dolu KB-GD yönlü grabenlerle temsil edilir. Ancak Datça Grabeni'ni dolduran tortul kayaçların yaşı geç Pliyosen'dir. İkinci sistem birinciyi keser ve doğu-batı doğrultulu geniş Gökova ve Hisarönü Grabenleri ile karakterize edilir.

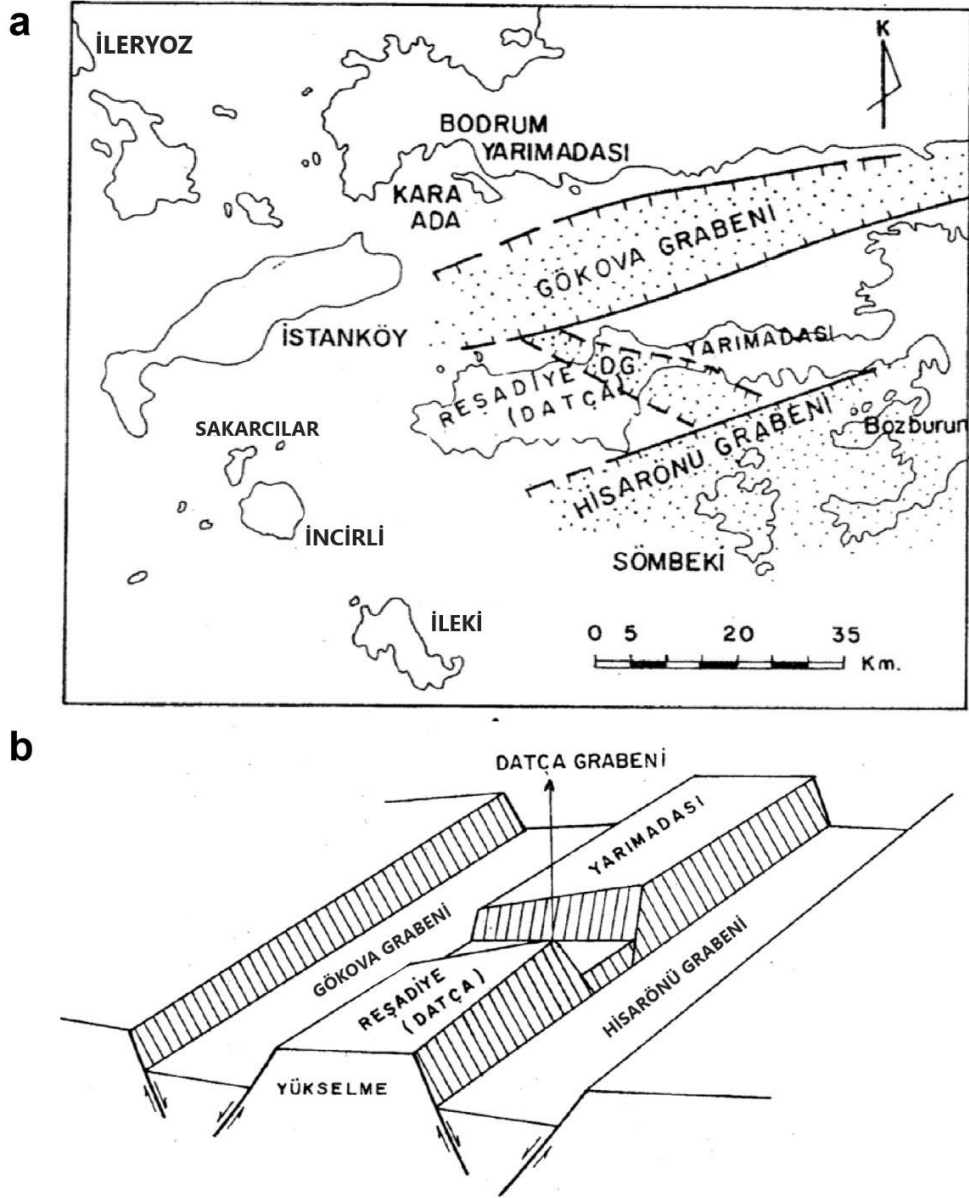
Bilim adamları Ege bölgesinde bulunan havzaların genişlemeli doğası konusunda hemfikir olsalar da, Ege' deki kabuksal genişlemenin nedeni ve kökeni uzun süredir tartışılmaktadır ve öneriler dört farklı modele ayrılmıştır (Bozkurt, 2001): (1) 'Tektonik kaçış' modeli: Anadolu'nun batıya doğru çıkıntısı geç Serravaliyen' den (12 My) itibaren sınır yapıları boyunca blok bloktur (Dewey ve Şengör, 1979). (2) 'Yay gerisi yayılma' modeli: Ege Hendek sisteminin güneybatıya doğru göçünün neden olduğu yay gerisi uzantısı (McKenzie, 1978; Meulenkamp ve ark., 1988; Le Pichion ve Angelier, 1979); Bununla birlikte yitim-geri alma sürecinin başlangıç tarihi konusunda bir fikir birliği yoktur ve öneriler 60 Ma ile 5 My arasında değişmektedir (McKenzie, 1978; Meulenkamp ve ark., 1988; Le Pichion ve Angelier, 1979). (3) 'Orojenik çökme' modeli: Genişleme, en son Paleosen çarpışmasını takiben aşırı kalınlaşmış kabuğun yayılması ile incelenmesi ile indüklenir.

Geç Oligosen-erken Miyosen' de Neotetis (Seyitoğlu ve Scott, 1991). (4) 'Epizodik' K-G uzantısının Miyosen-erken Pliyosen birinci aşamasını (orojenik çöküş) ve Pliyo-Kuvaterner ikinci aşamasını (Anadolu bloğunun batıya kaçışı) içeren iki aşamalı bir graben modeli (Koçyiğit ve ark., 1999).

### 3.1.5. Datça grabeni

D-B doğrultulu, 65 km uzunluğunda, sadece birkaç km genişliğindeki Datça Yarımadası, Anadolu kıyılarının güneybatı ucunda yer almaktadır. Bu yarımadanın orta kesiminde yaklaşık olarak BKB-DGD doğrultulu, 5 km genişliğinde, 9 km uzunluğundaki çöküntü çok karakteristik bir yapı olarak görünmektedir. Bu çöküntünün etrafını KB' de Körmen koyu ve güneydoğuda Datça koyu olmak üzere iki doğal koy çevreler. Bu çöküntü ilk olarak Chaput (1947) tarafından Datça Kıstağı olarak adlandırılmıştır. Ancak daha sonra bu çöküntünün kuzey ve güney sınırları faylı olduğundan bu tektonik çöküntüye Datça Grabeni adı verilmiştir (Şekil 3.17) (Ersoy, 1990). En yüksek yüksekliği yaklaşık 120 metre olan tepeler ve sırtlar çöküntünün orta kesiminde yer almaktadır. Topoğrafik olarak yüksek olan bu bölgenin altında geç Pliyosen çökelleri yer alır ve bu birimin tabakaları güneye doğru yaklaşık 20 derece eğimli asimetrik sırtları oluşturur. Küçük dereler, Datça Grabeni'nin kuzeyinde KD-GB

istikametinde Çatakcı Dağı'nı keserek akmaktadır. Böylece Körmen Körfezine yakın drenaj pateni çöküntü alanında bir asimetri oluşturmaktadır. Bu bölümün kuzeybatı kesimindeki vadiler ve sırtlar daha kısa ve eğimleri oldukça diktir. Ancak Datça körfezi yönünde uzanan vadi ve sırtlar daha az dik ve daha uzundur. Geç Pliyosen çökellerini kesen 100-120 metre yüksekliğindeki aşınım yüzeyi Datça Grabeni'nin en önemli jeomorfolojik özelliklerinden biridir. (Ersoy, 1990)



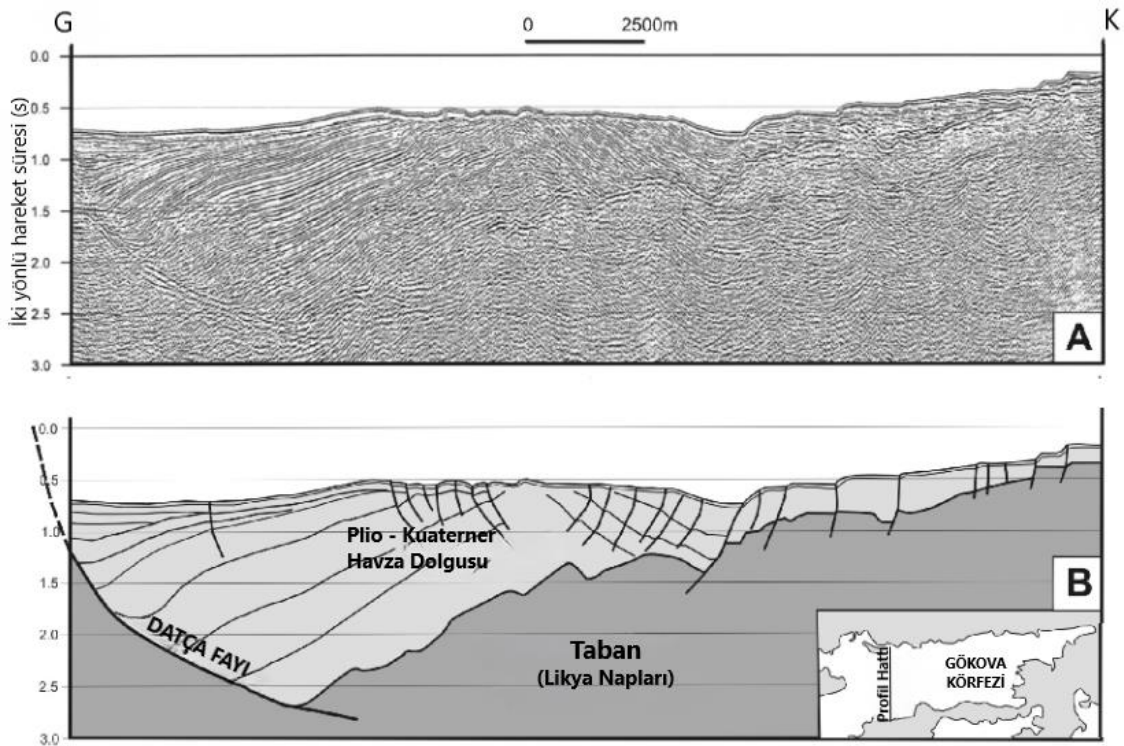
Şekil 3.17. Güney Batı Anadolu'nun ana neotektonik yapılarını gösteren (a) basitleştirilmiş harita ve (b) blok diyagram (Ersoy, 1990 den değiştirilerek alınmıştır)

Datça Grabeni'nin güneybatı kenarı, 1100 m yüksekliğe ulaşan birkaç tepeden oluşan bir dağ cephesi ile sınırlanmıştır. KB doğrultulu lineerden kademeli normal faylara bu sınırı karakterize eder. Bu kenar boyunca Yıldırımli formasyonu, Karaköy

formasyonu ve temel kayaçları (Mesozoik karbonatlar ve bloklu fliş) yan yana gelir. Grabenin kuzeydoğu kenarı topografik olarak daha az diktir. Bu kenar boyunca Yıldırımli formasyonu, Kızılağaç formasyonu, Mesozoik yaşlı karbonatlar, bloklu fliş ve ofiyolitik kayaçlarla yan yana gelir. Alt Pliyosen yaşlı Kızılağaç formasyonu, grabenin kuzey kenarının kuzeyinde dah yaşlı kayalar üzerine uyumsuzlukla gelir. Yıldırım formasyonunun litolojik özellikleri ve fosil içeriği, Datça Grabeni'nde sığ denizel ile bağlantılı lagün-akarsu ortamının geç Pliyosen'e (geç Piacenzian) kadar geliştiğini göstermektedir. Datça kuzeyinde KKD doğrultulu normal fayların varlığı, 110 derece gidişli hat boyunca lineer traverten oluşumu yani Kızılan'ın doğusunda ve Yıldırımli formasyonunu kesen çok genç bir fay ile Körmen güneyindeki toprak, Datça Grabeni'nde Kuvaterner faaliyetlerinin önemli kanıtlarıdır. (Ersoy, 1990)

### **3.1.6. Gökova grabeni**

Gökova Grabeni, kuzeyde Bodrum yarımadası ile güneyde Datça yarımadası arasında yer alan, 150 km uzunluğunda, batıya doğru 5 km'den 30 km'ye kadar genişleyen, ağırlıklı olarak DB yönlü bir çöküntüdür (Şekil 3.18). Gökova Körfezi'ni oluşturur. Kuzey kenarı, dik bir şekilde 1000 m'den fazla yükselen doğrusal bir dağ cephesi ile sınırlanmıştır. DB gidişli normal faylar, grabenin kuzey kenarını karakterize eder. Grabenin güney kenarı topografik olarak daha az diktir, ancak aynı zamanda Kurt ve diğerleri tarafından Datça fayı olarak adlandırılan denizaltı listrik normal fay tarafından kontrol edilir. DB gidişli Datça fayı, Datça Grabeni'nin KB gidişli sınır faylarını ve geç Pliyosen dolgusunu keser. Bu nedenle Gökova Grabeninin sınır faylarının ve havza dolgusunun yaşı Pliyosen sonrası olmalıdır.



**Şekil 3.18.** (a) Gökova Körfezi'nin girişinden K-G doğrultusunda alınan çok kanallı sismik refleksiyon. (b) Üstteki sismik refleksiyonun yorumu (Kurt ve ark. 1999 dan değiştirilerek alınmıştır).

### 3.1.7. Normal faylar

Datça Yarımadası'nın neotektoniği ve morfolojisi hem KD, KB, hem de DB gidişli normal faylar tarafından kontrol edilmektedir.

#### 3.1.7.1. KD gidişli faylar

Bu grubun en önemli fayları Damlaca ve Mesudiye faylarıdır. Damlaca fault (DAF), Datça Yarımadası'nın batısında yer almaktadır. Fayın doğu tabanında karbonatlar çok dik fay sarplıkları oluşturmuştur. Yazıköy piroklastikleri ve alüvyal yelpaze/talus çökelleri ise çöken blok üzerinde korunmuştur. Mesudiye fayı (MF), güneyde Mesudiye ile kuzeyde Körmen güneyi arasında uzanan, GD eğimli normal bir faydır. Trias-Jura yaşlı karbonatlar ve Kretase yaşlı yabancı fliş fay boyunca bitişiktir. Karbonatlar, fayın tabanında çok sarp sarplıklar ve yaylalar oluşturur. Bozdağ'ın doğusunda bir graben oluşmuştur. Kolüvyon ve akarsu teras çökelleri bu çöküntüde oluşmuştur.



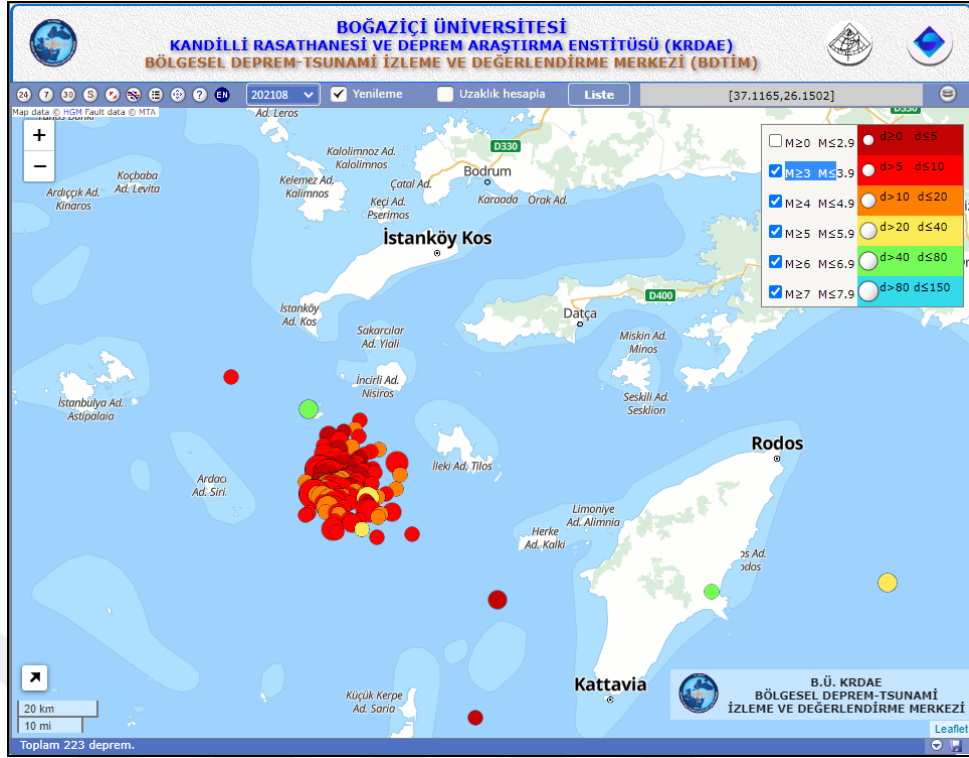
### 3.1.7.2. DB gidişli faylar

Knidos fayı, Yakaköy fayı ve Gökova Grabeni'nin denizaltı sınır fayları bölgenin en önemli DB gidişli faylarıdır.

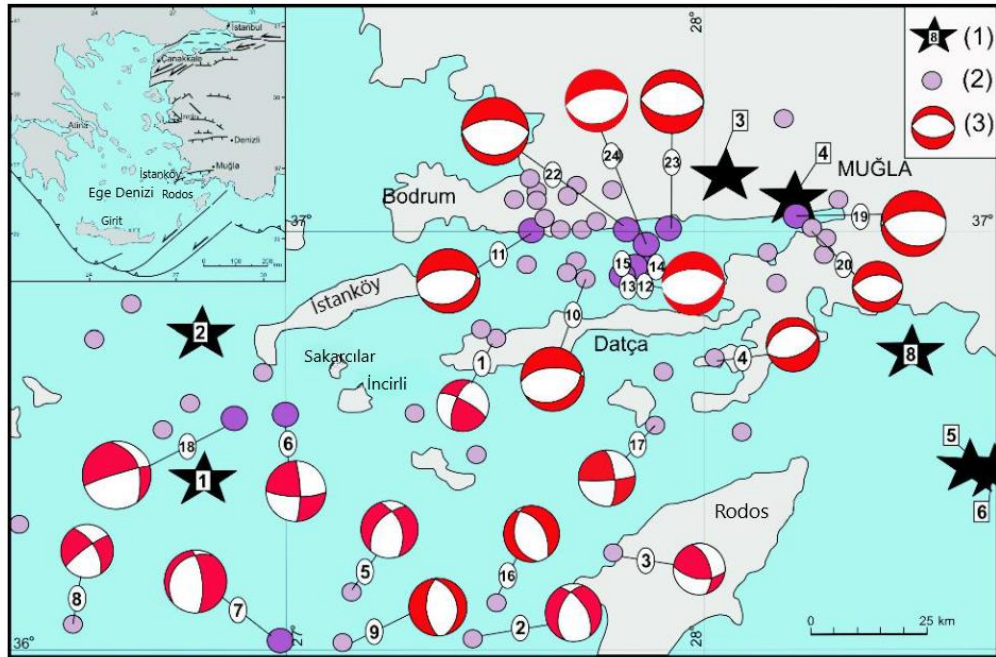
### 3.1.8. Bölgenin deprem sistemi

Datça Yarımadası ve çevresi, dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden birinde yer almaktadır (Dirik ve ark. 2003). Ayrıca çalışma bölgesi bir hafta gibi bir süre içerisinde 200'ün üzerinde deprem üreterek "deprem fırtınası" adı verilen dünyanın nadir yerlerinden biridir (Şekil 3.19). Bu bölgeyi birkaç yıkıcı deprem vurmuştur (Şekil 3.20). Bölgede üç ana deprem kaynağı vardır: (1) kuzeye doğru hareket eden Afrika Levhası, güneybatı hareket eden Ege bloğunun altına dalar ve buna bağlı çapraz faylar, (2) Ege volkanik yayı boyunca yoğun volkanik aktivite: yarımada batısı Nisyros ve Yalı'nın aktif volkanik merkezleri (Şekil 3.20). Son zamanlarda (MS 1887, 1873 ve muhtemelen 1422 civarında) Nisiros'ta büyük patlama faaliyeti meydana geldi ve bu şiddetli volkanik olaylar, yoğun sismik faaliyetle ilişkilendirilmiş olabilir (Stiros 2000 ve buradaki referanslar). (3) Bölgedeki depremler için bir diğer önemli kaynak Gökova Grabeni'nin aktif denizaltı faylarıdır. 4/08/2004 depremleri (Şekil 3.20), Gökova Grabeni'nin kuzey sınırı ve denizaltı faylarının sismik aktivitesinin önemli kanıtlarıdır.

Bu olası deprem kaynaklarının yanı sıra antik Knidos kentinin üzerinde yer aldığı Knidos Fayı da önemli bir deprem kaynağıdır. Şekil 14 dikkatli incelendiğinde, depremler fay düzlemi çözümlerine göre ikiye ayrılabilir: (1) Orta ve derin merkez üsleri (45-165 km) ile yaklaşık KD gidişli eğik atımlı faylar, güneybatı kesiminde yoğunlaşmıştır. (2) Gökova Grabeni'nde yoğunlaşan sığ derinliğe (< 15 km) sahip DB gidişli normal faylar. Bu gözlem şu şekilde açıklanabilir: (1) yarımada güney ve güneybatısında, kuzeye doğru hareket eden Afrika Plakası, güneybatıya doğru hareket eden Ege bloğunun altına dalar. Bu hareket yarımada altında Pliny-Strabo dönüşümüne paralel transcurrent sistemler boyunca büyük depremler oluşturur. (2) Dalan levha boyunca geri alma işlemi, yüzeye yakın bir yerde genişleme meydana getirerek, DB gidişli Gökova Grabeni İçinde ve çevresinde sığ derinlikte depremlere neden olur.



Şekil 3.19. Datça açıklarındaki 2021 Ağustos ayında gerçekleşen deprem fırtınası örneği ( $M \geq 3$ ; Kaynak: Kandilli Rasathanesi).



Şekil 3.20. Aletsel dönemdeki yıkıcı depremlerin merkez üstleri (1) ve 2000-2006 yılları arasında meydana gelen yıkıcı depremlerin merkez üstleri (2) ile fay düzlemi çözümleri (3) (Dirik 2007 den değiştirilerek alınmıştır).

Datça Yarımadası ve çevresinde yapılan araştırmalara dayanarak bölge hakkında varılan sonuçlar: KB-GD, KD-GB ve D-B gidişli faylar bölgenin hem morfolojisini hem de neotektoniğini kontrol etmektedir. Datça Grabeni erken Pliyosen’ de Datça

Yarımadası'nın orta kısmındaki Likya Napları üzerinde KB uzanımlı güney marjinal fayın kontrolü altında yarım bir graben olarak gelişmeye başlamıştır. Evrimini geç Pliyosen' e (geç Piacenzian) kadar sığ bir denizle bağlantılı bir graben ve lagün-akarsu ortamı olarak geliştirmiştir. D-B uzanımlı Gökova ve Hisarönü Grabenleri, K-G yönlü genişlemenin kontrolünde gelişmeye başlamış, Datça Grabeni'nin gelişimini erken Kuvaterner' de sonlandırmıştır.

2000-2006 yılları arasında meydana gelen depremlerin fay düzlemi çözümleri ve odak derinliklerine dayanarak, sığ derinlikli depremlerin Gökova Körfezi'ndeki DB gidişli normal faylarla ilişkili olduğu sonucuna varabiliriz. Bununla birlikte, orta ila derin depremler, Datça yarımadasının güney ve güneybatısındaki yanal atımlı fay düzlemleriyle ilişkilendirilir. Dolayısıyla, bölgedeki depremler için iki kaynak önerilebilir: (1) güneybatıya doğru hareket eden Ege bloğunun altına dalan kuzeye doğru hareket eden Afrika Levhası, Pliny-Strabo dönüşümüne paralel çapraz akım sistemleri boyunca yarımadanın altında büyük ve derin depremler üretir. (2) Dalan levha boyunca geri alma işlemi, yüzeye yakın bir yerde genişleme oluşturarak, DB doğrultulu Gökova Grabeni içinde ve çevresinde sığ depremlere neden olur. Gökova Grabenindeki sığ derinlikli depremlerin yoğunluğu, grabenin sınır ve denizaltı faylarının aktivitesi için önemli bir kanıttır.

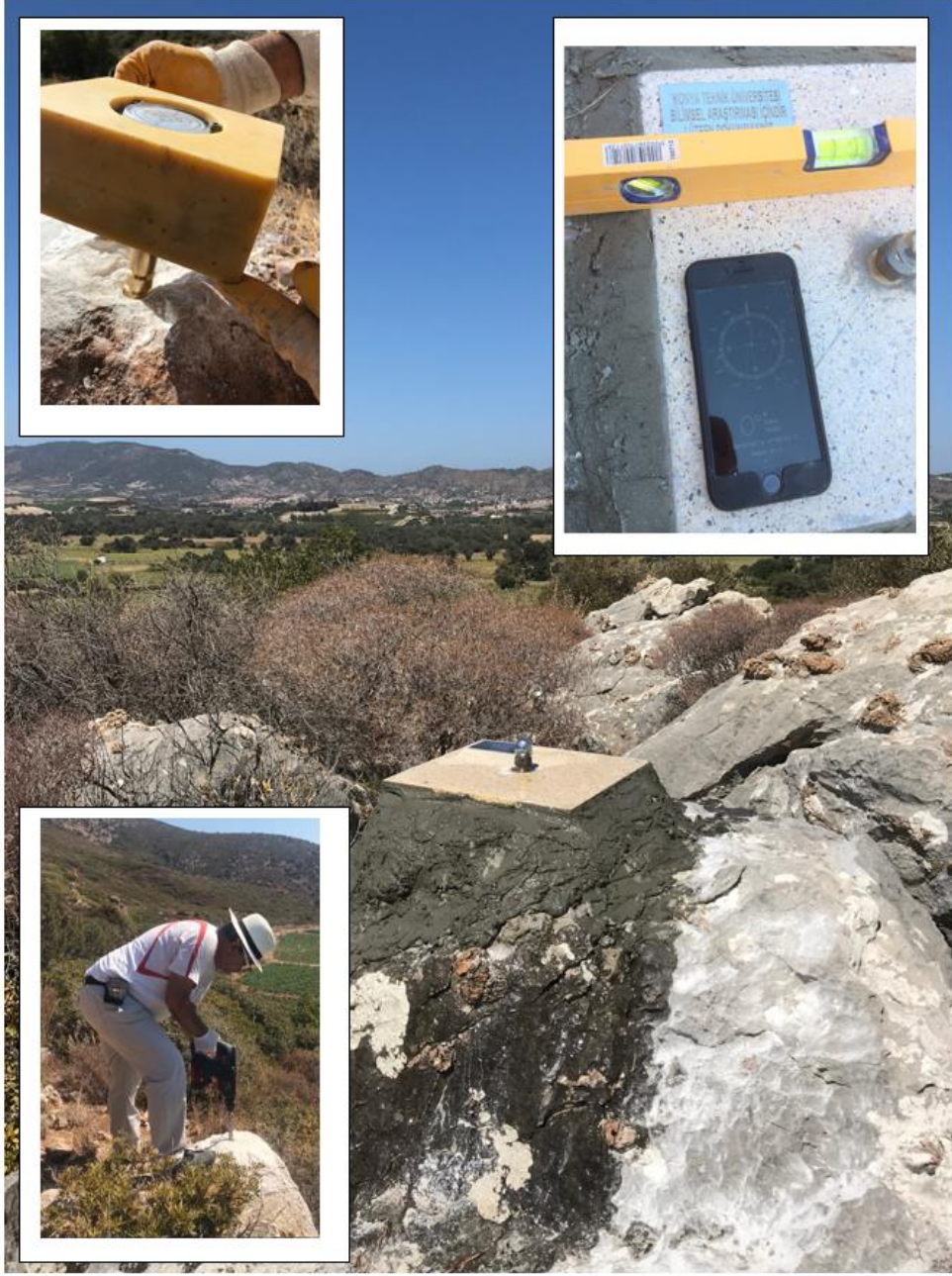
### **3.2. Datça Grabeni ve çevresinde lokal GNSS Ağının Tesis edilmesi**

Datça Grabeni ve çevresindeki hız alanının tespit edilebilmesi amacıyla 17 noktadan oluşan bir Mikro-Jeodezik GNSS ağının oluşturulmuştur. Bu kapsamda yaklaşık yerleri tespit edilen 17 istasyon konumu, 29 Ağustos 2018 tarihinde yerinde gözlemlenerek kesinleştirilmiş ve akabinde 02 Eylül 2018 tarihinden itibaren tesis çalışmalarına geçilmiştir. Bunun için arazinin, büyük çoğunlukla kayalık yapısından yararlanma yolu düşünülmüştür. Bu amaçla stabil kayalar üzerine cihaz kurulabilecek bir düzenek yapılması kararlaştırılmıştır. 3 cm çapında yaklaşık 15 cm derinliğinde, matkap ile kayaya delik açılıp önceden tribrah yivlerine uygun hazırlanan pirinç burç, epoksi yardımıyla sabitlenip, üzerine 30x30 cm karo mozaik taşı kullanılarak ve beton ile zemine sabitlenerek Kayada Burç yapısı oluşturulmuştur. 14 adet istasyonun inşası bu şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.21-3.22). Arazide bulunan bir adet kadastro pilyesi ve kaya bulunamayan bölgede iki adet beton yer noktasına özelliğini koruyacak şekilde tesis yapılarak toplam 17 istasyon sayısına ulaşılmıştır (Çizelge 3.2).

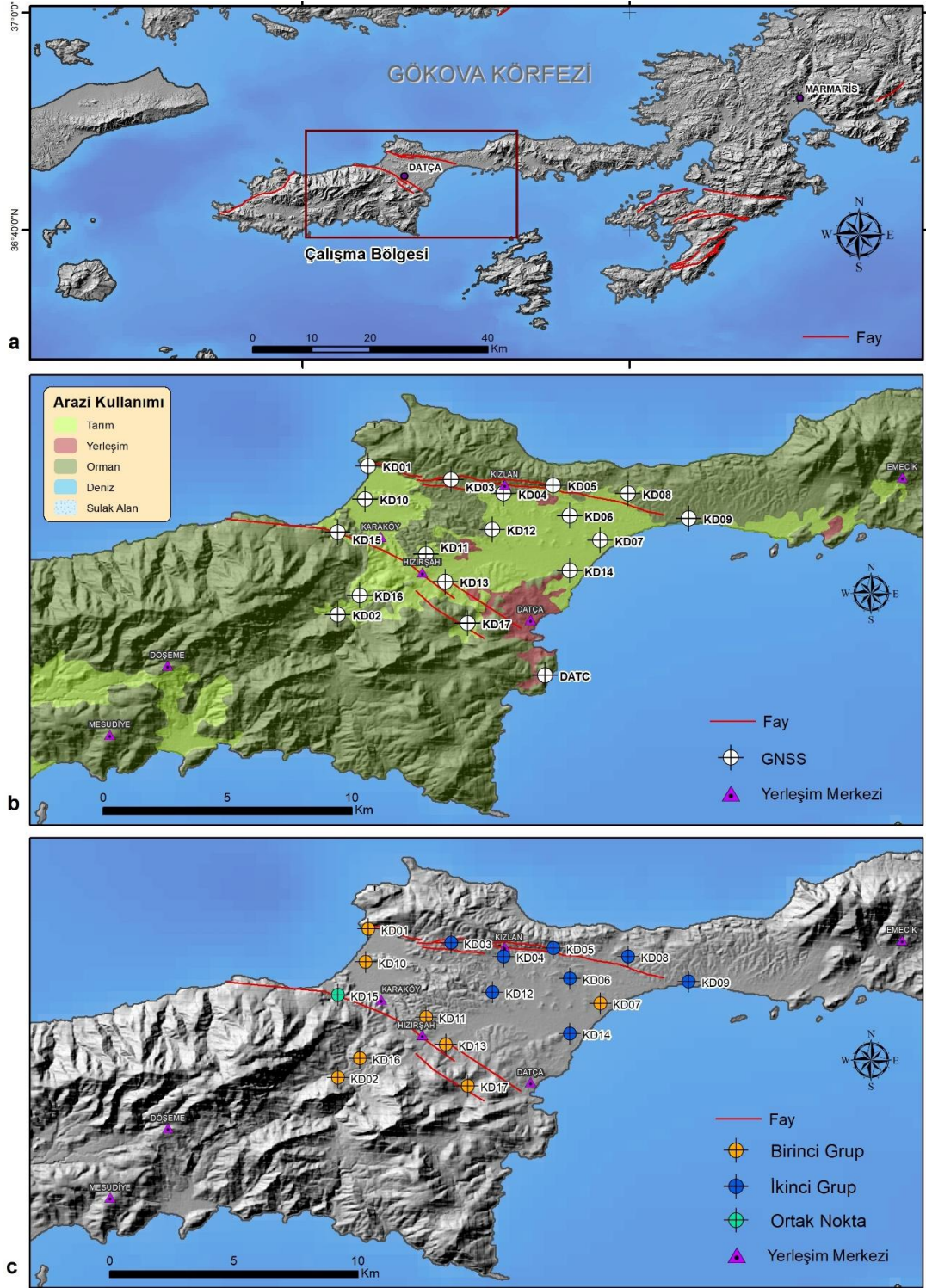
Çalışma kapsamında toplamda 5 periyot GNSS ölçümü yapılmıştır. İstasyon noktalarının istikşafı ve akabinden tesisi ile ilk 2 periyot şahsi kaynaklar ile tamamlanmıştır. Daha sonrasında, Dokuz Eylül Üniversitesi (DEU) BAP birimine verilen projenin desteklenmesinde dolayı 3/4/5 nolu periyotların saha çalışmaları “2020.KB.FEN.021” numaralı proje kapsamında desteklenerek gerçekleştirilmiştir. Datça grabeni ve horst yapı ile birleşim kısımlarında yer alan Kızlan fayı ve Karaköy fayını da kapsayacak şekilde 17 istasyonda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Konya Teknik ve Dokuz Eylül Üniversitelerinin baş harfi ile KD01~KD17 şeklinde 4 karakter isimlendirmesi yapılmıştır. İstasyonlarda periyotlar 3'er günlük kampanyalarla her gün 8 saati geçecek şekilde ölçü süreleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm planlaması olarak arazideki 16 istasyon iki gruba ayrılmış olup, KD15 istasyonu periyot süresince bütün istasyonların ölçüm sürelerini kapsayacak şekilde minimum 6 gün boyunca çalıştırılmıştır (Şekil 3.23). Periyotlar Ekim ayı GNSS günü olarak (DOY: Day of year) 289. günden, diğeri de Mayıs 146. günden başlanmıştır. Bütün periyotlar bu iki alternatifte uymaktadır.



**Şekil 3.21.** a; Kayada Burç şeklinde tesisi yapılan KD02 noktası, b; Kayada Burç şeklinde tesisi yapılan KD03 noktası, c; KD10 olarak isimlendirilen mevcut pilye yapısı.



Şekil 3.22. Kayada Burç inşası ve tesisi tamamlanmış KD14 istasyonu.



**Şekil 3.23.** a) Çalışma bölgesinin ve fay hatlarının genel gösterimi. b) GNSS noktaları, fay hatlarının bölgenin arazi kullanımı üzerinde gösterimi. c) Ölçü planlamasında ilk 3 gün ölçüm yapılan “Birinci Grup istasyonlar” - Sarı Renkli: KD01, KD02, KD07, KD10, KD11, KD13, KD16, KD17; İkinci 3 gün ölçüm yapılan “İkinci Grup istasyonlar” - Mavi Renkli: KD03, KD04, KD05, KD06, KD08, KD09, KD12, KD14; Ölçü planlamasına göre 6 gün boyunca çalışan istasyon “Ortak Nokta” – Yeşil Renkli: KD15.

Çizelge 3.2. Ölçüm noktaları hakkında bilgi ve ölçülerde kullanılan GNSS ekipmanları.

	N.N.	ALICI TİPİ	ANTEN TİPİ	ENLEM	BOYLAM	TESİS TÜRÜ
BİRİNCİ GRUP	KD01	TPS HIPER_PRO JAVAD	TPSHIPER_LITE	36,785	27,628	KAYADA BURÇ
	KD02	TRIUMPH1 JAVAD	JAV_TRIUMPH-1	36,731	27,617	KAYADA BURÇ
	KD07	TRIUMPH1 JAVAD	JAV_TRIUMPH-1	36,758	27,712	KAYADA BURÇ
	KD10	TRIUMPH1	JAV_TRIUMPH-1	36,773	27,627	PİLYE
	KD11	TRIMBLE 5700	TRM39105.00	36,753	27,649	KAYADA BURÇ
	KD13	TPS HIPER_LITE	TPSHIPER_LITE	36,743	27,656	KAYADA BURÇ
	KD15	SOK GCX2	SOKGCX2	36,761	27,617	KAYADA BURÇ
	KD16	TPS HIPER_PRO JAVAD	TPSHIPER_LITE	36,738	27,625	KAYADA BURÇ
	KD17	TRIUMPH1	JAV_TRIUMPH-1	36,728	27,664	KAYADA BURÇ
İKİNCİ GRUP	KD03	TRIMBLE 5700	TRM39105.00	36,780	27,658	KAYADA BURÇ
	KD04	TPS HIPER_LITE	TPSHIPER_LITE	36,775	27,677	KAYADA BURÇ
	KD05	TPS HIPER_PRO JAVAD	TPSHIPER_LITE	36,778	27,695	KAYADA BURÇ
	KD06	TRIUMPH1 JAVAD	JAV_TRIUMPH-1	36,767	27,701	POLİGONDA BURÇ
	KD08	TRIUMPH1	JAV_TRIUMPH-1	36,775	27,722	KAYADA BURÇ POLİGONDA
	KD09	TPS HIPER_PRO JAVAD	TPSHIPER_LITE	36,766	27,744	BURÇ
	KD12	TRIUMPH1 JAVAD	JAV_TRIUMPH-1	36,762	27,673	KAYADA BURÇ
	KD14	TRIUMPH1	JAV_TRIUMPH-1	36,747	27,701	KAYADA BURÇ
	KD15	SOK GCX2	SOKGCX2	36,761	27,617	KAYADA BURÇ

### 3.2.1. Arazi ölçülerinin değerlendirilmesi

GNSS ölçülerini değerlendiren, başta GNSS alıcısı üreten firmalara ait olmak üzere ticari yazılımlar ile üniversitelerin çalışma ekiplerinin oluşturduğu araştırma amaçlı akademik bilimsel yazılımlar mevcuttur. Leica firmasına ait Leica Geo-office, Trimble firmasına ait Trimble Business Center, Topcon firmasına ait Magnet Tools yazılımlar bu tür ticari yazılımlara örnek olarak verilebilir. Bu yazılımlarla her türlü jeodezik GNSS ölçülerini değerlendirilebilmekte fakat yüksek hassasiyet isteyen deformasyon amaçlı GNSS ölçümlerinin değerlendirilmesinde, üniversiteler ya da teknoloji enstitülerince geliştirilmiş bilimsel yazılımlar kullanılabilir. Çünkü ticari yazılımlar sabit parametre ayarlarıyla kullanıcıya daha az zamanda hızlı çözümleri sunar ve kullanım kolaylığı sağlar. Fakat aynı zamanda yazılımın çalışma prensibi ve algoritması belli değildir. Çok uzun bazların hesabında ciddi hatalı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle bilimsel çalışmalarda ticari yazılımlar yerine akademik

bilimsel yazılımlar önerilmektedir. Bu tür yazılımlara örnek olarak, BERNESE, GAMIT/GLOBK, GIPSY/OASIS gibi yazılımlar verilebilir. Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen GAMIT (GPS Analysis MIT)/GLOBK yazılımı hesaplamalarda kullanılmıştır (Kahveci ve Yıldız, 2009).

### 3.2.1.1. GAMIT/GLOBK

MIT’de Earth Atmospheric and Planetary Sciences-(EAPS) bölümünde görevli Prof.Dr. T.A. Herring, Dr. R.W. King, ve Dr. S.C. McClusky tarafından yazılmıştır. Sürekli geliştirilmekte olan GAMIT/GLOBK kapsamlı GPS analiz yazılım paketidir. Bu yazılım paketi iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlardan ilki GAMIT ikincisi ise GLOBK yazılımıdır. GNSS verilerinin işlenmesinde önce GAMIT yazılımı kullanılır. Bu yazılım en yaygın olanı LINUX işletim sisteminde çalışmaktadır GAMIT değişik alıcılardan toplanmış ölçmeler üzerinde günlük bazda koordinat kestirimi yapmak (rölatif konumlama yöntemine göre), faz ve pseudorange ölçmelerini modellemek gibi özelliklere sahiptir. GAMIT’in birinci çıktısı, istasyon konumlarını, hızlarını, uydu yörüngesi ve dünya dönme parametrelerini tahmin etmek ve veri kombinasyonlarını bulmak için GLOBK’ye aktarılabilen parametre tahminleri ve kovaryansların serbest bir şekilde kısıtlanmış olduğu bir çözüm dosyasıdır.

GAMIT yazılımı, pseudorange kod verileri ve gözlenen fazları kullanarak istasyonlara ait üç boyutlu konum bilgileri ile atmosferik gecikmelerin, uydu yörüngelerinin ve dünya dönüklük parametrelerinin hesaplanması amacıyla tasarlanmıştır (Herring vd., 2015a; Alkan, 2018). Hesaplanması gereken bu bilinmeyenlerin belirlenebilmesi için GAMIT taşıyıcı fazdaki tamsayı belirsizliğini, atmosferik etkileri ve uydu-alıcı kaynaklı saat hatalarını göz önüne almaktadır. Optimal faz belirsizliklerinin belirlenmesi için, tek bir oturumun dikkate alındığı ve bağımsız faz ölçmelerine ait ikili farklarının kullanıldığı birden fazla dengeleme işlemi yapılmaktadır (Kara, 2018).

GLOBK, kalman filtreleme yöntemini kullanarak parametre kestirimi yapan dünyada birçok enstitü ve üniversite tarafından kullanılan bir programdır. Bu yazılımın temel amacı yersel gözlemlerle veya uzaysal jeodezi ile elde edilen birincil verilerin işlenmesiyle ortaya çıkan verileri birleştirmektir. GLOBK veri olarak istasyon nokta koordinatlarının tahmini ve ortak kovaryans matrislerini, yörünge parametrelerini, dünya dönüş parametrelerini ve birincil gözlemlerin analizlerinden üretilmiş olan



konum bilgilerini kullanmaktadır. Birleştirme yapılırken uygulanacak sıkıştırılmaların tutarlı olabilmesi için serbest çözümlerin sonuçları öncül sonuçlar olarak elde edilmelidir (Herring, T. A., 1998). GLOBK, GAMIT ile birlikte bir ara yüz olarak tasarlanmış olsa da bu programlarda kendine özgünlük söz konusudur. GLOBK hem diğer GPS yazılımları ile üretilmiş olan çözümleri hem de yersel ve SLR (Uydu Lazer Uzunluk Ölçme) gözlemlerini başarılı biçimde birleştirebilmektedir.

GLOBK, kalman filtreleme yöntemini kullanarak parametre kestirimi yapan dünyada birçok enstitü ve üniversite tarafından kullanılan bir programdır. Bu yazılımın temel amacı yersel gözlemlerle veya uzaysal jeodezi ile elde edilen birincil verilerin işlenmesiyle ortaya çıkan verileri birleştirmektir. GLOBK veri olarak istasyon nokta koordinatlarının tahmini ve ortak kovaryans matrislerini, yörünge parametrelerini, dünya dönüş parametrelerini ve birincil gözlemlerin analizlerinden üretilmiş olan konum bilgilerini kullanmaktadır. Birleştirme yapılırken uygulanacak sıkıştırılmaların tutarlı olabilmesi için serbest çözümlerin sonuçları öncül sonuçlar olarak elde edilmelidir (Herring, T. A., 1998). GLOBK, GAMIT ile birlikte bir ara yüz olarak tasarlanmış olsa da bu programlarda kendine özgünlük söz konusudur. GLOBK hem diğer GPS yazılımları ile üretilmiş olan çözümleri hem de yersel ve SLR (Uydu Lazer Uzunluk Ölçme) gözlemlerini başarılı biçimde birleştirebilmektedir.

GLOBK yazılımında, temel olarak uydu-jeodezisi yardımı ile elde edilmiş ölçmelerin değerlendirilmesinden elde edilen çözümler bir araya getirilerek Kalman Filtresi uygulanması işlemi gerçekleştirilir. Kalman Filtrelemesi, parametrelerin ardışık olarak kestirimini sağlayan bir yöntem sağlamaktadır. Genel olarak iki tip Kalman Filtresi dengelemesi gerçekleştirilir; bunlar, ölçmelerin ağırlıklı ortalamalarının ve hız gibi diğer model parametrelerinin ardışık kestirimlerini veren ileri çözüm ve ileri çözüme göre ölçme düzeltmelerinin saptanmasını sağlayan bir geri çözümdür. Bu olanakların kullanılabilmesi için, küçük değerlerle ağırlıklandırılmış apriori kısıtlamalar GAMIT'te tüm nokta koordinatlarına ve uydu durum vektörüne uygulanır. GAMIT'in nokta ve uydu vektör sonuçları, büyük varyanslı ve korelasyonlu bir kovaryans matrisine sahiptir, ancak yüksek oranlarda kısıtlanmış çözümlerin normal geometrik ilişkilerinin sürmesine de olanak sağlar. Bu teknik koordinatların eş zamanlı saptanması için birden fazla oturumdan gelen dengelemeleri birleştirmek yeteneğine sahiptir.

### 3.2.1.2. GPS veri işlemlerine genel bakış

*Serbest kısıtlı çözümler (yarı gözlemler) hesaplama →GAMIT*

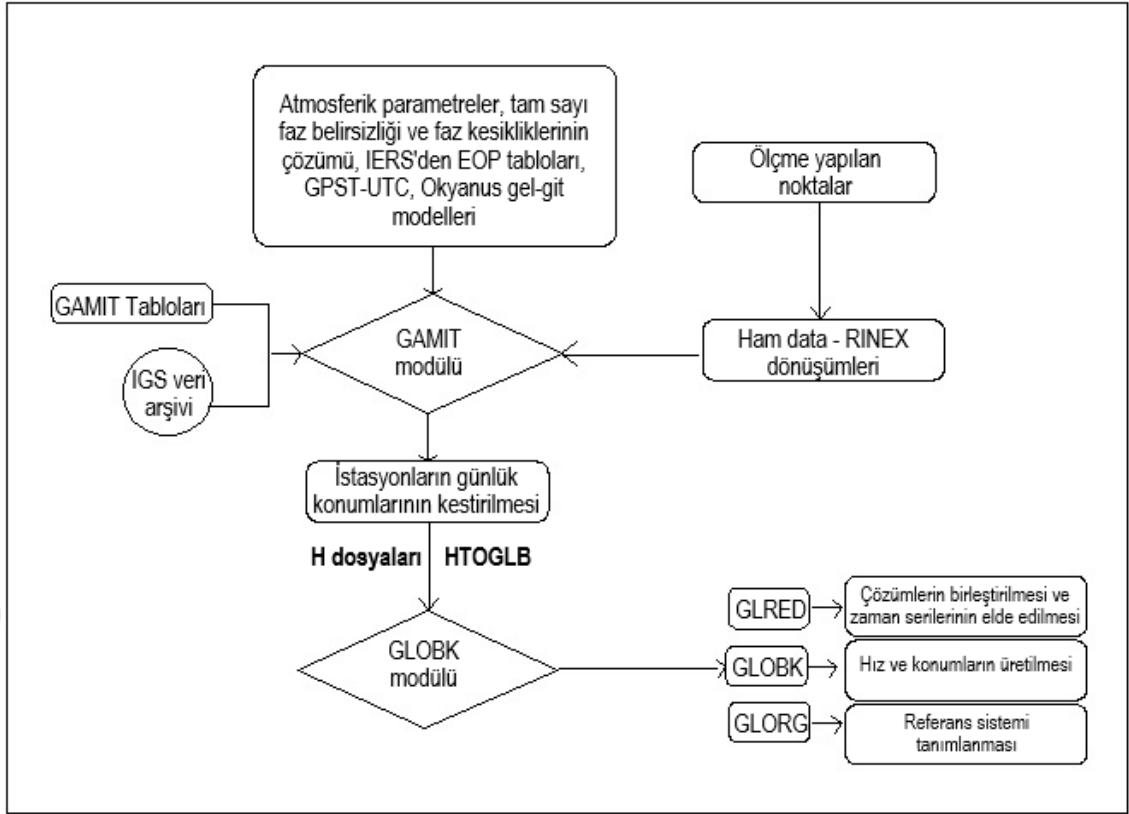
GAMIT yazılımında ilk olarak, serbest günlük çözümlerde her bir günlük veri için GPS istasyonu koordinatlarını tahmin edilmektedir. (h-dosyaları). Bu, ne izleme istasyonlarının ne de GPS uydularının yörüngelerinin sıkı bir biçimde kısıtladığımız anlamına gelir. Çözümlerde ki, GPS uydularının yörüngeleri ve istasyon koordinatları iyi belirlenmiş bir referans sisteminde değildir.

*Küresel ve yerel yarı gözlemlerin birleştirilmesi →GLOBK*

Bu çözümlerden elde edilen koordinatları kullanmak için, serbest şekilde kısıtlanmış tüm çözümü tutarlı bir referans sistemine dönüştürülmesi gerekir. Böylece istasyonların koordinatlarının zaman serilerinin deformasyon oranını elde edilir. Referans sistemi, jeodezik koordinatların kökenini, ölçeğini ve yönelimini tanımlamak için kullanılır. Bir referans sistemi bir dizi istasyonun koordinatı ve kovaryansı vasıtasıyla oluşturulur. GAMIT işlemi sonucu elde edilen çözümler SOPAC' ın IGS global h-dosyaları ile birleştirilerek, benimsenen jeodezik referans sistemine (genellikle güncel olan ITRF' e) referans istasyonu hakkında bilgiler eklenir.

*Deformasyon hızları için referans sisteminin tanımlanması →GLORG*

Son olarak referans sistemi kısıtlamalarını uygulanarak ve alan hızlarını tahmin edilmektedir. Yazılımın akış şeması Şekil 3.24'de verilmektedir.



Şekil 3.24. GAMIT/GLOBK temel akış şeması (Brahim vd., 2018 ve Munghemezulu vd., 2014'den değiştirilerek alınmıştır).

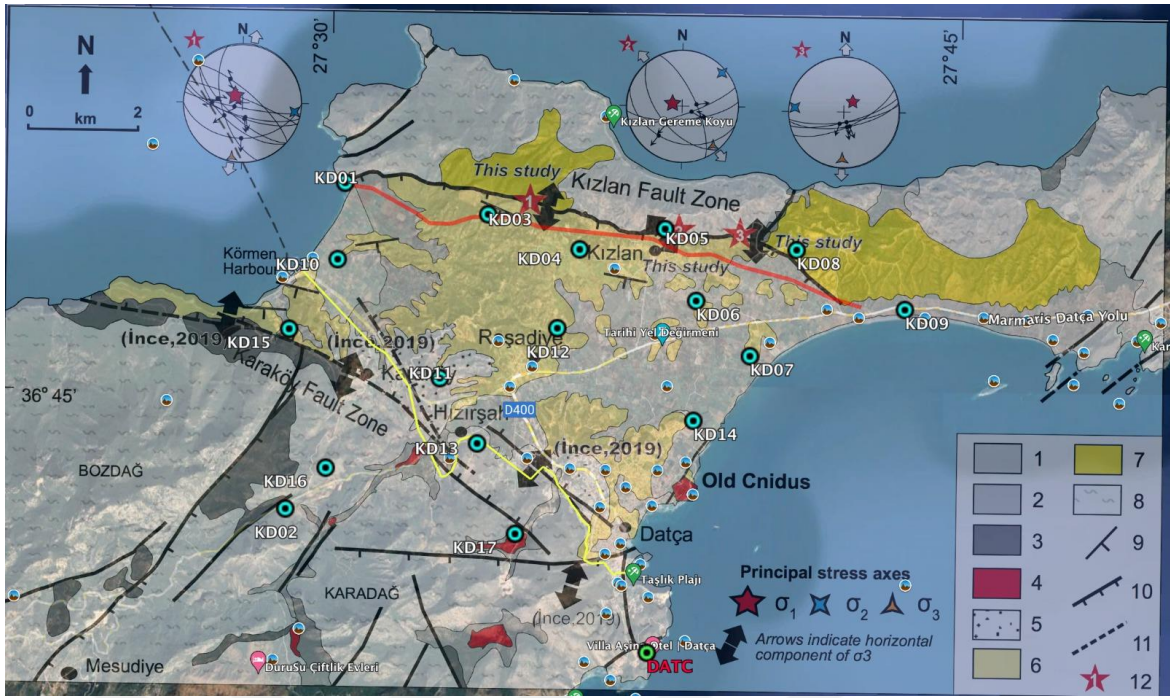
## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. GNSS Verilerinin İşlenmesi ve Hız Hesaplamaları

Bu tez çalışması kapsamında 2018 ve 2021 yılları arasında ölçülen 5 periyot GNSS verileri Gamit/Globk yazılımı (Herring ve diğ. 2015) kullanılarak ITRF2014 datumunda Avrasya plakası sabit alınarak değerlendirilmiştir. GNSS verilerinin değerlendirilmesi sırasında, ANKR, ARTU, ARUC, DRAG, DYNG, GLSV, GRAS, IZMI, KITG, MIKL, NICO, RAMO, TUBI, ZECK isimli Uluslararası GNSS Servisi (IGS) istasyonları kullanılmıştır. Ayrıca TUSAGA-Aktif istasyonlarından AYD1, DATC, DIDI, DINA, DNZ1, FETH ve MUG1 istasyonları çözüme dahil edilmiş ve Çizelge 4.1’de verilen değerlendirme stratejileri kullanılarak GNSS verileri hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.1.** GNSS verilerinin işlenmesi sırasında kullanılan değerlendirme stratejileri

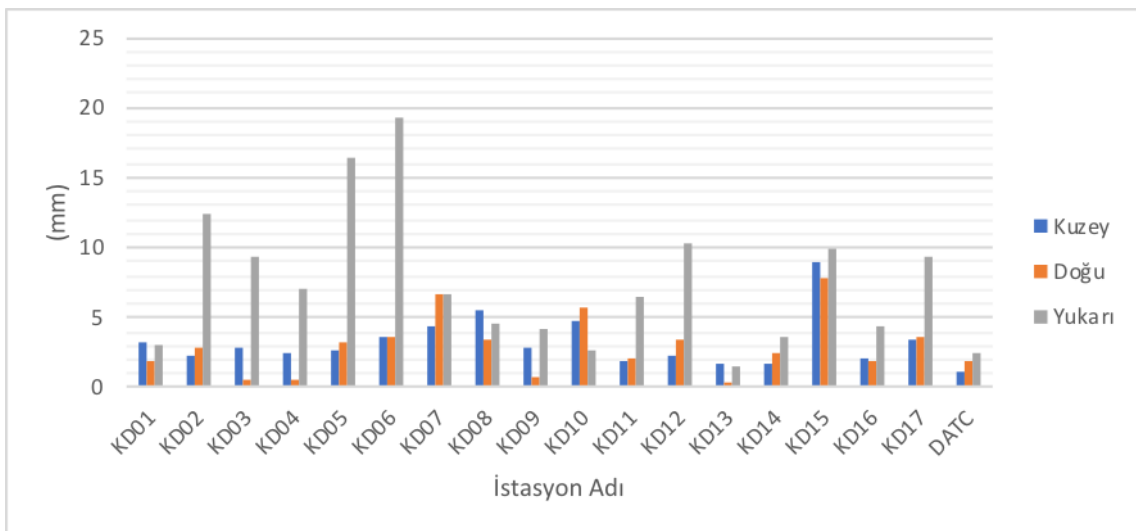
Değerlendirme Parametresi	Değerlendirme Stratejisi
Veri Sıklığı	30 saniye
Uydu Yükseklik Açısı	Veri toplamada: 0 derece, GNSS ölçülerinin değerlendirilmesinde 5 derece
Ölçü Tekrarı	En az 3 ardışık gün
Yörünge Bilgisi	IGS sonuç yörünge ve ERP
Anten Faz Merkezi Bilgisi	Yükseklik açısına bağlı ağırlıklandırılmalı faz merkezi modeli (PCV-antmod.dat)
Troposfer Parametresi	VMF (Vienna Mapping Function) modeli . Zenit gecikme parametreleri her saat için hesaplanmıştır.
Sabit Noktalar	IGS istasyonları; ANKR, ARTU, ARUC, DRAG, DYNG, GLSV, GRAS, IZMI, KITG, MIKL, NICO, RAMO, TUBI, ZECK TUSAGA-Aktif İstasyonları; AYD1, DATC, DIDI, DINA, DNZ1, FETH, MUG1
Taşıyıcı Dalga Faz Belirsizliği Çözüm Yöntemi	WL(Wide Lane) ve NL (Narrow Lane) yöntemleri kullanılmıştır.
Korelasyon	Gözlemler ve bilinmeyenler arasındaki tüm korelasyonlar dikkate alınmıştır (tam korelasyon).
Sonuç koordinat hesabı	Hesaplamalarda sabit alınacak IGS nokta koordinatlarına 1 mm kısıtlama uygulanarak, farklı günlere ait birleştirme işlemi GLOBK ile yapılmıştır.
GNSS gözlemlerinin nihai dengelemesi	Nihai hesaplamalar ITRF (International Terrestrial Reference Frame) datumunda ve ikili faz farkı (double difference) ölçümlerinden yararlanılarak yapılmıştır.



**Şekil 4.1.** Çalışma alanına ait Jeoloji Haritası (Özsayın ve ark., 2021 den değiştirilerek alınmıştır) üzerinde GNSS noktalarının görünümü

Çalışma bölgesine ait 5 periyot GNSS ölçümlerinin sonucunda bulunana wrms değerlerine ait grafik, Çizelge 4.2 de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Beş periyot GNSS ölçümlerinin GLOBK değerlendirmesi sonucundaki wrms değerleri



Çalışma bölgesinde bulunan 17 noktada yapılan 5 periyot GNSS ve 6 adet TUSAGA-Aktif noktasına ait gözlemler ITRF14'e göre ve Avrasya Plakası sabit

alınarak analiz edilmiştir. GAMIT/GLOBK yazılımı kullanılarak hesaplanmış olan hız değerleri ve şekilleri bu bölüm altında verilmiştir.

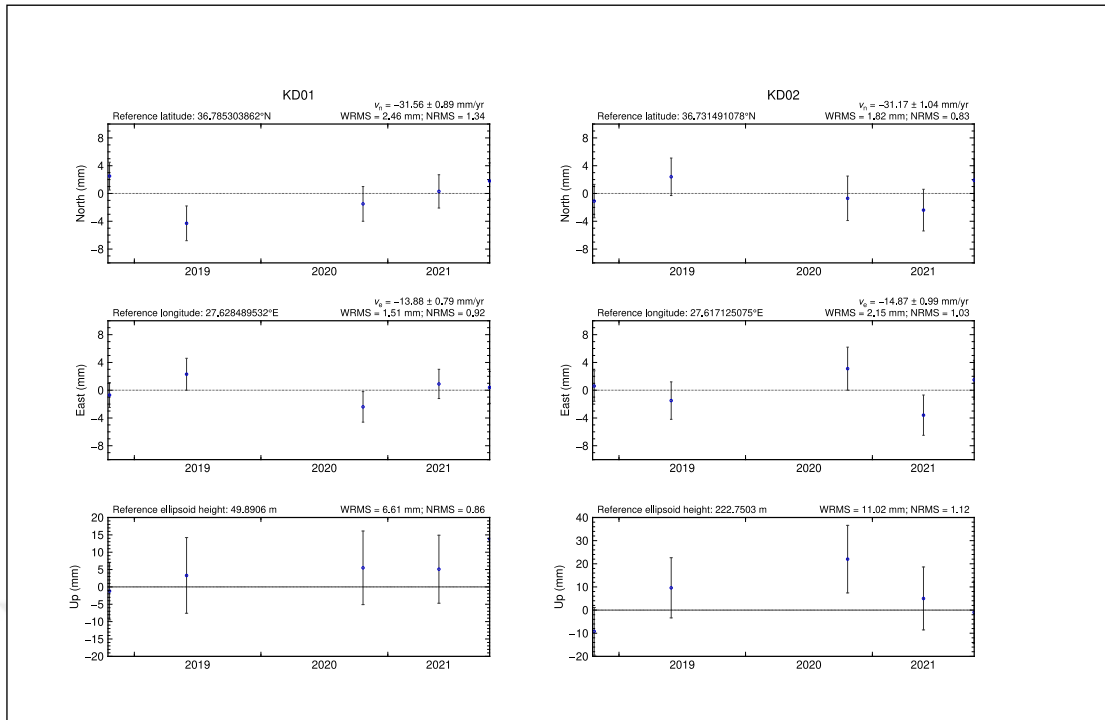
#### 4.2. Dağa Grabeni Mikro-Jeodezik Gnsa Ağına Ait Avrasya Hız Çözümü

ITRF2014 koordinat ve hız alanı, ITRF2014'ü gerçekleştirmek için ITRF, IGS, EPN ve NGS çözümlerinin birleştirildiği "igb14\_comb\_eura.apr" dosyasından (Herring ve diğerleri, 2018) elde edilir. Bu koordinat dosyası, ITRF2014'e dayalı olarak yukarıda belirtilen kurumlar tarafından yayınlanan küresel ve bölgesel GNSS istasyonlarının çözümlerinin birleştirilmiş bir koordinat ve hız listesidir. Son olarak, tüm kampanyalardan oluşan gevşek kısıtlı çözüm, 16 IGS istasyonunun koordinatları ve hızları üzerindeki minimum kısıtlamalarla ITRF2014 datumunda dengelenir.

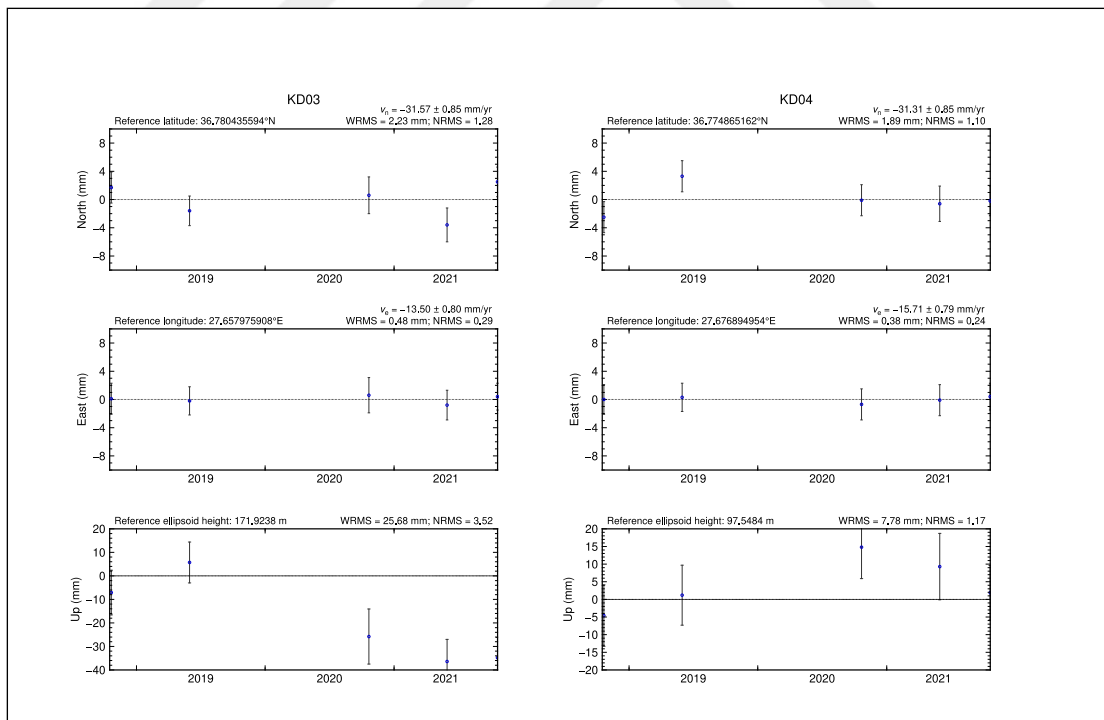
Hızları ITRF2014 gibi bir referans çerçevesinde görüntülemek yerine, hızları Avrasya gibi bir plaka sabit referans çerçevesinde görüntülemek kabuk deformasyon çalışmaları için daha bilgilendiricidir. Plakaya sabitlenmiş bir referans çerçevesini tanımlamaya yönelik farklı yaklaşımlar, tutarlı hız alanları üretebilir ve bunlar, tektonik deformasyonu analiz etmek için yeterli olabilir. (Kurt ve ark. 2022)

Genel olarak levha hareket modellerinde, levhaların Dünya yüzeyindeki hareketleri Euler dönüşleri ile açıklanabilir. Başka bir deyişle, herhangi iki plaka arasındaki görelî hareketler, bir Euler Kutbu (Euler teoremi) etrafında bir dönüş olarak tanımlanabilir. Euler kutbu, dönme ekseninin Dünya yüzeyiyle kesiştiği noktadır. Bu nedenle, levhaların görelî hareketleri, küresel bir Dünya üzerinde rijit levhaların olduğu varsayımıyla dönmelerle tanımlanabilir.

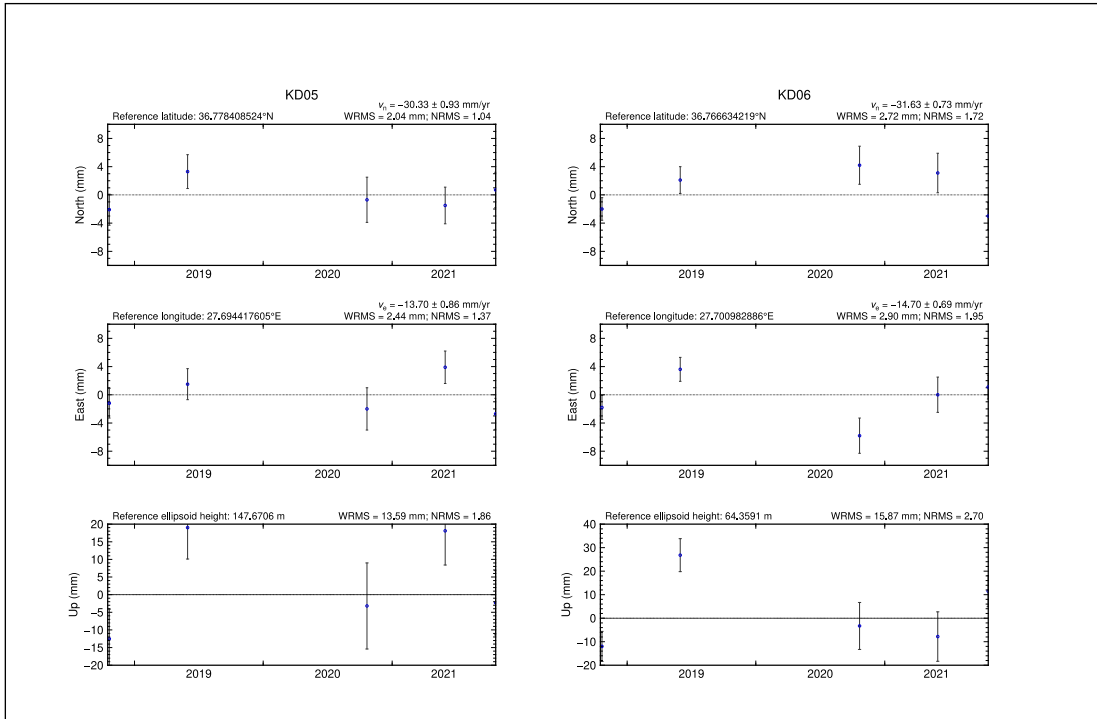
Bu çözümde Avrasya plakası sabit alınarak çalışma bölgemizde bulunan istasyonların hızları belirlenmiştir. Aşağıda, ölçümü gerçekleştirilen 5 periyot için her bir istasyona ait zaman serileri Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10'da gösterilmiştir.



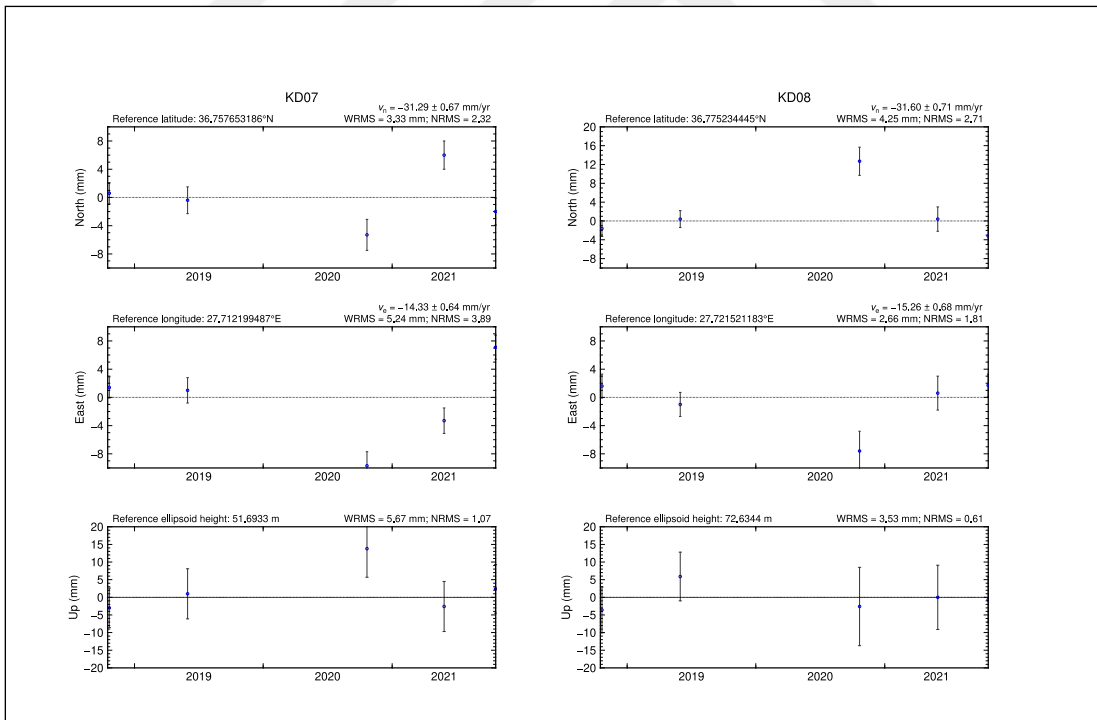
Şekil 4.2. KD01 ve KD02 noktalarına ait zaman serileri.



Şekil 4.3. KD03 ve KD04 noktalarına ait zaman serileri.

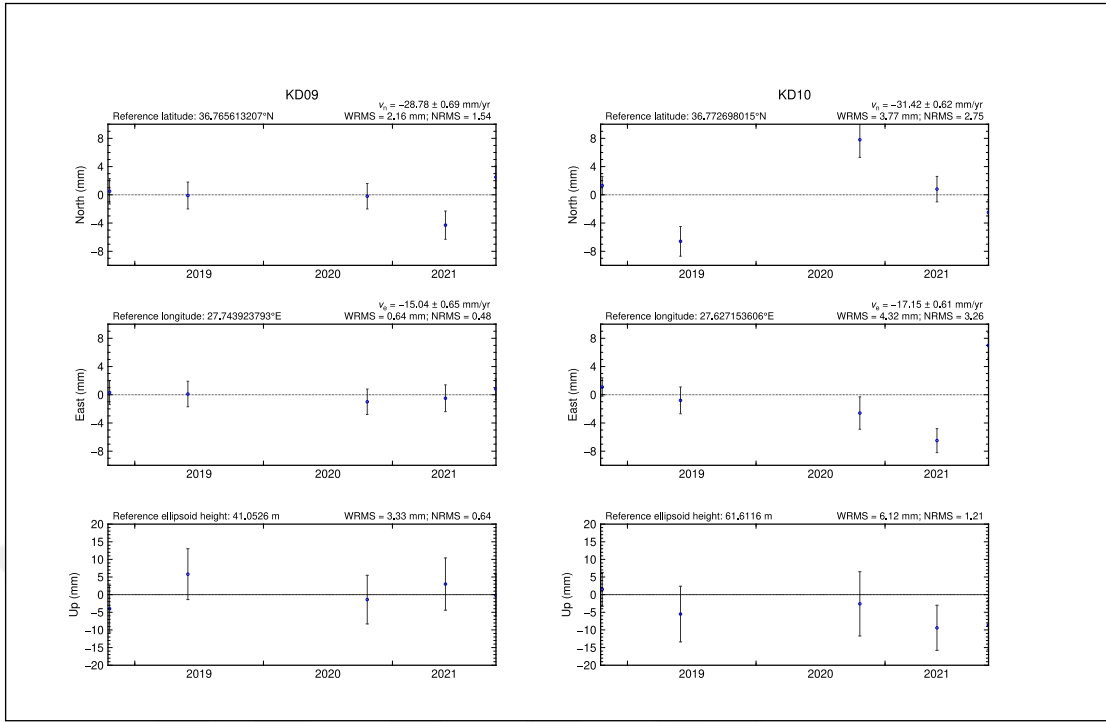


Şekil 4.4. KD05 ve KD06 noktalarına ait zaman serileri.

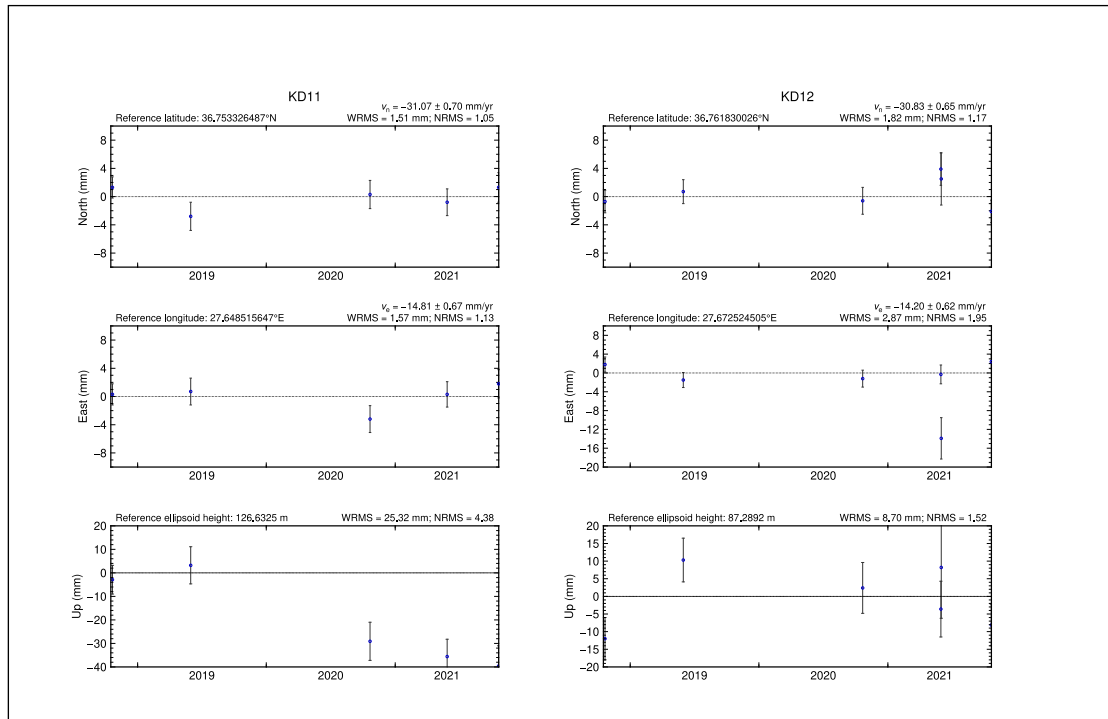


Şekil 4.5. KD07 ve KD08 noktalarına ait zaman serileri.

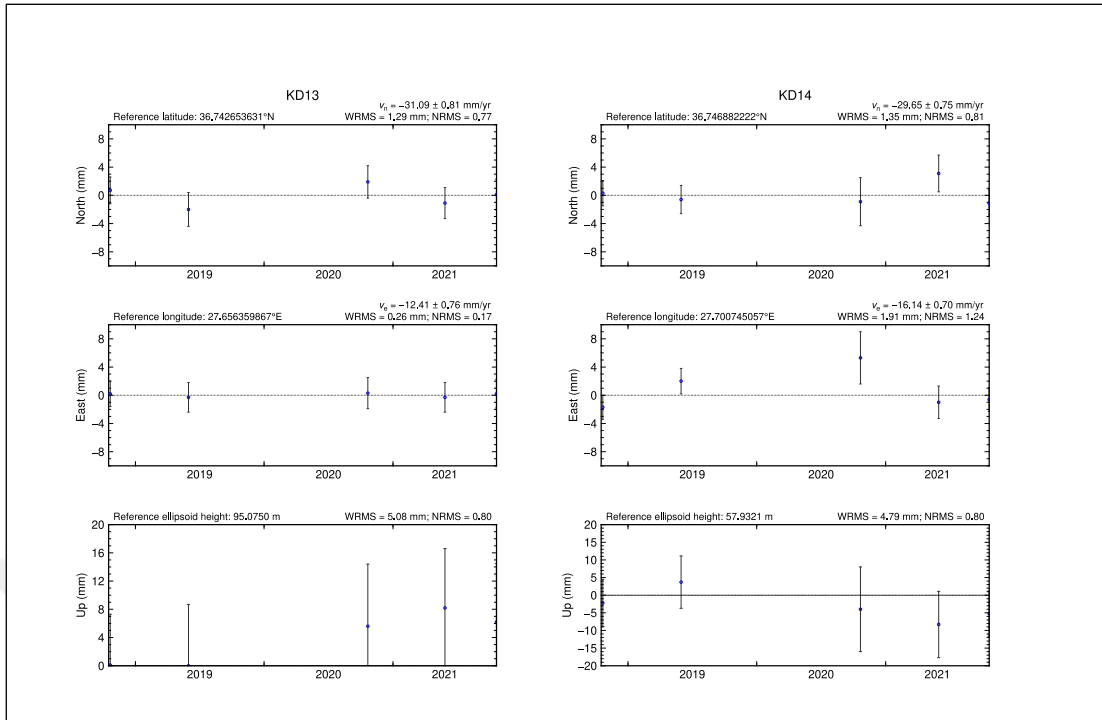




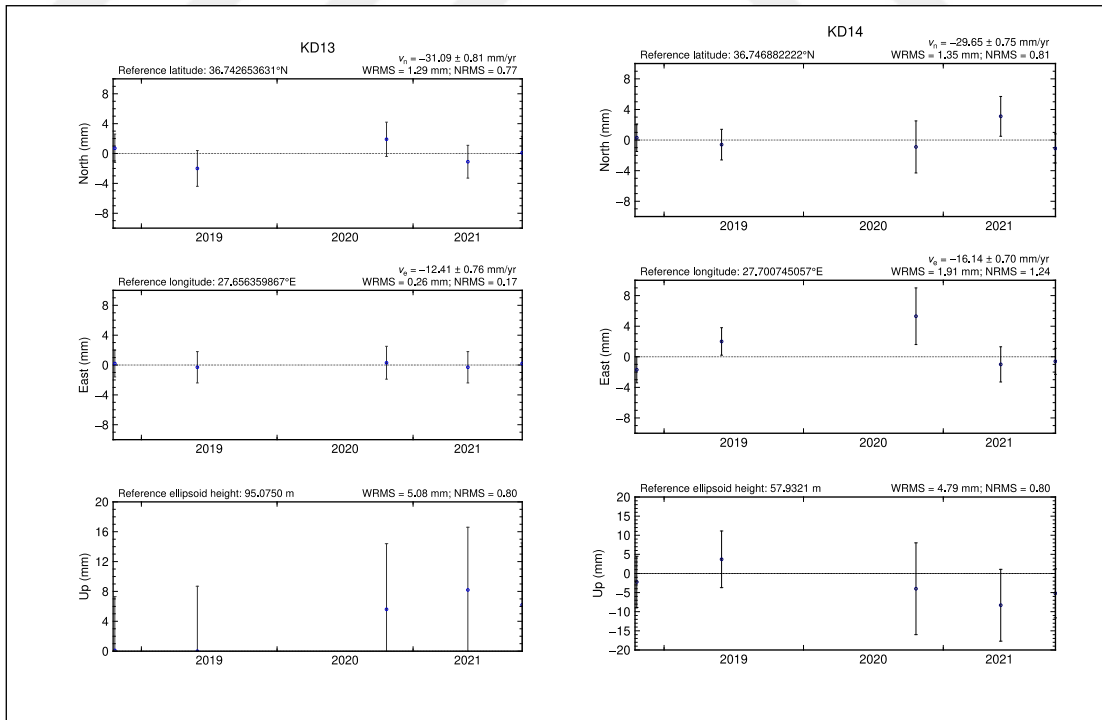
Şekil 4.6. KD09 ve KD10 noktalarına ait zaman serileri.



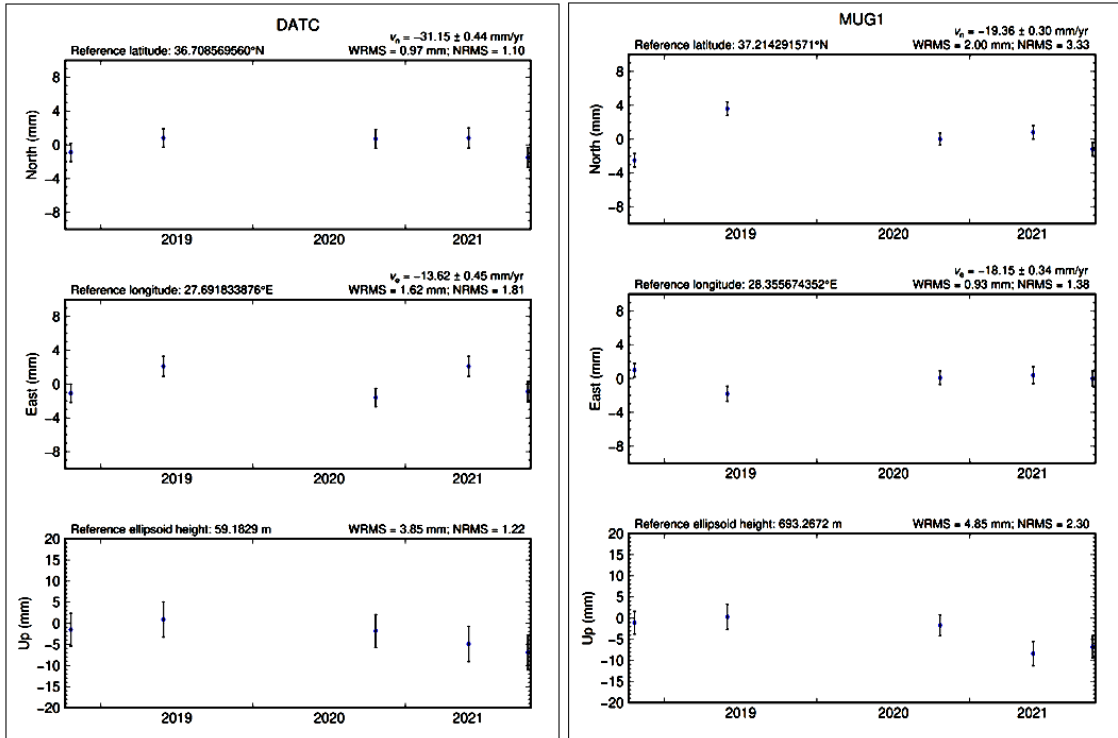
Şekil 4.7. KD11 ve KD12 noktalarına ait zaman serileri.



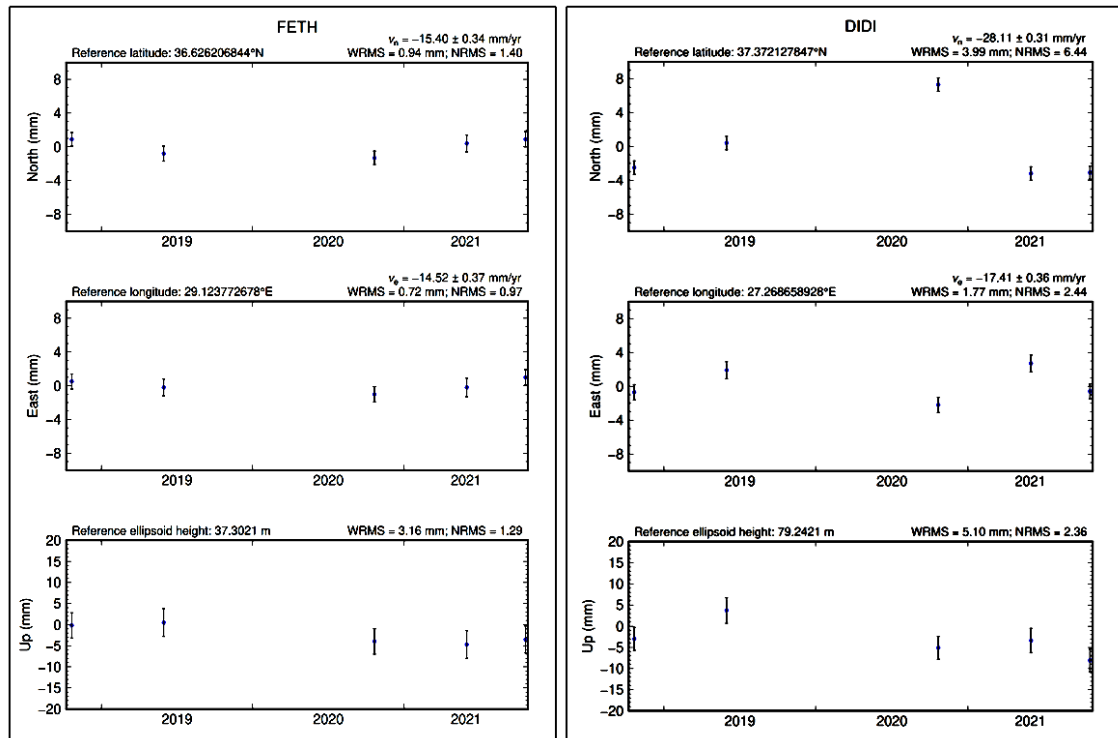
Şekil 4.8. KD13 ve KD14 noktalarına ait zaman serileri.



Şekil 4.8. KD15, KD16 ve KD17 noktalarına ait zaman serileri.



Şekil 4.9. DATC ve MUG1 noktalarına ait zaman serileri.

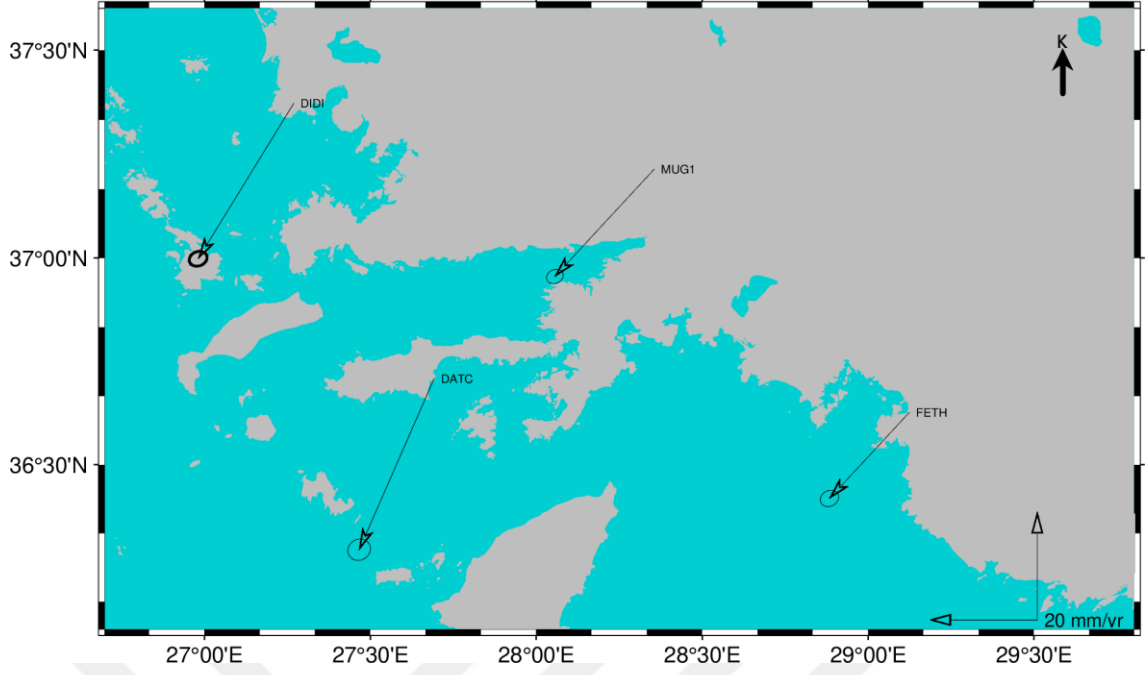


Şekil 4.10. FETH ve DIDI noktalarına ait zaman serileri.

**Çizelge 4.2.** Datça grabeni mikro-jeodezik GNSS ağına ait Avrasya çözümü hız değerleri

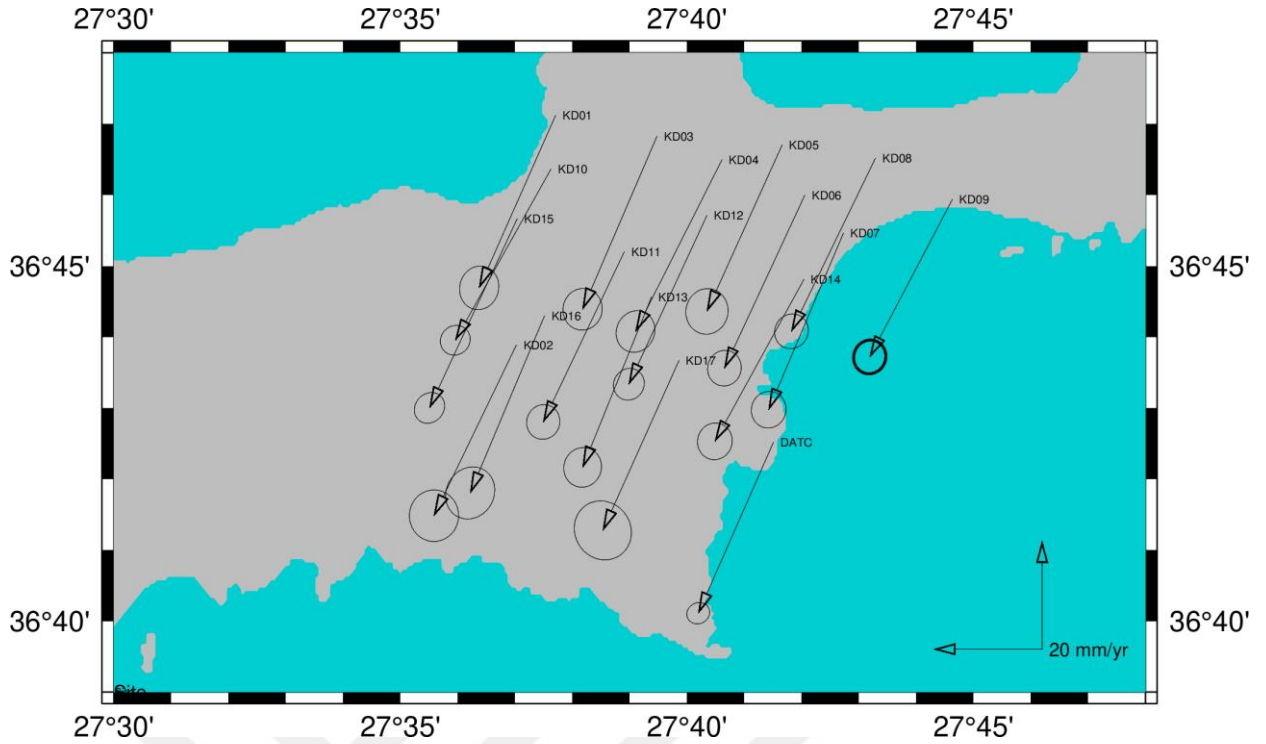
Nokta	Boylam	Enlem	Doğu (mm/yıl)	Kuzey (mm/yıl)	Doğu Hata (mm)	Kuzey Hata (mm)
KD01_GPS	27.628	36.785	-14.11	-31.94	0.79	0.88
KD02_GPS	27.617	36.731	-15.23	-31.65	0.99	1.04
KD03_GPS	27.658	36.78	-13.74	-32.07	0.79	0.84
KD04_GPS	27.677	36.775	-15.97	-31.78	0.78	0.84
KD05_GPS	27.695	36.778	-13.91	-30.86	0.85	0.92
KD06_GPS	27.701	36.767	-14.85	-32.07	0.68	0.72
KD07_GPS	27.712	36.758	-13.8	-32.67	0.7	0.74
KD08_GPS	27.722	36.775	-15.51	-32.03	0.68	0.7
KD09_GPS	27.744	36.766	-15.28	-29.19	0.65	0.68
KD10_GPS	27.627	36.773	-17.67	-31.69	0.6	0.6
KD11_GPS	27.649	36.753	-14.99	-31.53	0.67	0.7
KD12_GPS	27.673	36.762	-14.42	-31.26	0.62	0.64
KD13_GPS	27.656	36.743	-12.7	-31.51	0.76	0.8
KD14_GPS	27.701	36.747	-16.46	-30.03	0.7	0.74
KD15_GPS	27.617	36.761	-16.23	-35.07	0.61	0.62
KD16_GPS	27.625	36.738	-13.74	-32.82	0.99	1.05
KD17_GPS	27.664	36.728	-14.09	-31.5	1.15	1.19
MUG1_GPS	28.356	37.214	-18.42	-19.86	0.34	0.29
DATC_GPS	27.692	36.709	-13.87	-31.62	0.46	0.43
DIDI_GPS	27.269	37.372	-17.68	-28.72	0.36	0.3
FETH_GPS	29.124	36.626	-14.77	-15.86	0.37	0.33

Çizelge 4.2'ye ve Şekil 4.11'e göre Datça ve çevresindeki TUSAGA-Aktif istasyonlarının Avrasya plakası sabit çözümünde MUG1, FETH ve DIDI istasyonlarına göre DATC istasyonunun daha fazla Güney'e döndüğü gözükmektedir. DATC istasyonunun hız vektörü 34.52 mm/yıl iken , DIDI 33.73 mm/yıl, MUG1 27.08 mm/yıl, FETH ise 21.67 mm/yıl olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.11 2018-2021 yılları arasında yapılmış olan GNSS gözlemlerinden Avrasya plakası sabit alınarak hesaplanmış hız vektörleri (Datça çevresi TUSAGA-Aktif istasyonları)

Çizelge 4.2'ye ve Şekil 4.12'e göre tüm istasyonların ortalama hızlarının güney batı yönünde olduğu ve batı yönünde  $14.81 \pm 0.77$  mm/yıl, güney yönünde  $-31.74 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü 35.05 mm/yıl olduğu görülmektedir. Yine çizelge 3'e göre doğu yönünde mutlak anlamda en büyük hız değeri 17.67 mm/yıl ile KD10 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 12.70 mm/yıl KD13 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Güney yönünde en büyük hız değeri 35.07 mm/yıl ile KD15 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 29.19 mm/yıl ile KD09 nolu istasyonda tespit edilmiştir. (ortalama değerler DATC istasyonu dahil 18 istasyona göre hesaplanmıştır.)



**Şekil 4.12.** 2018-2021 yılları arasında yapılmış olan GNSS gözlemlerinden Avrasya plakası sabit alınarak hesaplanmış hız vektörleri.

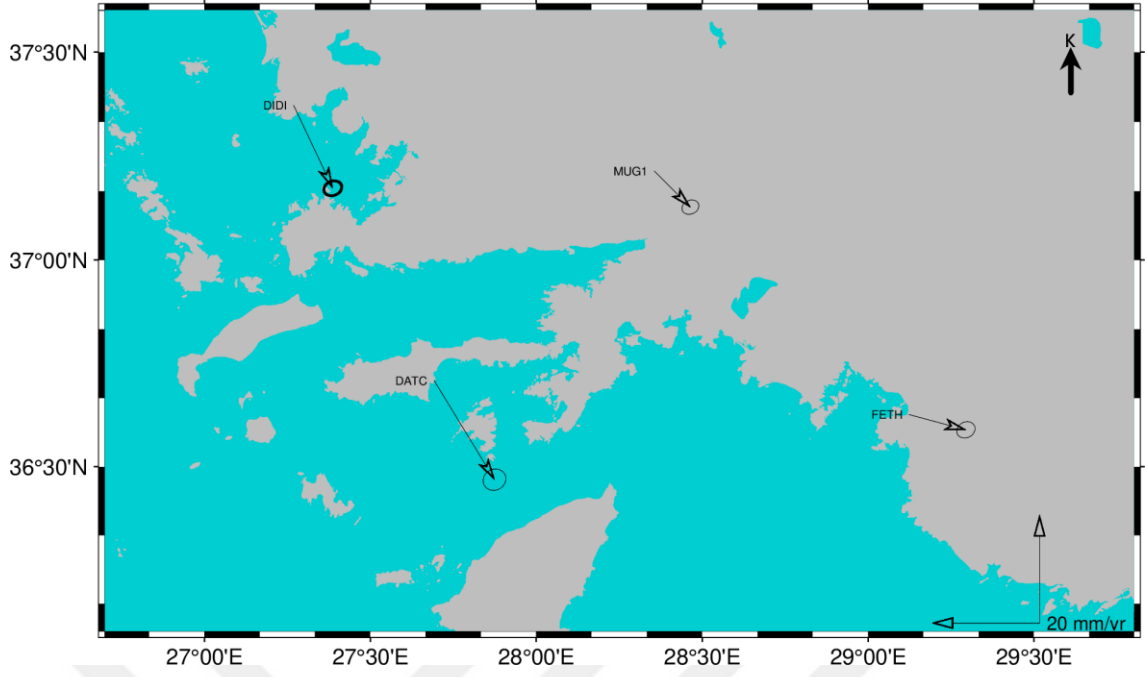
Dolayısıyla bu çalışmada Anadolu bloğuna göre hız çözümü yapıldığında elde edilen sonuçlar Reilenger ve ark., 2006 sonuçlarıyla (özetle 20-30 mm/yıl yazmaktadır, ayrıca makalede 5. Sayfa, 2. Paragraf, 2. Sütun ve Şekil 3 ) uyumludur. Ayrıca DATC istasyonunun bu çözümdeki hızları Kurt ve diğ. 2022 de verilen hızlarla ( East -14.62 mm/yr, North -27.4 mm/yr) uyumludur. Bununla birlikte DATC istasyonunun 20 Temmuz 2017 deki Bodrum – Kos adası merkezli depremde D yönünde 12.2 mm, K yönünde -32.2 mm yer değiştirdiği tespit edilmiştir (Tiryakioğlu ve ark. 2018).

### 4.3. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik Gnsa Ağına Ait ITRF14 Hız Çözümü

Çizelge 4.3. Datça grabeni mikro-jeodezik GNSS ağına ait ITRF14 çözümü hız değerleri

Nokta	Boylam	Enlem	Doğu (mm/yıl)	Kuzey (mm/yıl)	Doğu Hata (mm)	Kuzey Hata (mm)
KD01_GPS	27.628	36.785	10.93	-18.62	0.79	0.88
KD02_GPS	27.617	36.731	9.81	-18.33	0.99	1.04
KD03_GPS	27.658	36.780	11.3	-18.76	0.79	0.84
KD04_GPS	27.677	36.775	9.08	-18.47	0.78	0.84
KD05_GPS	27.694	36.778	11.13	-17.55	0.85	0.92
KD06_GPS	27.701	36.767	10.2	-18.77	0.68	0.72
KD07_GPS	27.712	36.758	11.26	-19.37	0.7	0.74
KD08_GPS	27.722	36.775	9.54	-18.73	0.68	0.7
KD09_GPS	27.744	36.766	9.78	-15.89	0.65	0.68
KD10_GPS	27.627	36.773	7.37	-18.37	0.6	0.6
KD11_GPS	27.649	36.753	10.05	-18.22	0.67	0.7
KD12_GPS	27.673	36.762	10.63	-17.94	0.62	0.64
KD13_GPS	27.656	36.743	12.35	-18.2	0.76	0.8
KD14_GPS	27.701	36.747	8.59	-16.72	0.7	0.74
KD15_GPS	27.617	36.761	8.81	-21.75	0.61	0.62
KD16_GPS	27.625	36.738	11.31	-19.49	0.99	1.05
KD17_GPS	27.664	36.728	10.96	-18.19	1.15	1.19
MUG1_GPS	28.356	37.214	6.68	-6.67	0.34	0.29
DATC_GPS	27.692	36.709	11.19	-18.31	0.46	0.43
DIDI_GPS	27.269	37.372	7.25	-15.33	0.36	0.3
FETH_GPS	29.124	36.626	10.49	-2.82	0.37	0.33

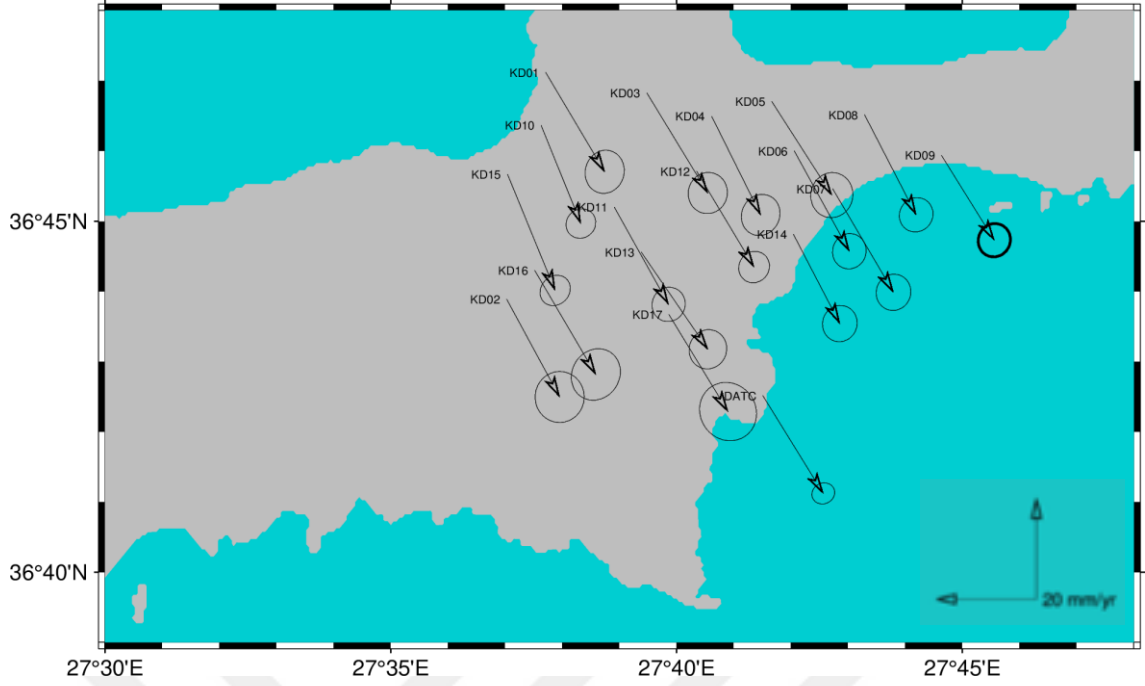
Şekil 4.13 e göre ITRF14 'e göre Datça ve çevresindeki TUSAGA-Aktif istasyonlarının hız çözümü vektörel olarak görülmektedir.



Şekil 4.13 Datça ve çevresi ITRF 14'e göre hız çözümü

Çizelge 4.3'e ve Şekil 4.14'ye göre bazı istasyonların hızlarının güney, bazılarının da güneydoğu yönünde olduğu görülmektedir. Bütün istasyonlara ait Doğu bileşenleri pozitif olup D yönünde, Kuzey bileşenleri ise negatif gerçekleşmiş olup G yönündedir. Bunlardan KD01, KD03, KD05, KD06, KD11, KD12, KD13, KD16, KD17 ve DATC istasyonları yaklaşık G yönlü iken; KD04, KD08, KD09, KD07, KD14, KD02, KD15, KD10 istasyonlarının hız vektörlerinin yönleri ise GD yönlüdür. Hız vektörleri birbirlerine yakın büyüklükte olup çalışma bölgesindeki istasyonların ortalama hız vektörü 21.09 mm/yıl olarak sonuç vermiştir





Şekil 4.14. ITRF 14 'e göre Hız Çözümü

#### 4.4. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik GNSS Ağına Ait Anadolu Blok Hız Çözümü

Bu çalışmada, bağıl koordinat sisteminde (Şekil 4.13) genel kinematiği temsil eden Euler vektörleri (Reilinger vd., 2006) kullanılarak Ege ve Anadolu bloğu sabit hız vektörleri hesaplanmıştır (Şekil 4.14-Şekil 4.15). Son uygulama olarak Datça mikro jeodezik ağı için GNSS istasyonları kullanılarak tek bir Euler kutbu hesap edilmiş ve bu istasyonların ortalama hareketi değerlendirilmiştir (Şekil 4.16). Euler kutbu çözümleri, XYZ eksenleri etrafındaki dönüş hızları olan bilinmeyen parametrelerle ağırlıklı en küçük kareler yöntemi ile hesaplanır (Reilinger ve diğ., 2006. Çırmık ve diğ., 2017).



Şekil 4.15. Anadolu Bloğu ve Ege Bloğu Referans Noktaları (Google Earth)

İstasyon hızları ve euler dönüş hızları ilişkisi (Grapenthin, 2019)

$$v_x = Z_{wy} - Y_{wz}$$

$$v_y = -Z_{wx} + X_{wz}$$

$$v_z = Y_{wx} - X_{wy}$$

(1)

Burada  $V_x$ ,  $V_y$  ve  $V_z$ , XYZ koordinat eksenlerindeki istasyon hızlarıdır.  $W_x$ ,  $W_y$  ve  $W_z$  ise XYZ eksenleri etrafındaki dönüş hızlarıdır. Diğer büyüklükler  $W_x$ ,  $W_y$  ve  $W_z$ 'deki hataların tahminlerine kıyasla küçük olduğu varsayılarak standart analitik formüller ve varyans-kovaryans matrislerinin yayılması kullanılarak hesaplanır.

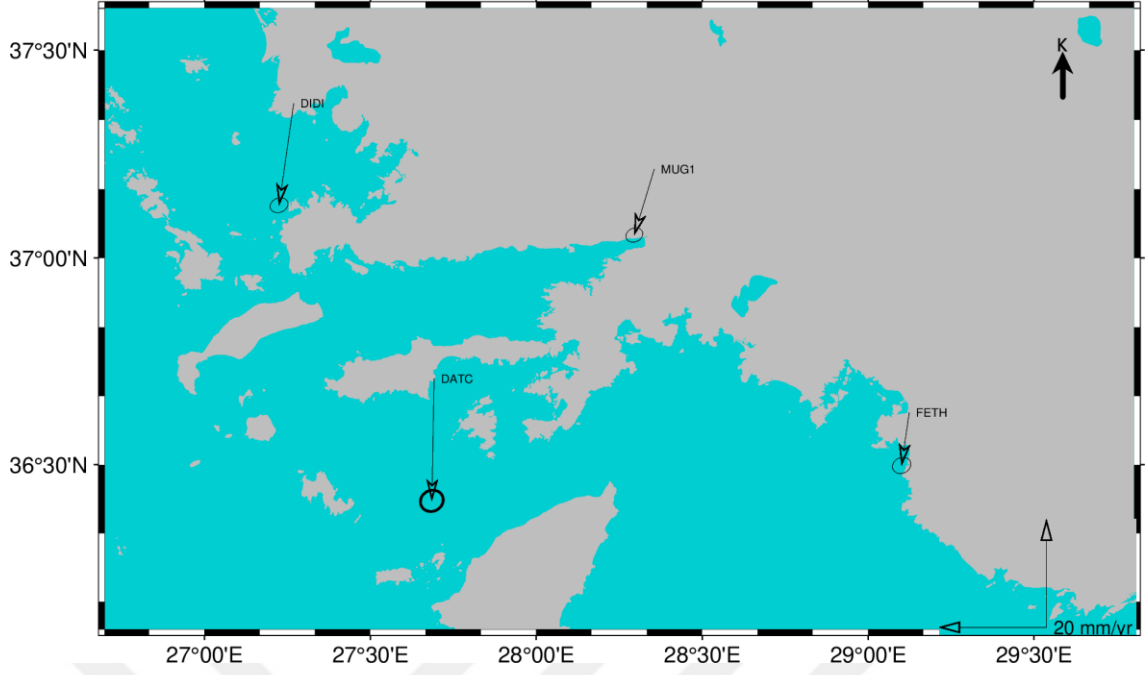
Çizelge 4.4'e ve Şekil 4.14'e göre tüm istasyonların ortalama hızlarının G yönünde  $-22.66 \pm 0.77$  mm/yıl, D yönünde  $-1.24 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü 22.69 mm/yıl olduğu görülmektedir. Yine çizelge 4.4'e göre doğu yönünde mutlak anlamda en büyük hız değeri 4.07 mm/yıl ile KD10 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 0.22 mm/yıl KD16 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Güney yönünde en büyük hız değeri  $-23.68$  mm/yıl ile KD07 nolu istasyonda, en küçük

hız değeri 20.26mm/yıl ile KD09 nolu istasyonda tespit edilmiştir. (ortalama değerler DATC istasyonu dahil 18 istasyona göre hesaplanmıştır.)

**Çizelge 4.4.** Datça grabeni mikro-jeodezik GNSS ağına ait Anadolu Blok çözümü hız değerleri

Nokta	Boylam	Enlem	Doğu (mm/yıl)	Kuzey (mm/yıl)	Doğu Hata (mm)	Kuzey Hata (mm)
KD01_GPS	27.628	36.785	-0.48	-22.78	0.79	0.88
KD02_GPS	27.617	36.731	-1.73	-22.46	0.99	1.04
KD03_GPS	27.658	36.780	-0.12	-22.97	0.79	0.84
KD04_GPS	27.677	36.775	-2.36	-22.72	0.78	0.84
KD05_GPS	27.694	36.778	-0.29	-21.83	0.85	0.92
KD06_GPS	27.701	36.767	-1.26	-23.06	0.68	0.72
KD07_GPS	27.712	36.758	-0.23	-23.68	0.7	0.74
KD08_GPS	27.722	36.775	-1.9	-23.06	0.68	0.7
KD09_GPS	27.744	36.766	-1.69	-20.26	0.65	0.68
KD10_GPS	27.627	36.773	-4.07	-22.52	0.6	0.6
KD11_GPS	27.649	36.753	-1.44	-22.41	0.67	0.7
KD12_GPS	27.673	36.762	-0.84	-22.19	0.62	0.64
KD13_GPS	27.656	36.743	0.83	-22.4	0.76	0.8
KD14_GPS	27.701	36.747	-2.92	-21.01	0.7	0.74
KD15_GPS	27.617	36.761	-2.66	-25.88	0.61	0.62
KD16_GPS	27.625	36.738	-0.22	-23.65	0.99	1.05
KD17_GPS	27.664	36.728	-0.6	-22.41	1.15	1.19
MUG1_GPS	28.356	37.214	-3.71	-12.19	0.34	0.29
DATC_GPS	27.692	36.709	-0.42	-22.59	0.46	0.43
DIDI_GPS	27.269	37.372	-2.7	-18.82	0.36	0.3
FETH_GPS	29.124	36.626	-1.4	-9.76	0.37	0.33

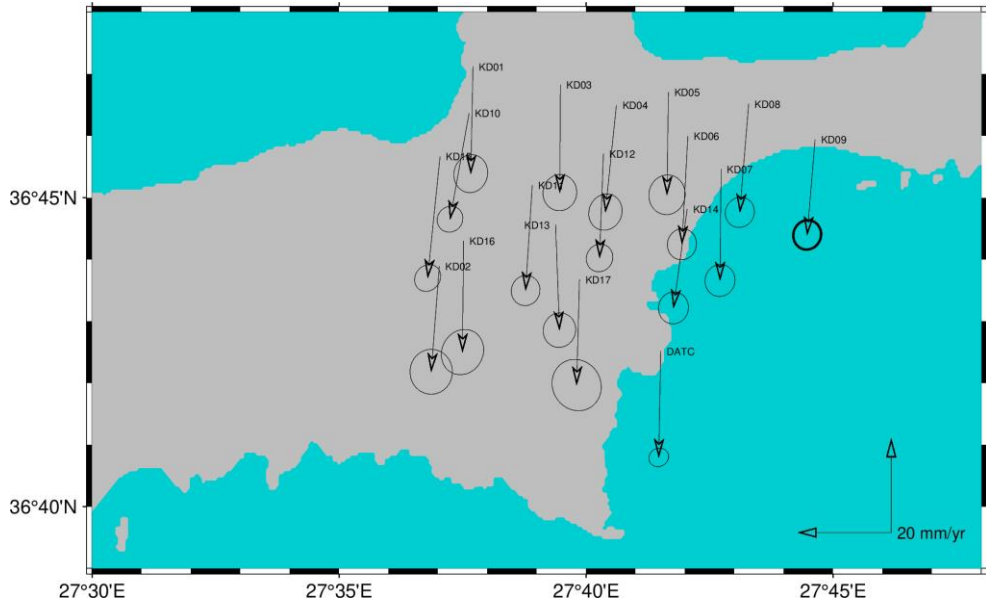
Çizelge 4.4'e ve Şekil 4.16'ye göre Datça ve çevresindeki TUSAGA-Aktif istasyonlarının Anadolu Bloğuna göre Euler vektör çözümü gerçekleştirilmiştir. DATC istasyonunun hız vektörü 22.59 mm/yıl iken, DIDI 19.01 mm/yıl, MUG1 12.74 mm/yıl ve FETH 9.85 mm/yıl olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.16.** Datça ve çevresindeki TUSAGA-Aktif istasyonlarının Anadolu Bloğuna Göre Euler Vektör Çözümü

Çizelge 4.3'e ve Şekil 4.17'ye göre tüm istasyonların ortalama hızlarının, D yönünde  $10.24 \pm 0.77 \text{ mm/yıl}$ , G yönünde  $-18.43 \pm 0.81 \text{ mm/yıl}$  ve aynı zamanda ortalama hız vektörü  $21.08 \text{ mm/yıl}$  olduğu

Reilenger ve ark. (2006) çalışmasında sunulan Euler Vektör değerlerine göre Anadolu Bloğu sabit alınarak elde edilmiş olan hız vektör değerleri (Şekil 4.17) de gösterilmiştir. Bu değerlere göre çok küçük sapmalarla benzer özellikler gösteren hız vektörleri G yönlü olup büyüklükleri yaklaşık  $22.69 \text{ mm/yıl}$  olarak elde edilmiştir.



**Şekil 4.17.** Anadolu Bloğuna Göre Euler Vektör Çözümü

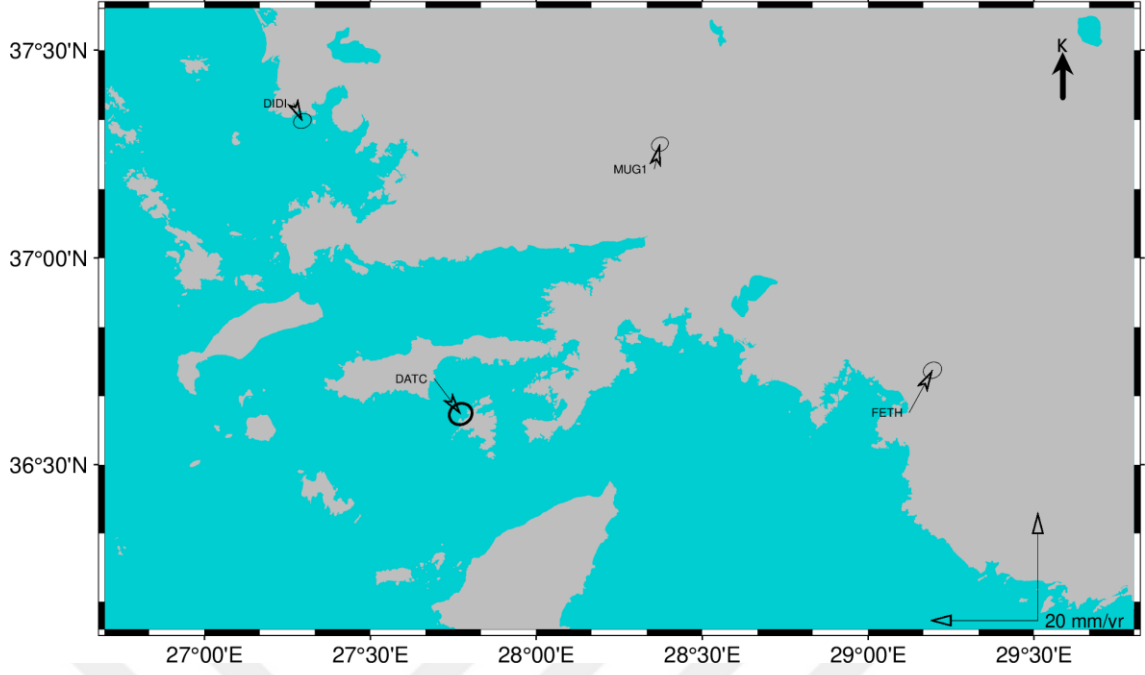
#### 4.5. Datça Grabeni Mikro-Jeodezik GNSS Ağına Ait Ege Bloğu Hız Çözümü

Çizelge 4.5'e ve Şekil 4.18'e göre tüm istasyonların ortalama hızlarının GD yönünde  $4.03 \pm 0.77$  mm/yıl, güney yönünde  $-6.65 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü 7.77 mm/yıl olduğu görülmektedir. Yine çizelge 4.5'e göre doğu yönünde mutlak anlamda en büyük hız değeri 6.12 mm/yıl ile KD13 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 1.17 mm/yıl KD10 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Güney yönünde en büyük hız değeri  $-9.93$  mm/yıl ile KD15 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 4.17 mm/yıl ile KD09 nolu istasyonda tespit edilmiştir. (ortalama değerler DATC istasyonu dahil 18 istasyona göre hesaplanmıştır.)

Çizelge 4.5. Datça grabeni mikro-jeodezik GNSS ağına ait Ege bloğu çözümü hız değerleri

Nokta	Boylam	Enlem	Doğu (mm/yıl)	Kuzey (mm/yıl)	Doğu Hata (mm)	Kuzey Hata (mm)
KD01_GPS	27.628	36.785	-0.48	-22.78	0.79	0.88
KD02_GPS	27.617	36.731	-1.73	-22.46	0.99	1.04
KD03_GPS	27.658	36.780	-0.12	-22.97	0.79	0.84
KD04_GPS	27.677	36.775	-2.36	-22.72	0.78	0.84
KD05_GPS	27.694	36.778	-0.29	-21.83	0.85	0.92
KD06_GPS	27.701	36.767	-1.26	-23.06	0.68	0.72
KD07_GPS	27.712	36.758	-0.23	-23.68	0.7	0.74
KD08_GPS	27.722	36.775	-1.9	-23.06	0.68	0.7
KD09_GPS	27.744	36.766	-1.69	-20.26	0.65	0.68
KD10_GPS	27.627	36.773	-4.07	-22.52	0.6	0.6
KD11_GPS	27.649	36.753	-1.44	-22.41	0.67	0.7
KD12_GPS	27.673	36.762	-0.84	-22.19	0.62	0.64
KD13_GPS	27.656	36.743	0.83	-22.4	0.76	0.8
KD14_GPS	27.701	36.747	-2.92	-21.01	0.7	0.74
KD15_GPS	27.617	36.761	-2.66	-25.88	0.61	0.62
KD16_GPS	27.625	36.738	-0.22	-23.65	0.99	1.05
KD17_GPS	27.664	36.728	-0.6	-22.41	1.15	1.19
MUG1_GPS	28.356	37.214	-3.71	-12.19	0.34	0.29
DATC_GPS	27.692	36.709	-0.42	-22.59	0.46	0.43
DIDI_GPS	27.269	37.372	-2.7	-18.82	0.36	0.3
FETH_GPS	29.124	36.626	-1.4	-9.76	0.37	0.33

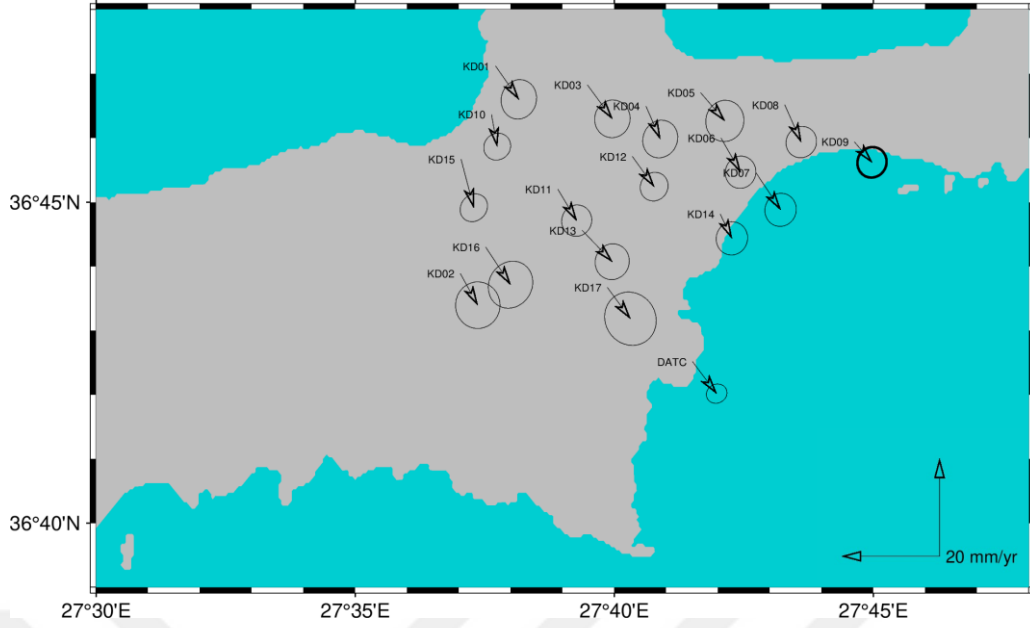
Şekil 4.18 de görüldüğü gibi Datça ve çevresi TUSAGA-Aktif istasyonlarının Ege Bloğuna göre Euler Vektör Çözümünde MUG1 ve FETH istasyonları DATC ile farklı yönlerde gerçekleşmiştir.



**Şekil 4.18** Datça ve çevresindeki TUSAGA-Aktif istasyonlarının Ege Bloğuna göre Euler Vektör Çözümü

Reilenger ve ark. (2006) çalışmasında sunulan Euler Vektör değerlerine göre Ege Bloğuna göre Euler Vektör çözümünde, Çizelge 4.5 ve Şekil 4.18 den görüldüğü gibi DIDI ve DATC istasyonları GD yönlü bir hareket gösterirken MUG1 ve FETH istasyonları KD şeklinde hareket gerçekleşmiştir.

Ege Bloğuna göre Euler Vektör çözümünde çalışma bölgesi için elde edilmiş olan hız vektör değerleri (Şekil 4.19) da gösterilmiştir. Bu değerlere göre çok küçük sapmalarla benzer özellikler gösteren hız vektörleri GD yönlü olduğu gözükmektedir.



Şekil 4.19. Ege Bloğuna göre Euler Vektör Çözümü

Çizelge 4.6. Datça grabeni mikro-jeodezik GNSS ağına ait Euler Pole çözümü hız değerleri

Nokta	Boylam	Enlem	Doğu (mm/yıl)	Kuzey (mm/yıl)	Doğu Hata (mm)	Kuzey Hata (mm)
KD01_GPS	27.628	36.785	1.55	0.62	0.79	0.88
KD02_GPS	27.617	36.731	-0.72	1.1	0.99	1.04
KD03_GPS	27.658	36.780	1.83	-0.02	0.79	0.84
KD04_GPS	27.677	36.775	-0.51	-0.06	0.78	0.84
KD05_GPS	27.694	36.778	1.63	0.56	0.85	0.92
KD06_GPS	27.701	36.767	0.44	-0.77	0.68	0.72
KD07_GPS	27.712	36.758	1.3	-1.56	0.7	0.74
KD08_GPS	27.722	36.775	-0.03	-1.08	0.68	0.7
KD09_GPS	27.744	36.766	0	1.37	0.65	0.68
KD10_GPS	27.627	36.773	-2.27	0.89	0.6	0.6
KD11_GPS	27.649	36.753	0	0.68	0.67	0.7
KD12_GPS	27.673	36.762	0.76	0.54	0.62	0.64
KD13_GPS	27.656	36.743	2.07	0.57	0.76	0.8
KD14_GPS	27.701	36.747	-1.59	1.28	0.7	0.74
KD15_GPS	27.617	36.761	-1.08	-2.32	0.61	0.62
KD16_GPS	27.625	36.738	0.92	-0.21	0.99	1.05
KD17_GPS	27.664	36.728	0.36	0.44	1.15	1.19
DATC_GPS	27.692	36.709	0.18	-0.16	0.46	0.43

Reilinger ve diğerleri. (2006). günümüz levha hareketlerini (bağlı Euler vektörleri) sınırlandırmak için Afrika, Arap, Avrasya levhaları için bir elastik blok modeli geliştirdi. Ayrıca Anadolu, Anadolu bloğu, Ege bloğu ve Güneybatı Anadolu

bloğu olarak 3 bloğa (plaka) ayrılmış ve blok modelinin belirlenmesi için Avrasya'ya göre Euler vektörleri hesaplanmıştır. Euler vektörleri Anadolu için 30.8K. 32.1D ve 1.231/Myr ve Ege blok sabit çözümleri için 15.9K. 52.3E ve 0.563/Myr'dir (Reilinger ve diğerleri. 2006) (Şekil 4.19).

Plaka içi hız çözümü için (Interplate çözüm) için çalışma bölgesinde bulunan DATC istasyonu ile beraber toplam 18 istasyon verisinin Reilinger (2006) ya göre (formül 01)  $W_x$ ,  $W_y$  ve  $W_z$  katsayıları hesaplanmış olup bu veriler ışığında her bir istasyona ait hız değerleri ve yönleri tespit edilmiştir.

Datça mikrojeodezik ağına göre Euler Pole hız çözümü yapmak suretiyle istasyonların Interplate hız çözümü yapılarak ağı oluşturan plaka içi hareketlerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bunun için (1) formülüyle tanımlanan şekilde oluşturulan mikrojeodezik ağ için Avrasya sabit çözümünden yola çıkılarak ;

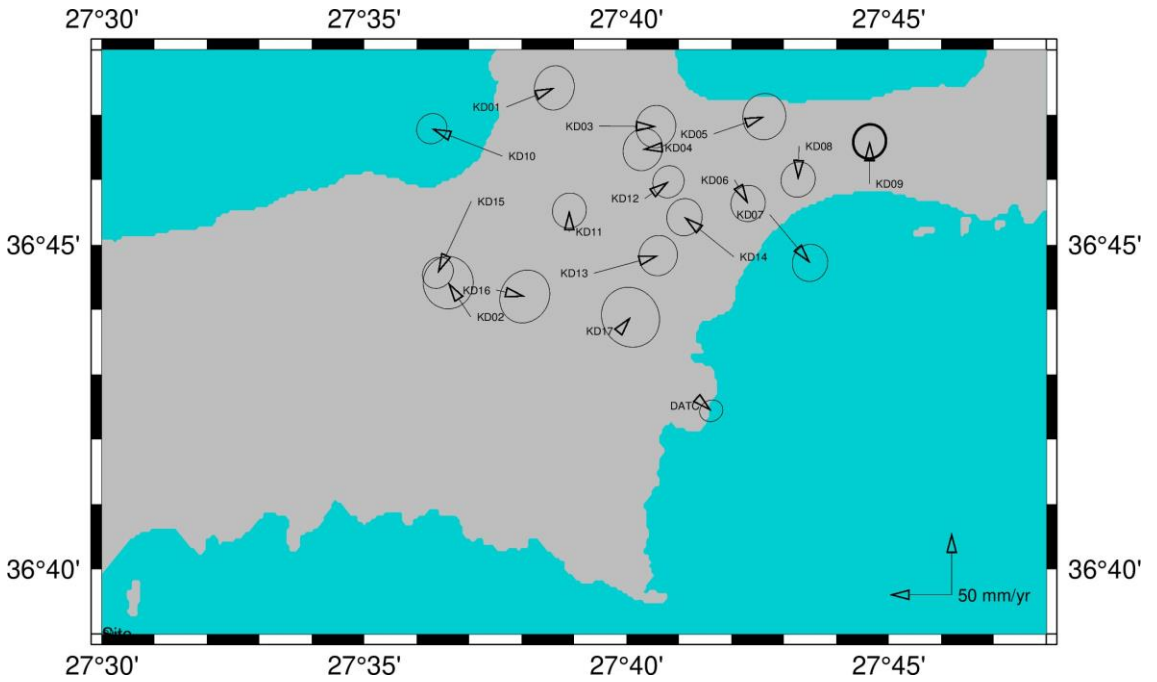
$$W_x = 7.761348 \text{ (°/Myıl)}$$

$$W_y = 4.392961 \text{ (°/Myıl)}$$

$$W_z = 6.444494 \text{ (°/Myıl)}$$

Myıl: Milyon yıl

Dönüşüm katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar yardımıyla Euler Pole hız çözümü yapılmış olup hız vektörleri Şekil 4.20 de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Datça mikrojeodezik ağına göre Euler Pole hız çözümü

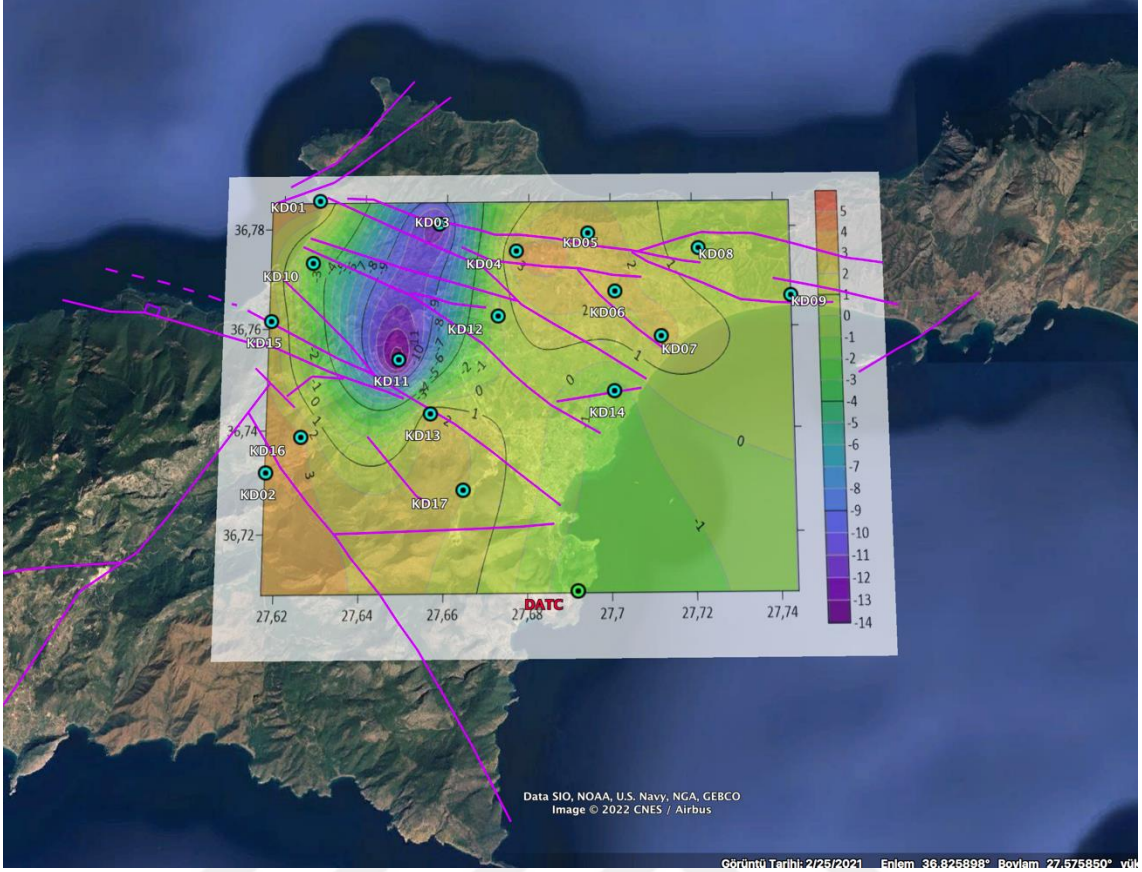


Şekil 4.20’da görüldüğü üzere Datça Mikro Jeodezik ağı için tespit edilen Euler Pole çözümü ile noktalar Interplate hareketleri ortaya çıkmıştır.

**Çizelge 4.7** Mikrojeodezik ağa ait düşey hız değerleri

İSTASYON İSMİ DÜŞEY HIZLAR (mm/yıl)

DATC	-1.81
KD01	3.67
KD02	3.60
KD03	-12.01
KD04	3.41
KD05	2.75
KD06	2.20
KD07	2.56
KD08	-0.20
KD09	1.03
KD10	-2.66
KD11	-14.09
KD12	-0.15
KD13	2.64
KD14	-1.80
KD15	3.34
KD16	3.51
KD17	2.03



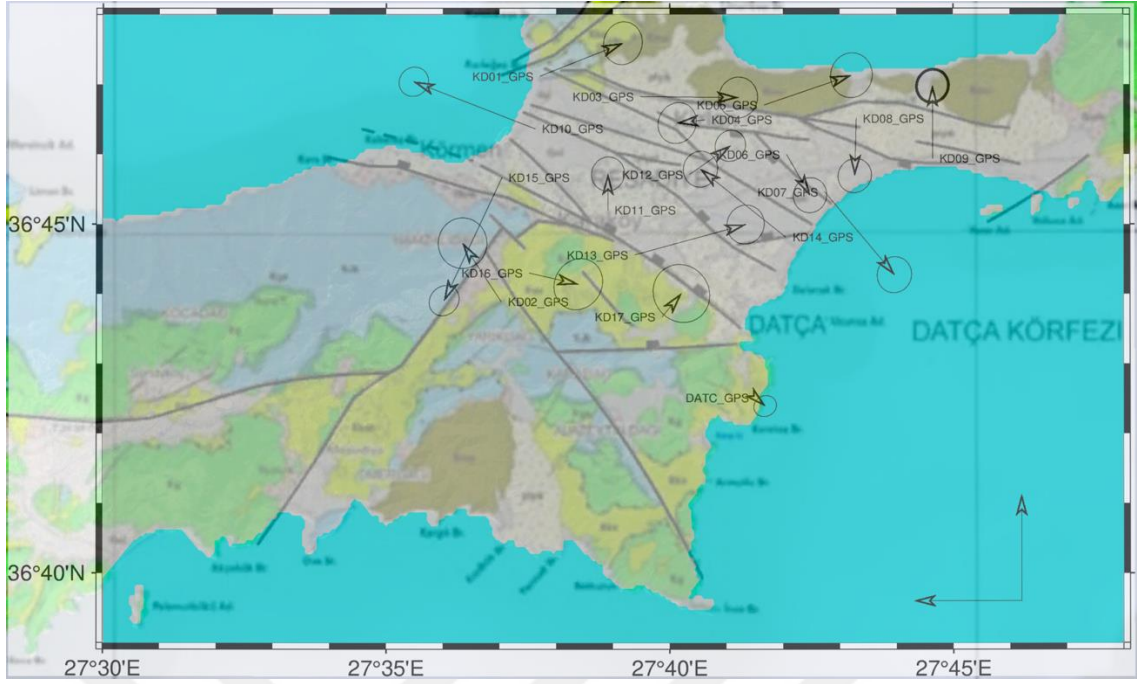
**Şekil 4.21** Datça grabenindeki mikrojeodezik ağ düşey hızlarından yararlanılarak Surfer programı kullanılarak oluşturulan düşey kontur haritası (Üzerine muhtemel fay haritası işlenmiştir)

Şekil 4.21 de Çizelge 4.7. den yararlanılarak oluşturulmuş olan düşey kontur haritası görülmektedir. KD11 ve yine kuzeyinde aynı doğrultuda bulunan KD03 noktalarında aşağı yönlü hareketin büyük olduğu gözükmemektedir.

Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21 'den de görüldüğü üzere istasyonların birbirlerine göre farklı hareketleri ortaya çıkmıştır. Bu hız vektörleri arazi gözlemleriyle birlikte değerlendirilerek Jeofizik ve Jeoloji uzman görüşleri ile graben içi ve çevresi muhtemel faylar belirlenmeye çalışılmıştır.

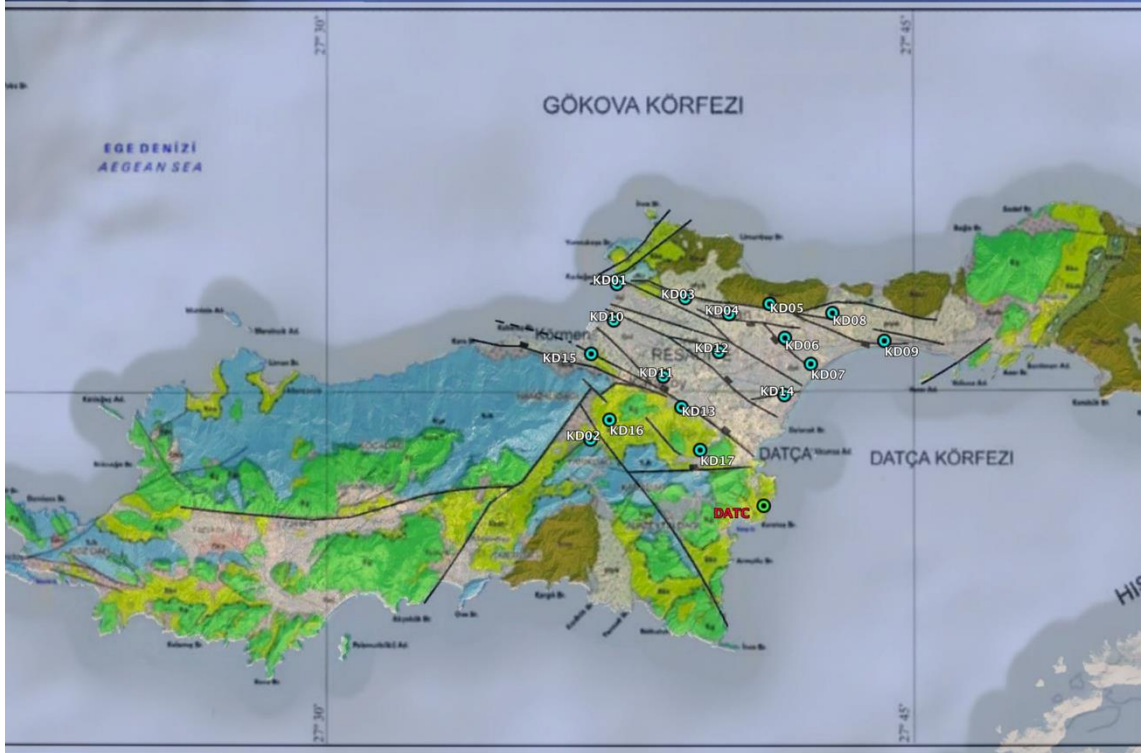
Çizelge 4.7 Datça grabeni mikrojeodezik ağını oluşturan 18 istasyonun düşey hızları

Çizelge 4.6 ve 4.7 nin birlikte değerlendirilmesi sonucu, arazi gözlemlerinin de birlikte değerlendirilmesi sonucunda (Şekil 4.22), Datça grabeni ve yakın çevresi için muhtemel fay haritası Şekil 4.23 de gösterilmiştir.



**Şekil 4.22** Datça mikrojeodezik ağına göre Euler Pole hız çözümü ile muhtemel fay haritasının birlikte gösterimi

Şekil 4.22’de Jeoloji haritası üzerinde Euler Pole yatay hız çözümü gösterilmiştir. Graben yapısı ve bölgedeki faylar hakkında birbirine göre oluşan nokta hareketlerinden, düşey hızlardan ve arazi gözlemlerinden yararlanılarak fay haritası oluşturulmuştur.



**Şekil 4.23** Euler pole yatay hız çözümü ve düşey hız çözümünün birlikte değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkmış olan muhtemel fay haritası

Şekil 4.23'te ise Jeoloji haritası üzerinde istasyon noktaları ve oluşturulan fay haritası görülmektedir.

## 5. TARTIŞMALAR

Hız çözümleri sonunda, Avrasya sabit hız çözümleri beklendiği gibi GB yönlü 35 mm/yıl civarlarında gerçekleştiği görülmüştür. Bunun yanında ITRF14 referansına göre hız çözümlerine bakıldığında GD yönlü birbirleri ile yaklaşık aynı yönlü sonuçlar ortaya çıkmıştır. Avrasya hız çözümünden çıkış olarak yapılan Euler Pole hız çözümlerinde ise yerinde de jeolojik olarak gözlemlenen karmaşık tektonik mekanizmanın sonucu olduğunu düşündüğümüz istasyonların bazılarının benzer şekilde ama çoğunlukla zıt yada farklı açılarda ve büyüklüklerde hız verisine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Euler Pole çözümünde ulaşılmak istenen, her bir istasyonun sanki bağımsız plaka gibi hareketlerini ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu nedenle ortaya çıkarılması beklenen ve çalışma alanı hakkında fikir verebilen yapının ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yerinde jeolojik gözlemlerle de birleştirilerek Şekil 4.23 te de görüldüğü üzere muhtemel fay haritası oluşturulmuştur. Bu bölgede halen devam eden Dokuz Eylül Üniversitesi BAP projesi kapsamında jeolojik ve jeofizik yöntemler ile yapının daha da netleştirilmesi düşünülmektedir. Bunlarla ilgili daha geniş bilgi tezin sonuç ve öneriler kısmında bahsedilmiştir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

GNSS verileri kullanılarak tektonik hareketlerin modellenmesi yoluyla Datça Grabeni ve çevresine ait olan 5 periyot ölçü yapılmıştır. Tektonik açıdan karmaşık bir yapıya sahip olan Datça Grabeni hakkında daha detaylı Jeodezik, Jeofizik ve Jeolojik yapı hakkında sonuçlara ulaşılmıştır.

Güneybatı Anadolu'da yer alan Datça yarımadası, dünyadaki kıtasal kabuğun tektonik olarak en aktif ve hızla deforme olan bölgelerinden biridir. Datça yarımadasında yer alan, Datça grabeni ve çevresinin, tektonik açıdan önemli bir örnek olması nedeniyle, oluşturulan mikro jeodezik amaçlı GNSS ağ noktalarında güncel hız verilerini belirlemek bu çalışmanın ana amacıdır.

Bu amaçla; ilk aşamada, Datça grabeni ve çevresinde jeolojik açıdan uygun dağılımlı olduğu değerlendirilen 17 adet GNSS istasyonundan oluşan bir çalışma alanı oluşturulmuştur. Yine çalışma alanının içerisinde bulunan ve oluşturulan ağ ile konum olarak tamamlayıcı olarak düşünülen DATC TUSAGA-Aktif istasyonu ile birlikte çalışma bölgesi 18 istasyon ile temsil edilmesi düşünülmüştür. Çalışma alanı, grabenin kuzey kesiminin sınırında yer alan Kızılan fay zonu ve güney kesimi sınırında yer alan Karaköy fay zonunu da içine almaktadır. Bu çalışmalara 2018 yılının Ağustos sonunda istikşaf çalışmaları ile başlanmış olup, birinci periyot ölçümleri Ekim 2018, ikinci periyot ölçümleri 2019 Mayıs ayında tamamlanmıştır. Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (Proje No: 2020.KB.FEN.021) desteği sonrasında üçüncü periyot Ekim 2020, dördüncü periyot Mayıs 2021 ve beşinci periyot ise Ekim 2021'de aynı GNSS günlerinde (Ekim ayı için 289.-294.DOY, Mayıs ayı için 146.-151.DOY) (DOY:Day of Year) gerçekleştirilmiştir. GNSS analiz çalışmalarında GAMIT/GLOBK akademik yazılımı kullanılarak Avrasya sabit çözümlerinde tüm istasyonların hızlarının güney batı yönünde olduğu ve çalışma alanındaki 17 istasyon için ortalama batı yönünde  $14.86 \pm 0.77$  mm/yıl, güney yönünde  $31.75 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü  $35.05$  mm/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyonlardan batı yönünde en büyük hız değeri KD10 noktasında  $17.67$  mm/yıl, en küçük hız değeri  $12.70$  mm/yıl olarak KD13 noktasında olduğu görülmüştür. Güney yönünde en büyük hız değeri  $35.07$  mm/yıl ile KD15 ve en küçük hız değerinin  $29.19$  mm/yıl ile KD09 numaralı noktalarda olduğu görülmüştür. 18. istasyon olarak gördüğümüz DATC istasyonundaki hız değeri  $34.52$  mm/yıl olarak gözükmektedir.

Yine çalışma bölgesi için ITRF14 çerçevesinde hız çözümü yapılmış olup, G ve GB yönlü olarak hız vektörleri oluşmuştur. Tüm istasyonların ortalama hızlarının, doğu yönünde  $10.24 \pm 0.77$  mm/yıl, güney yönünde  $-18.43 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü 21.08 mm/yıl olduğu görülmektedir. Mutlak anlamda en büyük hız değeri 12.35 mm/yıl ile KD13 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 7.37 mm/yıl KD10 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Güney yönünde en büyük hız değeri 21.75 mm/yıl ile KD15 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 15.89 mm/yıl ile KD09 nolu istasyonda tespit edilmiştir.

Datça grabeni ve çevresi için Euler hız alanı çözümleri için Reilenger ve ark. (2006)'dan yola çıkarak Anadolu bloğu çözümü yapılmış olup, tüm istasyonların ortalama hızlarının G yönünde  $-22.66 \pm 0.77$  mm/yıl, D yönünde  $-1.24 \pm 0.81$  mm/yıl ve aynı zamanda ortalama hız vektörü 22.69 mm/yıl olduğu görülmektedir. Yine doğu yönünde mutlak anlamda en büyük hız değeri 4.07 mm/yıl ile KD10 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 0.22 mm/yıl KD16 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Güney yönünde en büyük hız değeri  $-23.68$  mm/yıl ile KD07 nolu istasyonda, en küçük hız değeri 20.26 mm/yıl ile KD09 nolu istasyonda tespit edilmiştir.

Euler hız alanı çözümü için yine Reilenger ve ark. (2006)'dan Ege Bloğu çözümü yapılmış olup, çalışma bölgesinde doğu yönündeki en büyük hız değeri 2.27 mm/yıl ile KD10 istasyonunda gerçekleşmiş, en küçük hız değeri olarak KD09 ve KD11 istasyonlarında 0 mm/yıl (doğu yönünde hareket yok), kuzey yönünde ise yine çalışma alanı için en büyük hız değeri  $-2.32$  mm/yıl ile KD15 istasyonunda, en küçük hız değeri ise  $-0.02$  mm/yıl ile KD03 istasyonunda gerçekleşmiştir.

Nihai olarak Datça Grabeni ve çevresinde oluşturulan 17 istasyondan oluşan mikrojeodezik ağ ve DATC istasyonu ile birlikte 18 noktadan oluşan ağ yardımıyla Euler Pole dönüşüm katsayıları hesaplanmış olup, bunlar sayesinde istasyonların oluşturduğu plaka içi hareketleri hız vektörlerinin oluşturulması yoluyla gösterilmiştir. DEÜ.BAP.2020.KB.FEN.021 kapsamında çalışma bölgesinin Jeolojik olarak yerinde gözlenmesi ve gerekli arazi verilerinin de ışığında tüm bu hız çözümleri ile birlikte yorumlanması sonucunda Datça grabeni için detaylı aktif fay haritası oluşturulmuştur.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında tektonik olarak aktif olarak değerlendirilen bölge için, depremsellik açısından ileri aşamalarda başka tekniklerle elde edilecek verilerle birlikte değerlendirmek gerektiği kanaatine varılmıştır. Bu kapsamda olmak üzere bu tez çalışmasından hareketle 3. GNSS ölçüm periyodu ile başlatılan aynı zamanda bu teze de destek veren Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi

kapsamında halen devam eden; Datça Grabenini, ölçüm istasyonlarını ve Datça yarımadasını da kapsam içine alan, profil mikrogravite ölçümleri ile birlikte, Bouguer gravite anomali değerlerinin tespitine, Datça ve Çevresindeki Tektonik Elemanların gerçekleştirilen GNSS ve Mikrogravite Verileri ile değerlendirilmesine devam edilmektedir. Rölatif hız çözümlenmeleri ve Coulomb gerinim analizi ile birlikte bölgenin sismik riskini anlamaya yönelik önemli bir adım atılacaktır. Yapılacak bu çalışmaların sonucunda Datça grabeni ve çevresindeki sismik aktivitenin ortaya çıkardığı deformasyon ve bu deformasyona neden olan yeraltı yapısının modeli ile ilgili sonuçlar elde edilmiş olacaktır.





## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, M., 2010, Türkiye ulusal yatay kontrol ağı'nın kuzeybatı bölümünde yer kabuğu hareketleri nedeniyle oluşan deformasyonun yersel ve GPS ölçüleri ile araştırılması, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, İstanbul, 136.
- Akın, U. ve Üçer, A., 2013, Gökova Körfezi'nin havadan manyetik imzası, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 147, .169-178
- Allen, S. R. and Cas, R.A.F., 2002, Transport of pyroclastic flows across the sea during the explosive, rhyolitic eruption of the Kos Plateau Tuff, GREECE, *Bulletin of Volcanology*, 62(6-7), 441-456.
- Altunel, E., Stenwart, I. S., Piccardi, L. and Barka, A. A., 2003, Earthquake faulting at ancient Cnidus, SW Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12 (1), 137-151.
- Ambraseys, N. N. and Jackson, J. A., 1990, Seismicity and associated strain of central Greece between 1890 and 1988, *Geophysical Journal International*, 101(3), 663-708.
- Ambraseys, N. and Jackson, J., 1998, Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, *Geophys. J. Int.*, 133(2), 390-406.
- Armijo, R., Meyer, B. G. C. P., King, G. C. P., Rigo, A. and Papanastassiou, D., 1996, Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean, *Geophysical Journal International*, 126 (1), 11-53.
- Bozkurt, E., 2001, Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodin. Acta*, 14 (1), 3–30.
- Bozkurt, E. and Sözbilir, H., 2004, Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey, *Geological Magazine*, 141 (1), 63-79.
- Chaput, E., 1947, Türkiye'de jeolojik ve jeomorfojenik teknik seyahatları, *İ.Ü. Yay. No:324*. İstanbul.
- Çırmık, A., 2014, Determining the deformations in Western Anatolia with GPS and gravity measurements, Ph.D. Thesis, *Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences*, İzmir
- Çırmık A. ve Pamukçu O., 2017, Clarifying the interplate main tectonic elements of Western Anatolia, Turkey by using GNSS velocities and Bouguer gravity anomalies, *J. Asian Earth Sci.*, 148, 294-304.
- Çırmık, A., Pamukçu, O., Gönenç, T., Kahveci, M., Şalk M. and Herring T., 2017, Examination of the kinematic structures in İzmir (Western Anatolia) with repeated GPS observations (2009, 2010 and 2011), *J. African Earth Sci.*, 126, 1–12.
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Saroglu, F. A. M. C. and Şengör, A. M. C., 1986, Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone, *Geological Society, London, Special Publications*, 19 (1), 1-36.

- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979, Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 90 (1), 84–92.
- Dewey, J. F., 1988, Extensional collapse of orogens. *Tectonics*, 7 (6), 1123-1139.
- Dirik, K., Türkmenoğlu, A., Tuna, N. ve Dirican, M., 2003, Datça Yarımadası'nın neotektoniği, jeomorfolojisi ve bunların eski medeniyetlerin yerleşimi ve gelişimi üzerindeki etkisi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi AFP-00-07-03-13 No'lu Proje*.
- Emre, O., Duman, T.Y. ve Özalp, S., 2011, 1:250 000 ölçekli türkiye diri fay haritası serisi, Marmaris (NJ 35-15) paftası, Seri No:8, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, Ankara, Türkiye.
- Ercan, T., Günay, E., Baş, H. ve Can, B., 1984, Datça Yarımadasındaki Kuvaterner yaşlı volkanik kayaların stratigrafisi ve yapısı, *MTA Derg.*, 97, 45-46.
- Ersoy, Ş., 1990, Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi, *Jeoloji Mühendisliği*, 37, 5-16.
- Ersoy, Ş., 1991, Datça (Muğla) Yarımadasının stratigrafisi ve tektoniği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 34, 1-14.
- Ersoy, Ş., Altınok, Y. ve Yalçiner A.C., 2000, Güneybatı Anadolu'nun neoteknik yapılarına genel bir bakış ve bölgenin deprem etkinliği, III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 5-7 Ekim, Çanakkale.
- Floyd, M. A., Billiris, H., Paradissis, D., Veis, G., Avallone, A., Briole, P. And England, P. C., 2010, A new velocity field for Greece: Implications for the kinematics and dynamics of the Aegean, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 115 (B10).
- Gessner, K., Gallardo, L.A., Markwitz, V., Ring, U. and Thomson, S.N., 2013, What caused the denudation of the Menderes Massif: review of crustal evolution, lithosphere structure, and dynamic topography in southwest Turkey, *Gondwana Res*, 24 (1), 243–274.
- Goldsworthy, M., Jackson, J. and Haines, J., 2002, The continuity of active fault systems in Greece, *Geophysical Journal International*, 148 (3), 596-618.
- Göncü, T., 2008, Doğu Akdeniz jeofizik verilerinin analizi ve yorumu, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Bölümü*, İzmir, 95.
- Görür, N., Şengör, A. M. C., Sakinü, M., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F. Y. And Ersoy, Ş., 1995, Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: Implications for the opening of the Aegean Sea, *Geological Magazine*, 132 (6), 637-650.
- Grapher TM from Golden Software, LLC , (Surfer software) , URL 1, [www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com), [Ziyaret Tarihi 18.12.2022]
- Gürer, Ö.F., Yılmaz, Y., 2002, Geology of the Ören and surrounding areas, SW Anatolia, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 1-13.
- Grapenthin, R., 2019, Geodetic Methods and Modelling, Lecture 10a: Modelling Plate Kinematics, URL 2: [http://www.grapenthin.org/teaching/geodesy/lectures/lecture10a\\_plate\\_kinematics.pdf](http://www.grapenthin.org/teaching/geodesy/lectures/lecture10a_plate_kinematics.pdf), [Ziyaret Tarihi 18.12.2022]

- Herring, T. A., King, R. W., Floyd, M. A., and McClusky, S. C., 2018, GAMIT Reference Manual, GPS Analysis at MIT, Release 10.7, [http://geoweb.mit.edu/gg/GAMIT\\_Ref.pdf](http://geoweb.mit.edu/gg/GAMIT_Ref.pdf).
- Hollenstein, C., Müller, M. D., Geiger, A. and Kahle, H. G., 2008, Crustal motion and deformation in Greece from a decade of GPS measurements, 1993–2003, *Tectonophysics*, 449 (1-4), 17-40.
- İşık, V., 2012, Türkiye Jeolojisi, URL 3, <https://docplayer.biz.tr/9523419-Veyssel-isik-turkiye-deki-tektonik-birlikler.html>, [Ziyaret Tarihi: 14 Kasım 2022], URL 4, [\(http://80.251.40.59/](http://80.251.40.59/) [Ziyaret Tarihi: 14 Kasım 2022]
- İnce, M. N., 2019, Magnetostratigraphy and kinematic characteristics of datca graben (Muğla, SW Turkey), Msc. Thesis, *Middle East Technical University, The Graduate School of Natural And Applied Sciences*, Ankara, 78.
- Jackson J. ve McKenzie, D., 1988, Rates of active deformation in the Aegean Sea and surrounding regions, *Basin Res.*, 1 (3), 121–128.
- Kahle, H. G., Straub, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst, K. and Cross, P., 1998, The strain rate field in the eastern Mediterranean region, estimated by repeated GPS measurements, *Tectonophysics*, 294 (3-4), 237-252.
- Kahle, H., Cocard, M., Peter, Y. and Geiger, A., 1999, The GPS strain rate field in the Aegean Sea and western Anatolia, *Geophys. Res. Lett.*, 26 (16), 2513–2516.
- Kahle, H. G., Cocard, M., Peter, Y., Geiger, A., Reilinger, R., Barka, A. and Veis, G., 2000, GPS-derived strain rate field within the boundary zones of the Eurasian, African, and Arabian Plates, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105 (B10), 23353-23370.
- Kahveci, M., Çırmık, A., Doğru, F., Pamukçu, O., Gönenç, T., 2019, Subdividing the tectonic elements of Aegean and Eastern Mediterranean with gravity and GPS data, *Acta Geophysica*, 67, 491–500.
- Kahveci, M. ve Yıldız, F., 2022, GPS/GNSS uydularla konum belirleme sistemleri teori ve uygulama, 11. Basım, *Nobel*, Ankara, Türkiye.
- Kahveci, M., Pamukçu, O., Çırmık, A. Y. and Gönenç, T., 2013, Using GPS data together with geophysical data: a case study from a seismically active region, Izmir. In *2013 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)*, 231-236.
- Kapan-Yeşilyurt, S. ve Taner, G., 2002, Datça yarımadasının geç Pliyosen pelecypoda ve gastropoda faunası ve stratigrafisi (Muğla-Günaybatı Anadolu), *MTA Derg.*, 89-125.
- Kartal, A., 2020, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun doğu kesimindeki tektonik hareketlerin blok modelleme ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 90.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, *MTA dergisi*, URL 5, <https://docplayer.biz.tr/9523419-Veyssel-isik-turkiye-deki-tektonik-birlikler.html> [Ziyaret Tarihi: 07 Aralık 2022]
- Kayan, İ., 1988, Late Holocene sea-level changes on the Western Anatolian coast, paleogeography, paleoclimatology, paleoecology, 68, 205-218.

- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. and Bozkurt, E., 1999, Evidence from the Gediz Graben for episodic two-stage extension in western Turkey, *J. Geol. Soc.*, 156, 605-616.
- Kurt, H., Demirbağ, E. and Kuşçu, İ., 1999, Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf Gökova, Southwest Anatolia-Southcast Aegean Sea, by Multi-Channel Seismic Reflection Data, *Tectonophysics*, 305, 477-496.
- Kurt, A.İ., Özbakır, A.D., Cingöz, A., Ergintav, S., Doğan, U. and Özarpacı, S., 2022, Contemporary velocity field for Turkey inferred from combination of a dense network of long term GNSS observations, *Turkish Journal of Earth Sciences*, doi:10.55730/yer-2203-13
- Le Pichon, X. and Angelier, J., 1979, The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, 60, 1-42
- Le Pichon, X., Lybérís, N., Angelier, J. and Renard, V., 1982, Strain distribution over the east Mediterranean ridge: A synthesis incorporating new Sea-Beam data, *Tectonophysics*, 86 (1-3), 243-274.
- Makris, J., 1978, The crust and upper mantle of the Aegean region from deep seismic soundings, *Tectonophysics*, 46 (3-4), 269-284.
- Mart, Y. and Ryan, W., 2003, The tectonics of Cyprus Arc: a model of complex continental collision. *In EGS-AGU-EUG Joint Assembly*, 2282 p.
- McClusky S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. and Veis G., 2000, Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *J Geophys Res*, 105, 5695-5719.
- Mcclusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I. and Veis, G., 2000, Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105 (B3), 5695-5719.
- McKenzie, D., 1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding region, *Geophys J R Astr Soc*, 55, 217-254.
- McKenzie, D. P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean Region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- Mercier, J. L., Sorel, D., Vergely, P. And Simeakis, K., 1989, Extensional tectonic regimes in the Aegean basins during the Cenozoic, *Basin research*, 2 (1), 49-71.
- Meulenkamp J.E., Wortel W.J.R., Van Wamel W.A., Spakman W., Hoogerduyn Strating E., 1988, On the Hellenic subduction zone and geodynamic evolution of Crete in the late middle Miocene. *Tectonophysics*, 146, 203-215.
- Nyst, M., Thatcher, W. ,2004, New constraints on the active tectonic deformation of the Aegean. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109 (B11).
- Ocakoğlu, N., Nomikou, P., İşcan, Y., Loreto, M. F., ve Lampridou, D. (2018). Evidence of extensional and strike-slip deformation in the offshore Gökova-Kos area affected by the July 2017 Mw6. 6 Bodrum-Kos earthquake, eastern Aegean Sea. *Geo-Marine Letters*, 38(3), 211-225.

- Oral M. B., Reilinger R. E., Toksöz M.N., Kong R. W., Barka A.A., Kınık İ., Lenk O., 1995, Global positioning system offers evidence of plate motions in eastern Mediterranean, *EOS Transac.* 76/9.
- Orombelli, G., Lojez, G. P. and Rossi, L. A., 1967, Preliminary notes on the Datça Peninsula (SW Turkey), *Lincei Rend. Sc. Fis. Mat. E Nat.*, XLII, 830-841.
- Pamukçu, O., Geodynamic assessment of Eastern Mediterranean region: a joint gravity and seismic b value approach. *Arabian Journal of Geosciences*, 2016, 9.5: 1-13.
- Pamukçu, O., Doğru, F. And Çırmık, A., 2021, Seismic a and b-values and crustal parameters of Samos Island-Aegean Sea, Lesvos Island – Karaburun, Kos Island – Gökova Bay earthquakes, *Turkish Journal of Earth*, 833-850.
- Philippson A., 1915, Reisen und Forschungen im Westlichen Kleinasien S; Karien Sudlichdes Maander und das Westlichen Lykien. Erg. Heft. 183, zu petermanns Mitteilungen, Gotha, 135p.
- Poyraz, F., Taneli, E., Bulut, F., Doğru, A. and Özener, H., 2018, Slip distribution and source parameters of the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (Mw6.6) from GPS observations, *Geodinamica Acta*, 30 (1), 1-14.
- Reid, H. F., 1910, The mechanics of the earthquake, In lawson, A. C., chmn., The California earthquake of april 18, 1906, *Carnegie institute Washington publication* 87, 2, 192.
- Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, R. W., Toksoz, M. N., Barka, A. A. and Sanlı, I., 1997, Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 102 (B5), 9983-9999.
- Reilinger, R., McClusky, S. and Vernant, P., 2006, GPS constraints on continental deformation in the Africa Arabia Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 111 (B5).
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R. and Karam, G., 2006, 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*, 111(B5).
- Reilinger R, McClusky S, Paradissis D, Ergintav, S. and Vernant, P., 2010, Geodetic constraints on the tectonic evolution of the Aegean region and strain accumulation along the Aegean subduction zone, *Tectonophysics*, 488, 22-30.
- Rossi, L, A., 1966, La Geologia della Peninsula De Datça (Turchia), Doctorate thesis, *Milano Univ. Italy*.
- Seyitoglu G. ve Scott, B., 1991, Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey, *Geo. Mag.*, 128 (2), 155–166.
- Smith WHF, Sandwell, D. T., 1997, Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, *Science*, 277, 1957-1962.
- Smith, P.E., York, D., Chen, Y. and Evensen, N. M., 1996, Single crystal “Ar-“Ar dating of a Late Qauternary paroxysm on Kos, Greece: concordance of terrestrial and marine ages, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 3047-3050.

- Sözbilir, H., 2001, Extensional tectonics and the geometry of related macroscopic structures: field evidence from the Gediz detachment, western Turkey, *Turkish J. Earth Sci.*, 10 (2), 51–67.
- Sözbilir, H., Sarı, B., Uzel, B., Sümer, Ö. and Akkiraz, S., 2011, Tectonic implications of transtensional supradetachment basin development in an extension parallel transfer zone: the Kocaçay Basin, western Anatolia, Turkey, *Basin Res.*, 23 (4), 423–448.
- Stiros, S. C., 2000, Fault pattern of Nisyros Island volcano (Aegean Sea, Greece): structural, coastal and archaeological evidence. *Geological Society, London, Special Publications*, 171 (1), 385-397.
- Şengör, A. C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75 (3-4), 181-241.
- Şengör, A. M. C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 37, 227-264.
- Şengör, A. M. C., 1987, Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey, *Geological Society, London, Special Publications*, 28 (1), 575-589.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H. and Jackson, J., 1991, Source parameters of large earthquakes in the East Anolian fault zone (Turkey), *Geophys J Int.*, 106, 537-550.
- Taymaz, T. ve Jackson, J., 1991a, Active tectonics of the north and central Aegean Sea, *Geophys. J. Int.*, 106 (2), 433–490.
- Taymaz, T., Jackson, J.A. and McKenzie, D., 1991b, Active tectonics of the North and central Aegean Sea, *Geophysical J. Int.*, 106, 433-90.
- Tintant, H., 1954., Etudes sur la microfaune du Neogene de Turquie: 1-La Microfaune du Pliocene de Datça, *Bull.Scient. Borgonne*, 14, 185-208.
- Tiryakioğlu, İ., 2012, GNSS ölçüleri ile Güneybatı Anadolu'daki blok hareketleri ve gerilim alanlarının belirlenmesi, *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul*, 173.
- Tiryakioğlu, İ., Aktuğ, B., Yiğit, C. Ö., Yavaşoğlu, H. H., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Slip distribution and source parameters of the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (Mw6.6) from GPS observations, *Geodinamica Acta*, 2018, Vol.30, No.1, 1-14.
- Uluğ, A., Duman, M., Ersoy, Ş., Özel, E. and Avcı, M., 2005, Late Quaternary sea-level change, sedimentation and neotectonics of the Gulf of Gökova: Southeastern Aegean Sea, *Marine Geology*, 221(1-4), 381-395.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z. And Elmas, A., 2000, When did the western Anatolian grabens begin to develop? *Geological Society, London, Special Publications*, 173 (1), 353-384.
- Yolsal-Çevikbilen, S., Taymaz, T. and Helvacı, C., 2014, Earthquake mechanisms in the Gulfs of Gökova, Sığacık, Kuşadası, and the Simav Region (western Turkey): Neotectonics, seismotectonics and geodynamic implications, *Tectonophysics*, 635, 100-124.

URL-6, 2021, <https://www.nkfu.com/deprem-kusaklari-dereceleri-yerleri-ve-haritalari-turkiye-ve-dunyadaki/> erişim tarihi: [Ziyaret Tarihi 20.12.2022]

URL-7, 2022, <http://udim.koeri.boun.edu.tr/zeqmap/gmapt.asp>, [Ziyaret Tarihi 18.12.2022]









```

Mean S1          : 38.63 (sd=8.98 n=87632)
Mean S2          : 38.25 (sd=8.81 n=79942)
No. of Rx clock offsets : 0
Total Rx clock drift : 0.000000 ms
Rate of Rx clock drift : 0.000 ms/hr
Avg time between resets : Inf minute(s)
Freq no. and timecode : 2 15259 007fc0
Report gap > than   : 10.00 minute(s)
      but < than    : 90.00 minute(s)
epochs w/ msec clk slip : 0
other msec mp events  : 0 (: 22) {expect ~= 1:50}
IOD signifying a slip : >400.0 cm/minute
IOD slips            : 9
IOD or MP slips      : 10
      first epoch  last epoch  sn1  sn2
SSN 21 10 16 06:02 21 10 16 14:06 38.63 38.25
      first epoch  last epoch  hrs  dt #expt #have %  mp1  mp2 o/slps
SUM 21 10 16 06:02 21 10 16 14:06 8.068 5 - 79942 - 0.37 0.38 7994

```

Processing parameters are:

```

Receiver tracking capability : unknown
Maximum ionospheric rate (L1) : 400.00 cm/min
Report data gap greater than : 10.00 min
      but less than          : 90.00 min
Expected rms of MP12 multipath : 65.00 cm
Expected rms of MP21 multipath : 65.00 cm
Multipath slip sigma threshold : 4.00 sigma
% increase in MP rms for C/A | A/S : 100.00 %
Points in MP moving averages : 50
Minimum signal to noise for L1 : 4
Minimum signal to noise for L2 : 4
Width of ASCII summary plot : 72
Data indicators on summary plot : yes
Do ionospheric observable : yes
Do ionospheric derivative : yes
Do multipath observables : yes
Do 1-ms receiver clock slips : yes
Tolerance for 1-ms clock slips : 1.00e-002 ms
Do receiver LLI slips : yes
Do plot file(s) : no

```

```

Observations start : 2021 Oct 16 06:02:50.000
Observations end   : 2021 Oct 16 14:06:50.000
Observation interval : 5.0000 second(s)

```

```

SV  ##hor <ele> ##mask <ele> #reprt #compl  L1  L2  P1  P2  C1
-----

```

C2

R04*	0	0.00	0	0.00	1762	1762	1762	1762	1762	1762	1762	0
G27*	0	0.00	0	0.00	1741	1737	1737	1737	1737	1737	1741	0
R19*	0	0.00	0	0.00	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	0
G08*	0	0.00	0	0.00	2454	2454	2454	2454	2454	2454	2454	0
G32*	0	0.00	0	0.00	1969	1969	1969	1969	1969	1969	1969	0
G10*	0	0.00	0	0.00	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	0
R18*	0	0.00	0	0.00	1216	1211	1211	1211	1211	1211	1216	0
R03*	0	0.00	0	0.00	488	487	488	487	488	487	488	0
G21*	0	0.00	0	0.00	3932	3919	3919	3919	3919	3919	3932	0
R05*	0	0.00	0	0.00	3415	3415	3415	3415	3415	3415	3415	0
G16*	0	0.00	0	0.00	1926	1885	1885	1885	1885	1885	1926	0
G22*	0	0.00	0	0.00	5066	5063	5063	5063	5063	5063	5066	0
G01*	0	0.00	0	0.00	4386	4371	4371	4371	4371	4371	4386	0
G03*	0	0.00	0	0.00	5482	5472	5472	5472	5472	5472	5482	0
R20*	0	0.00	0	0.00	3089	3088	3088	3088	3088	3088	3089	0
G31*	0	0.00	0	0.00	2688	2686	2686	2686	2686	2686	2688	0
R06*	0	0.00	0	0.00	4707	0	4703	0	4703	0	4707	0
G04*	0	0.00	0	0.00	4520	4519	4519	4519	4519	4519	4520	0
R21*	0	0.00	0	0.00	2761	2760	2760	2760	2760	2760	2761	0
G17*	0	0.00	0	0.00	2138	2080	2080	2080	2080	2080	2138	0
R15*	0	0.00	0	0.00	1574	1573	1573	1573	1573	1573	1574	0
R07*	0	0.00	0	0.00	3702	3701	3701	3701	3701	3701	3702	0
G09*	0	0.00	0	0.00	3556	3554	3554	3554	3554	3554	3556	0
R16*	0	0.00	0	0.00	2608	2603	2607	2603	2607	2603	2608	0
G19*	0	0.00	0	0.00	1714	1675	1675	1675	1675	1675	1714	0
R22*	0	0.00	0	0.00	2023	2021	2021	2021	2021	2021	2023	0
R09*	0	0.00	0	0.00	2682	2681	2681	2681	2681	2681	2682	0
G06*	0	0.00	0	0.00	2383	2379	2379	2379	2379	2379	2383	0
G07*	0	0.00	0	0.00	2383	2380	2380	2380	2380	2380	2383	0
R08*	0	0.00	0	0.00	1730	1729	1729	1729	1729	1729	1730	0
R10*	0	0.00	0	0.00	1717	0	1692	0	1692	0	1717	0
G30*	0	0.00	0	0.00	1498	1496	1496	1496	1496	1496	1498	0
R23*	0	0.00	0	0.00	1294	0	1289	0	1289	0	1294	0
G02*	0	0.00	0	0.00	1201	1114	1114	1114	1114	1114	1201	0
G20*	0	0.00	0	0.00	638	459	459	459	459	459	638	0
G14*	0	0.00	0	0.00	414	398	399	398	399	398	414	0

\* = SV with no NAV info (or not being used)

Obs reported w/ code | phase : 88158

Obs deleted (any reason) : 8216

Obs complete : 79942

		G   R	
% Obs	w/ no L1	: 0.9	0.1
% Obs	w/ no L2	: 0.9	20.9
% Obs	w/ no P1	: 0.9	0.1
% Obs	w/ no P2	: 0.9	20.9
% Obs	w/ no C1	: 0.0	0.0
% Obs	w/ low L1 S/N:	15.2	0.1

% Obs            w/ low L2 S/N: 15.0 0.0

No. of Rx clock offsets : 0

Total Rx clock drift    : 0.000000 ms

Rate of Rx clock drift   : 0.000000 ms/hr

MP12 RMS summary (per SV):

SV	obs	# del	<elev>	slips	L1 rx	L2 rx			
				MP12 rms	[m]	all	all	all	
G27*	1741	4	0.00	0.463594	0	0	0		
G08*	2454	0	0.00	0.357881	0	0	0		
G32*	1969	0	0.00	0.209986	0	0	0		
G10*	1085	0	0.00	0.341485	0	0	0		
G21*	3932	13	0.00	0.347278	0	0	0		
G16*	1926	41	0.00	0.637068	0	0	0		
G22*	5066	3	0.00	0.325316	0	0	0		
G01*	4386	15	0.00	0.379841	0	0	0		
G03*	5482	10	0.00	0.344880	0	0	0		
G31*	2688	2	0.00	0.431355	0	0	0		
G04*	4520	1	0.00	0.295187	0	0	0		
G17*	2138	58	0.00	0.515088	0	0	0		
G09*	3556	2	0.00	0.246655	0	0	0		
G19*	1714	39	0.00	0.607930	0	0	0		
G06*	2383	4	0.00	0.347664	0	0	0		
G07*	2383	3	0.00	0.284508	0	0	0		
G30*	1498	2	0.00	0.297120	0	0	0		
G02*	1201	87	0.00	0.485994	0	0	0		
G20*	638	179	0.00	0.866327	1	0	0		
G14*	414	16	0.00	0.782339	3	0	0		

\* = SV with no NAV info (or not being used)

mean MP12 rms        : 0.372460 m

# MP12 obs            : 50695

# MP12 slips         : 4

# Rvr L1 slips        : 0

# Rvr L2 slips        : 0

MP21 RMS summary (per SV):

SV	obs	# del	<elev>	slips	L1 rx	L2 rx			
				MP21 rms	[m]	all	all	all	
G27*	1741	4	0.00	0.455370	0	0	0		
G08*	2454	0	0.00	0.351417	0	0	0		
G32*	1969	0	0.00	0.240195	1	0	0		
G10*	1085	0	0.00	0.298529	0	0	0		
G21*	3932	13	0.00	0.365029	0	0	0		
G16*	1926	41	0.00	0.829865	1	0	0		
G22*	5066	3	0.00	0.323785	0	0	0		
G01*	4386	15	0.00	0.377029	2	0	0		

G03*	5482	10	0.00	0.366646	1	0	0
G31*	2688	2	0.00	0.425010	0	0	0
G04*	4520	1	0.00	0.304439	0	0	0
G17*	2138	58	0.00	0.500293	2	0	0
G09*	3556	2	0.00	0.238490	0	0	0
G19*	1714	39	0.00	0.721086	2	0	0
G06*	2383	4	0.00	0.353917	0	0	0
G07*	2383	3	0.00	0.262712	0	0	0
G30*	1498	2	0.00	0.277307	0	0	0
G02*	1201	87	0.00	0.508971	0	0	0
G20*	638	179	0.00	0.670766	3	0	0
G14*	414	16	0.00	0.845394	6	0	0

\* = SV with no NAV info (or not being used)

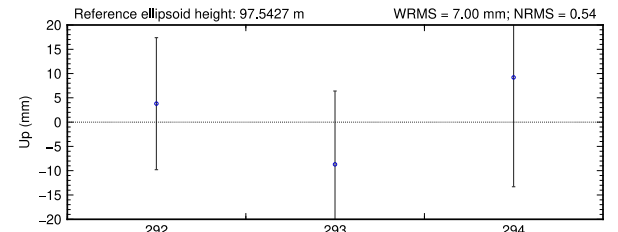
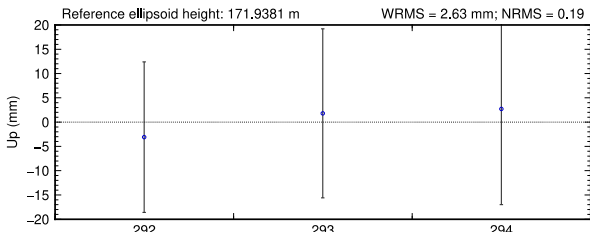
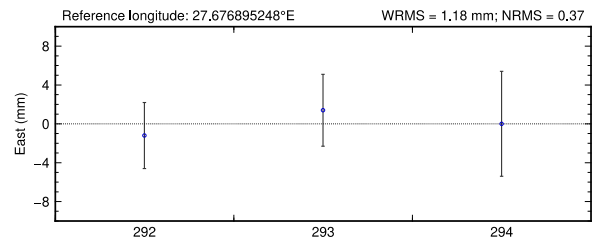
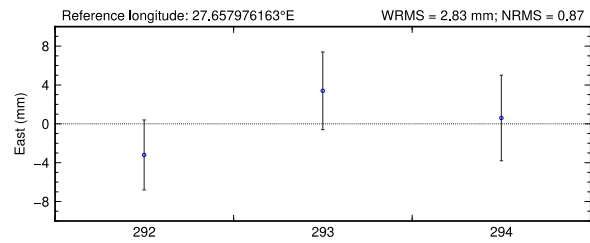
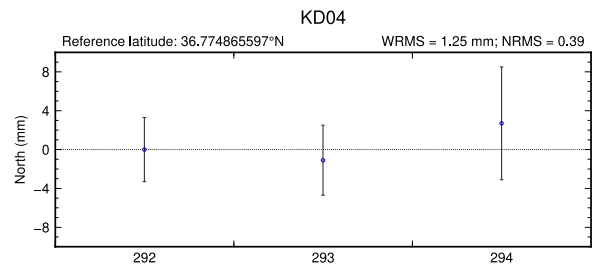
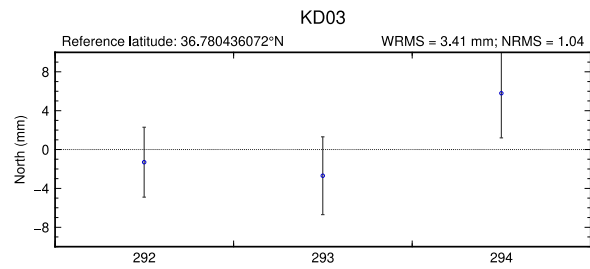
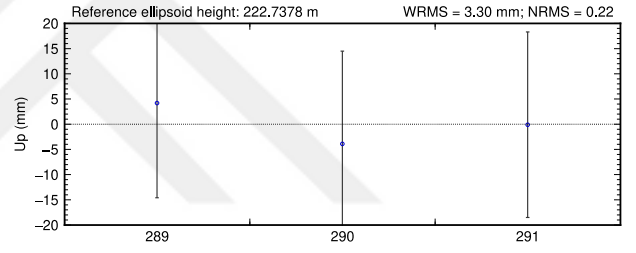
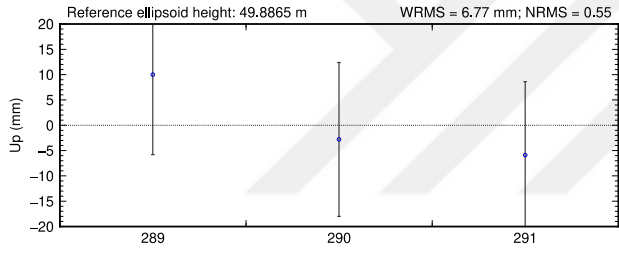
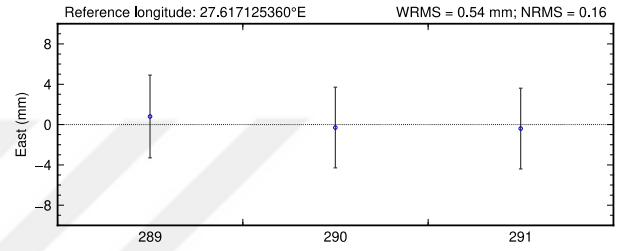
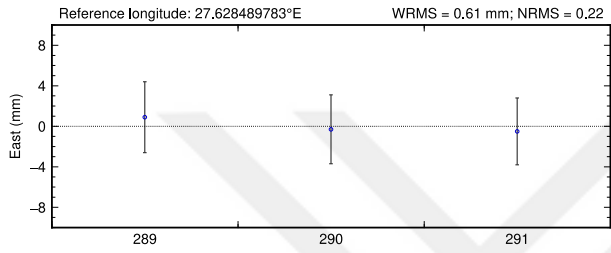
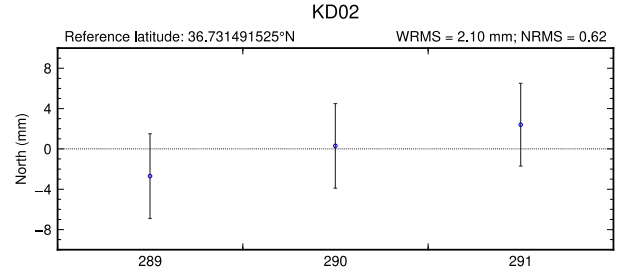
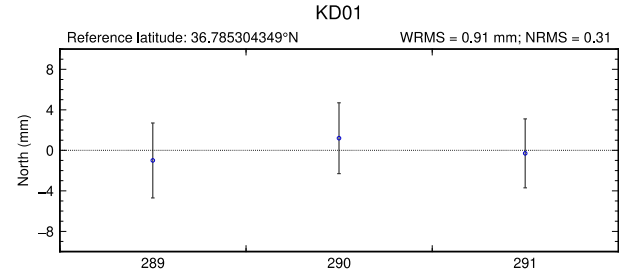
mean MP21 rms : 0.383577 m  
# MP21 obs : 50695  
# MP21 slips : 18  
# Rvr L1 slips : 0  
# Rvr L2 slips : 0

## Ortalama Multipath Değerleri (Beşinci periyotta bir gün gösterilmiştir.)

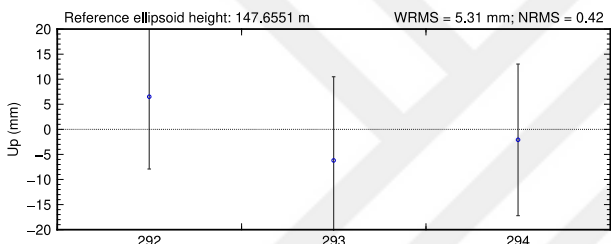
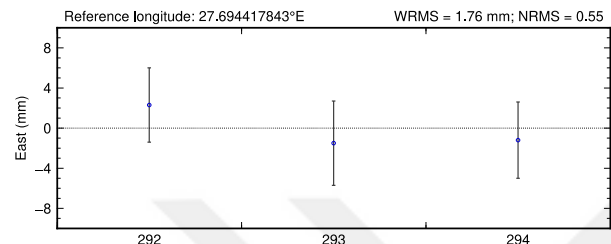
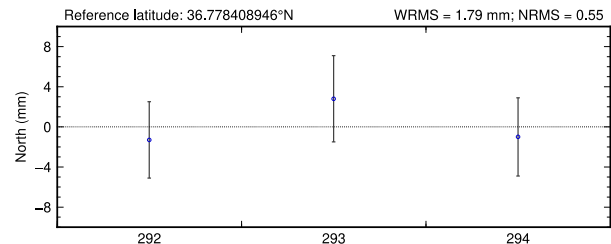
kd012900.21o	mean MP21 rms : 0.374526 m
kd022900.21o	mean MP51 rms : 0.209298 m
kd032930.21o	mean MP21 rms : 0.299423 m
kd042930.21o	mean MP21 rms : 0.287161 m
kd052930.21o	mean MP21 rms : 0.318012 m
kd062930.21o	mean MP21 rms : 0.580621 m
kd072900.21o	mean MP51 rms : 0.536531 m
kd082930.21o	mean MP21 rms : 0.413193 m
kd092930.21o	mean MP21 rms : 0.258577 m
kd102900.21o	mean MP51 rms : 0.304855 m
kd112900.21o	mean MP21 rms : 0.296808 m
kd122930.21o	mean MP21 rms : 0.603451 m
kd132900.21o	mean MP21 rms : 0.338829 m
kd142930.21o	mean MP21 rms : 0.575001 m
kd152890.21o	mean MP21 rms : 0.398537 m
kd162900.21o	mean MP21 rms : 0.448629 m
kd172900.21o	mean MP51 rms : 0.217643 m

## EK-2: Periyot Ölçümleri Günlük Zaman Serileri

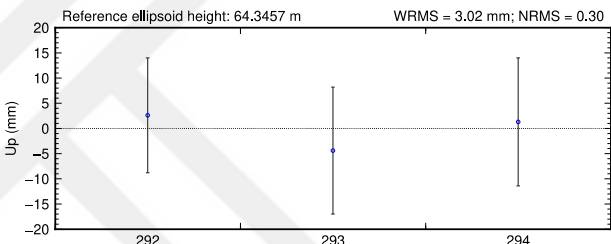
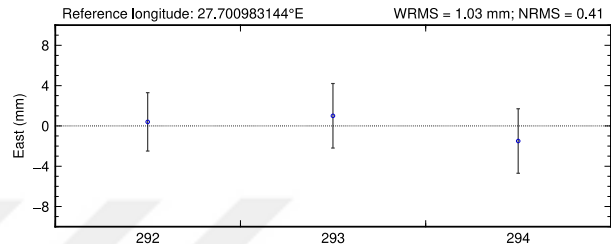
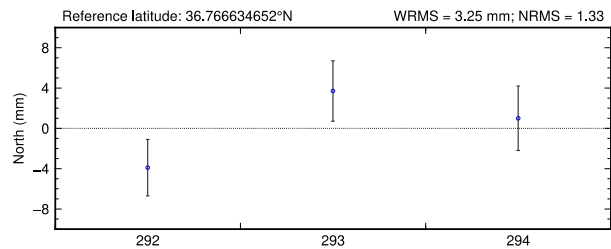
### BİRİNCİ PERİYOT ÖLÇÜMLERİ GÜNLÜK ZAMAN SERİLERİ



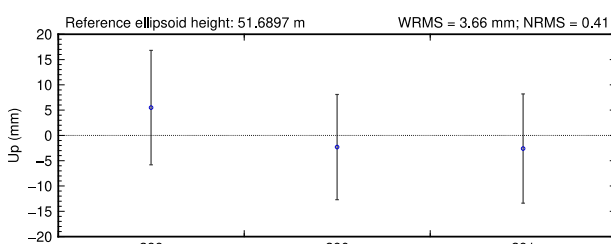
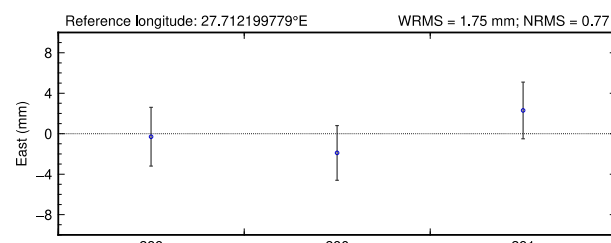
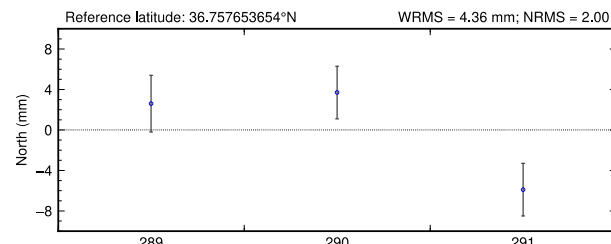
KD05



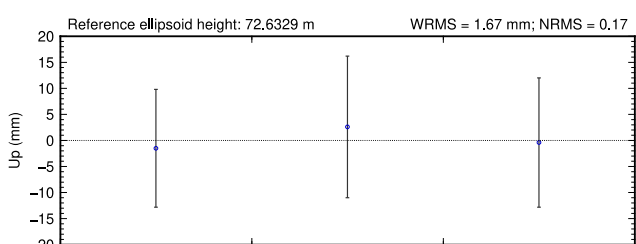
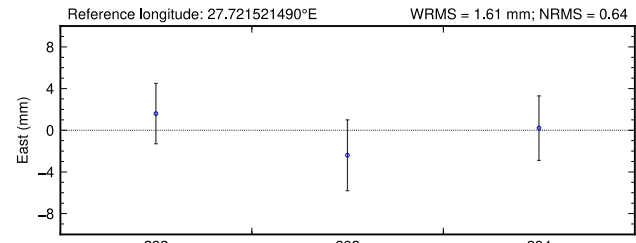
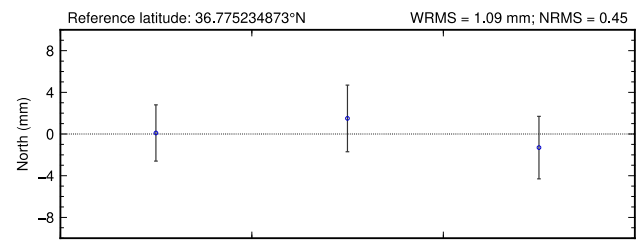
KD06



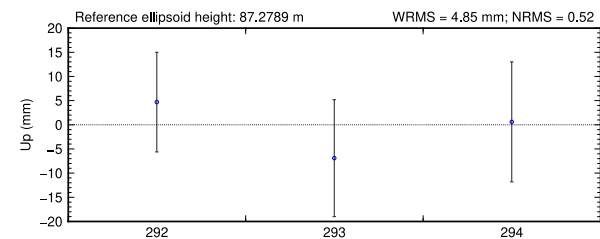
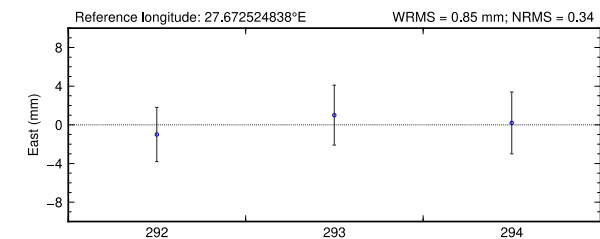
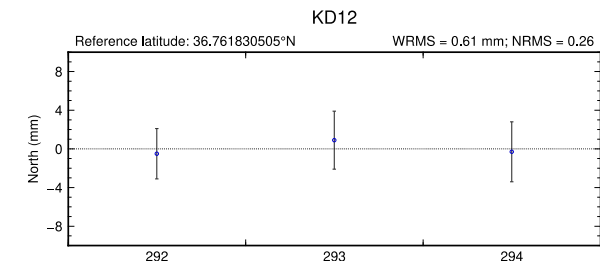
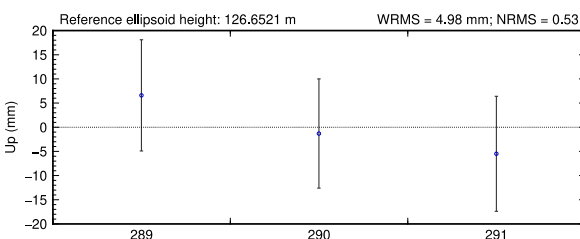
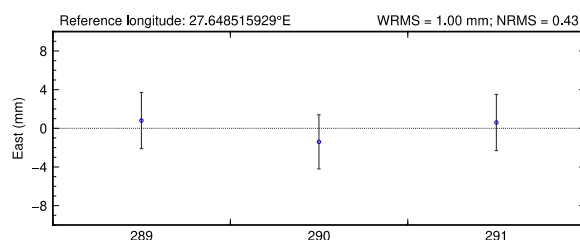
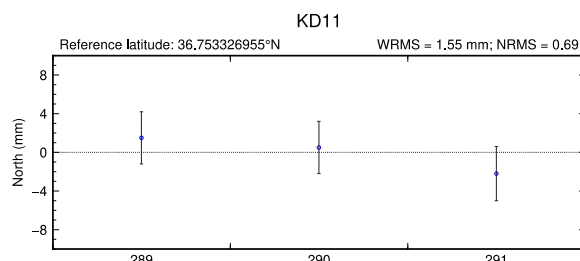
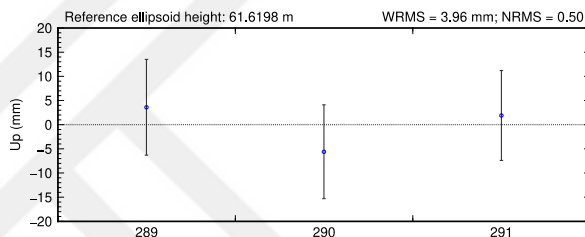
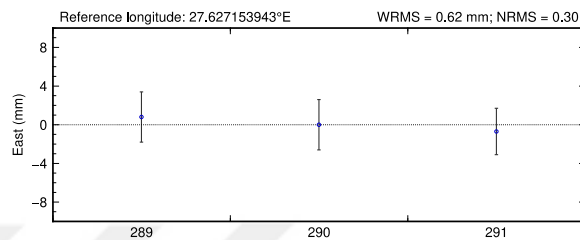
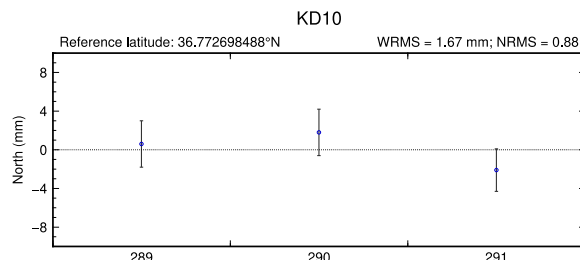
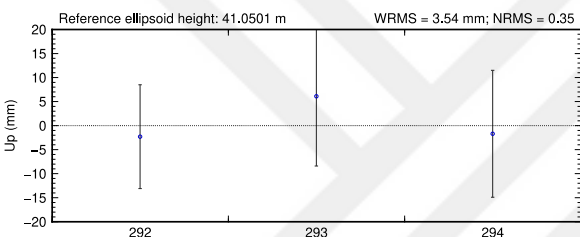
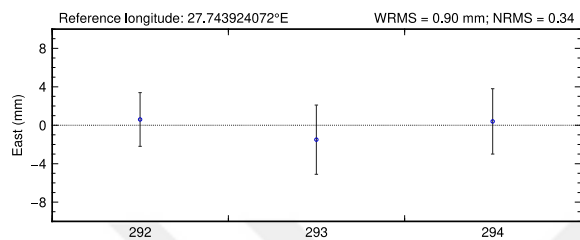
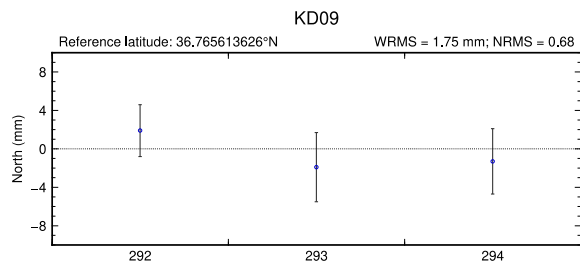
KD07



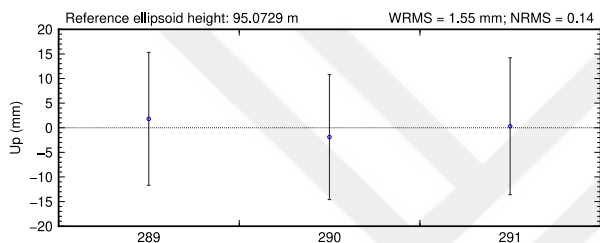
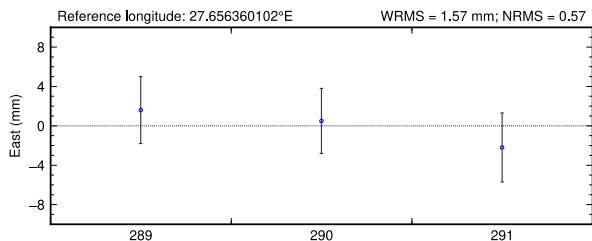
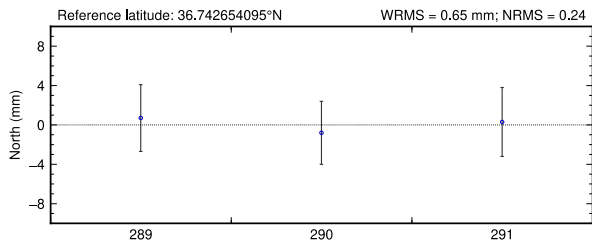
KD08



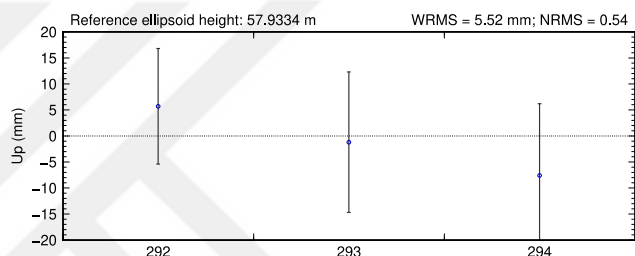
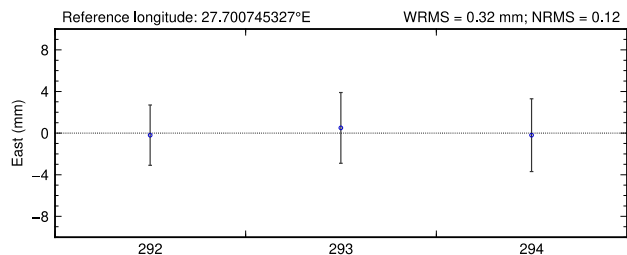
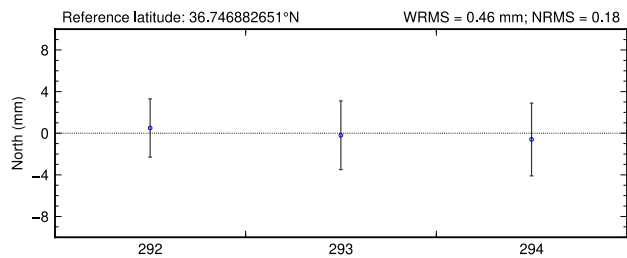




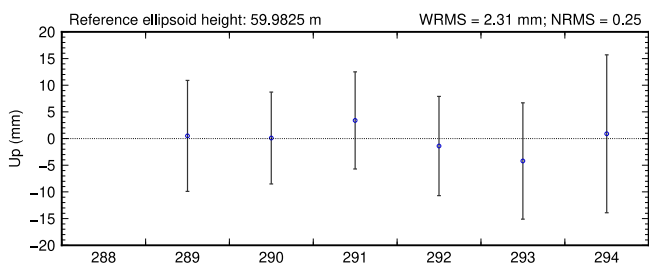
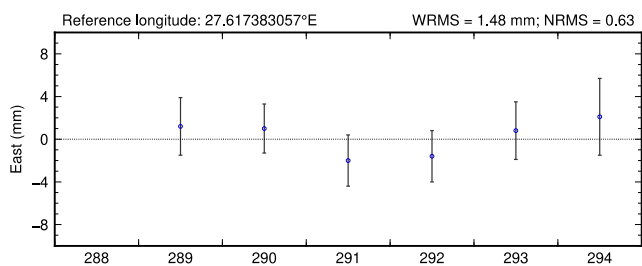
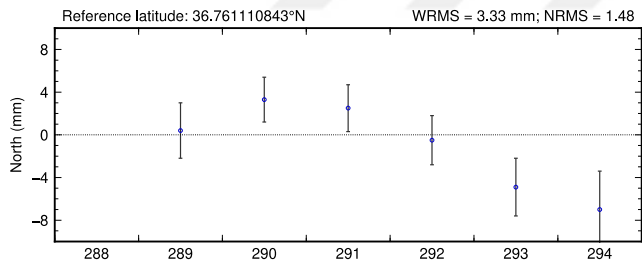
KD13



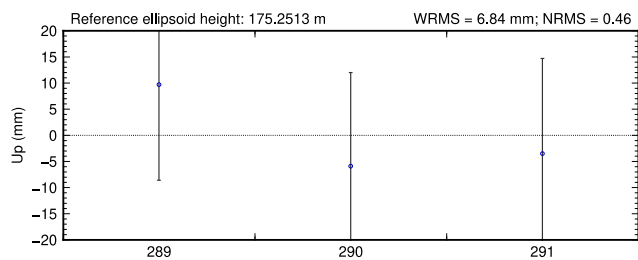
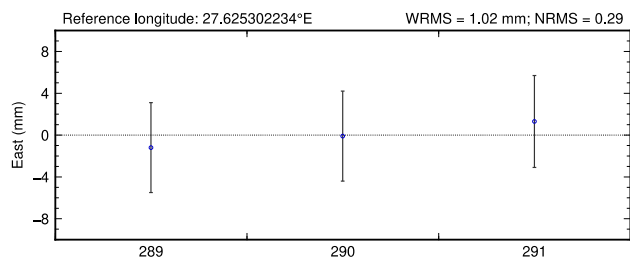
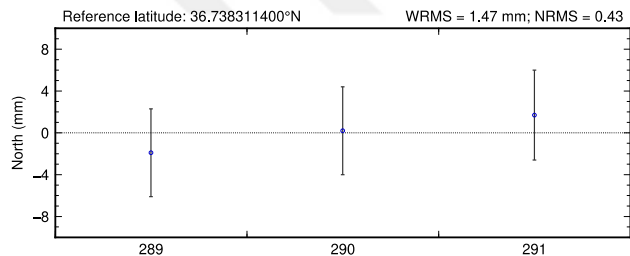
KD14



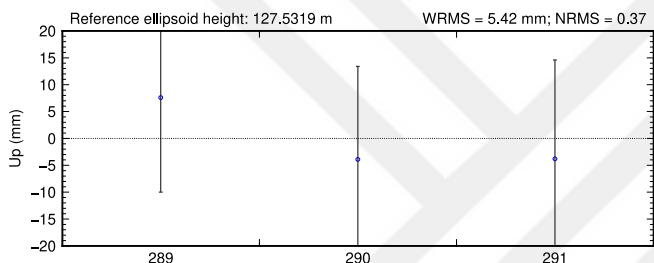
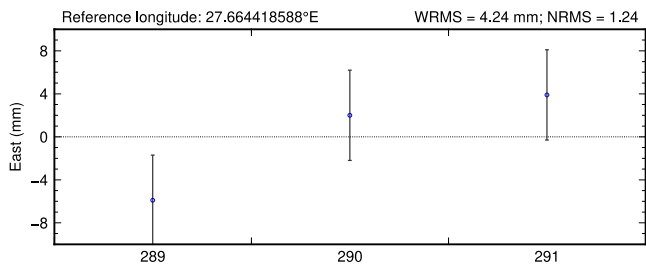
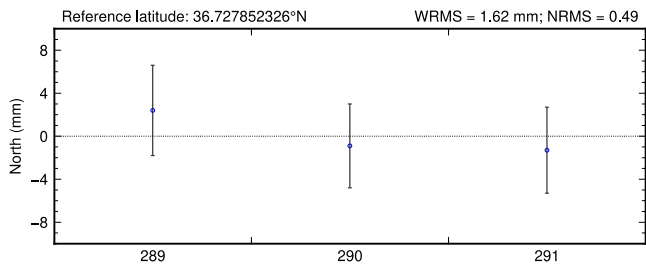
KD15



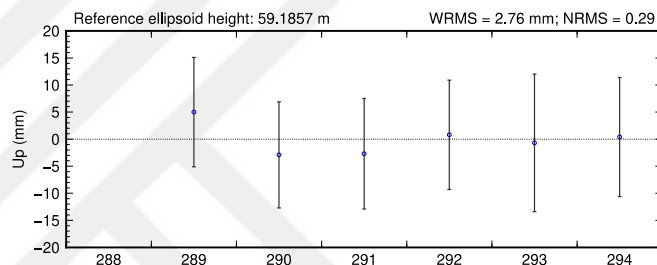
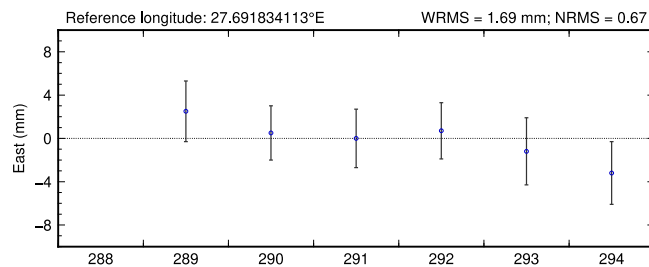
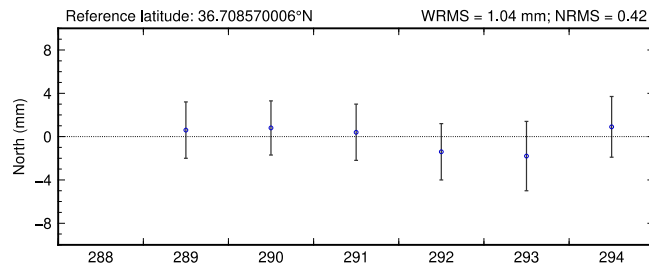
KD16



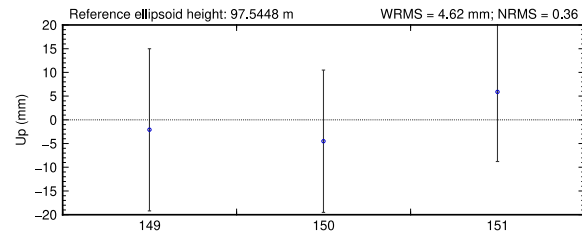
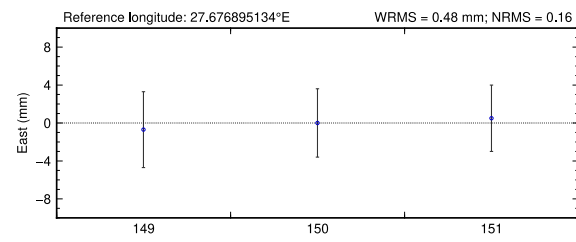
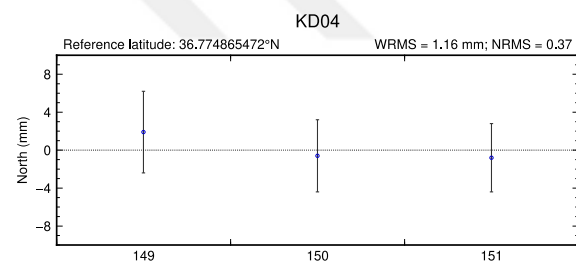
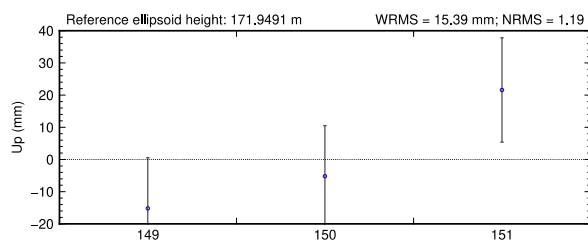
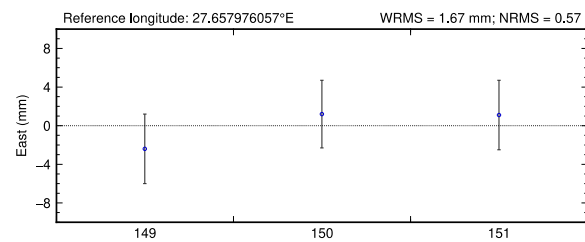
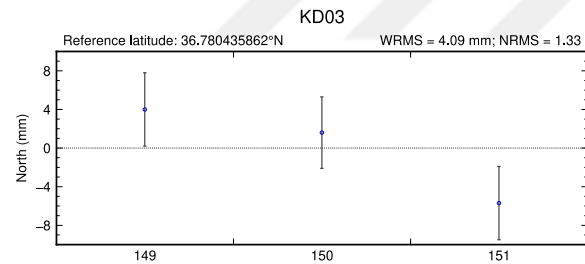
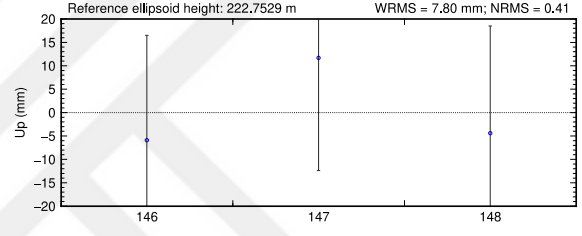
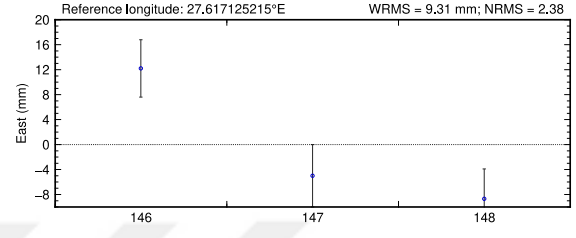
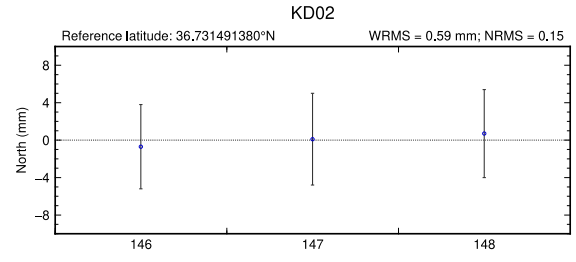
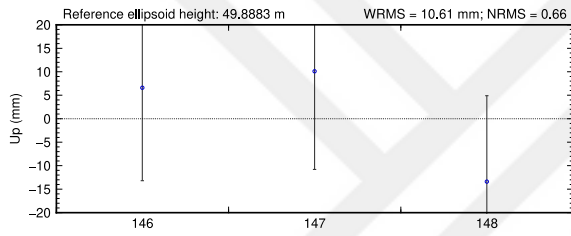
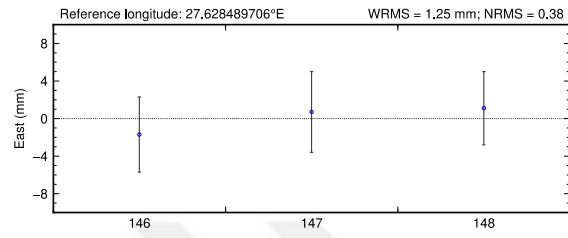
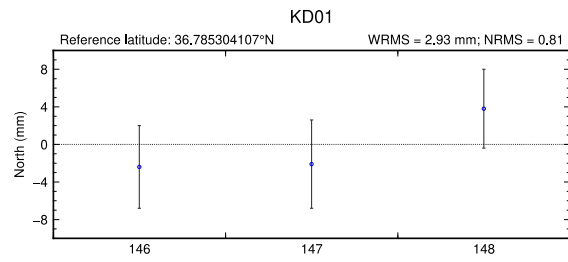
KD17

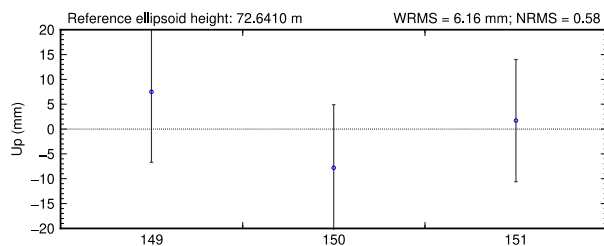
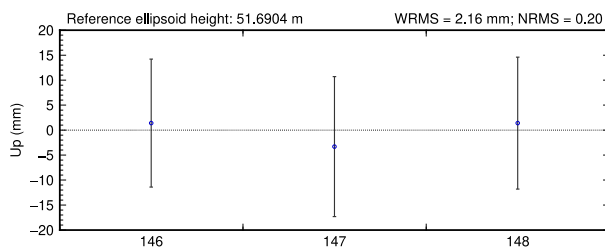
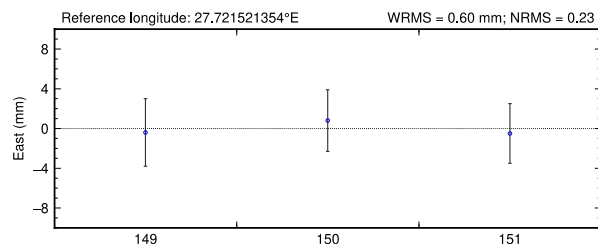
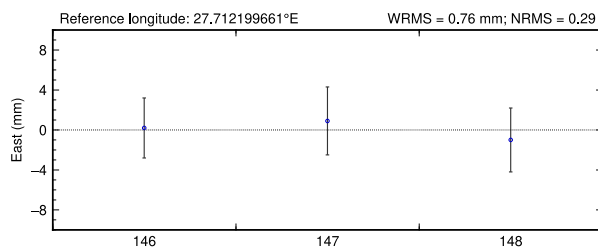
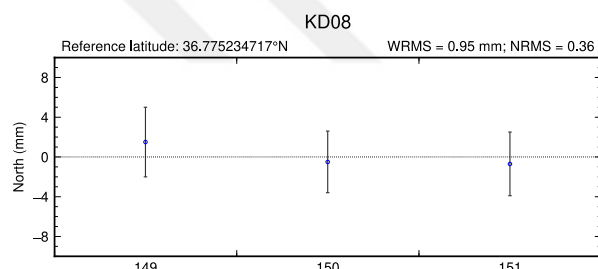
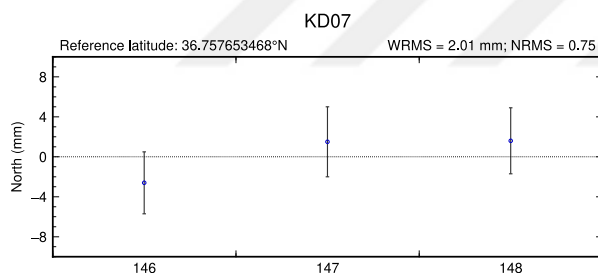
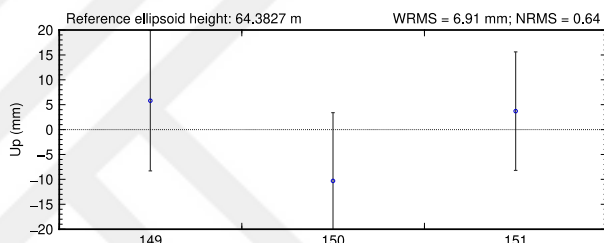
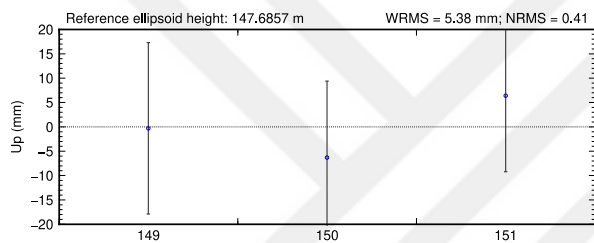
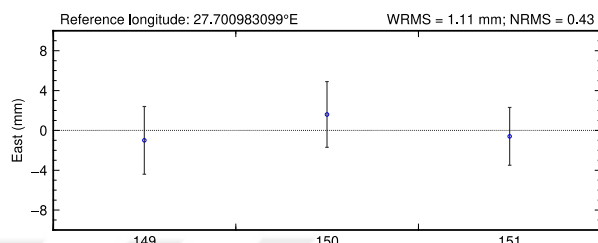
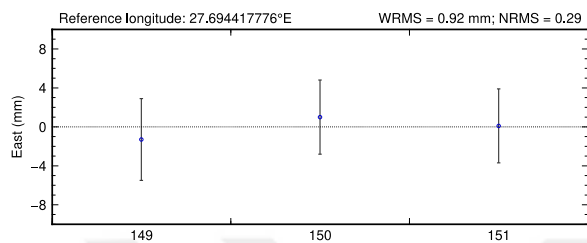
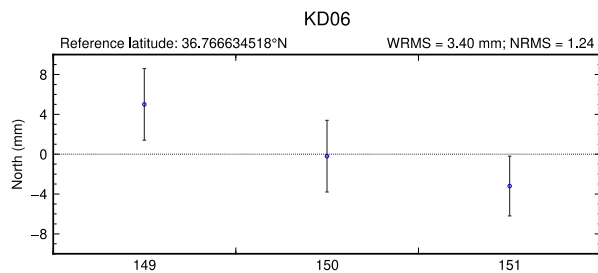
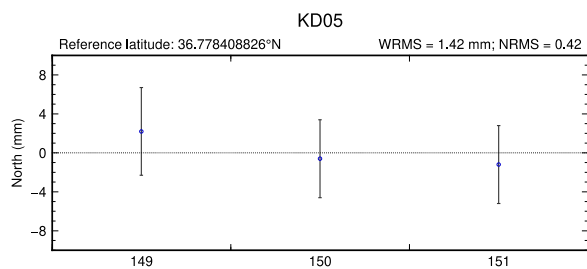


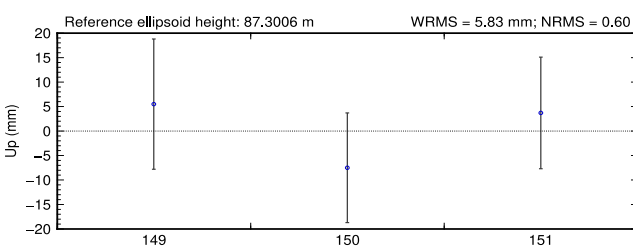
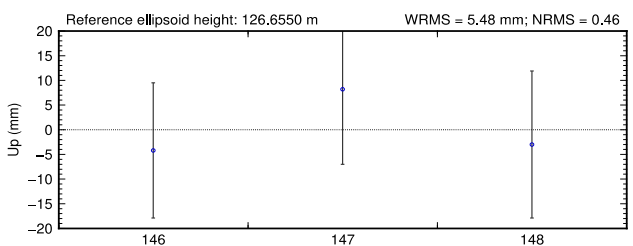
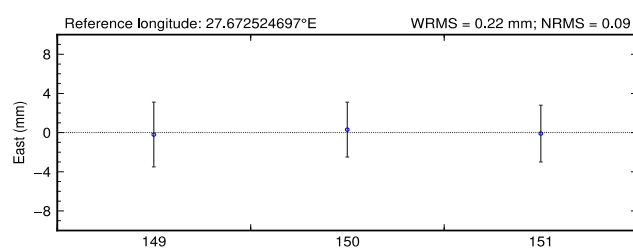
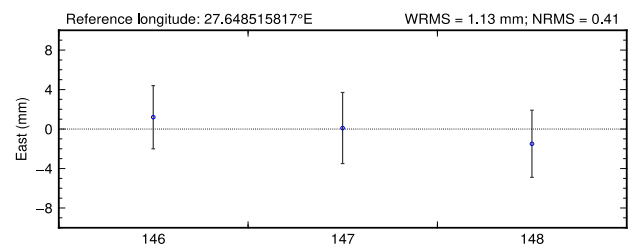
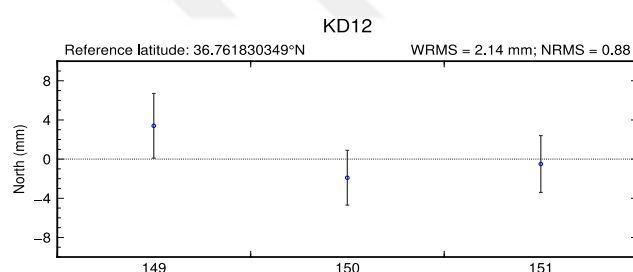
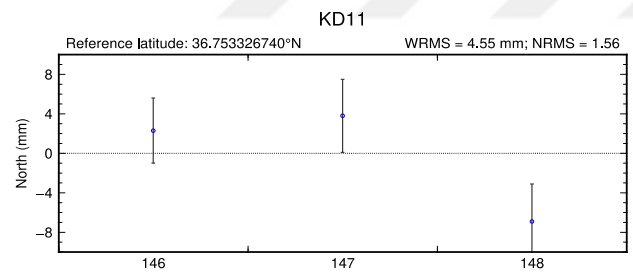
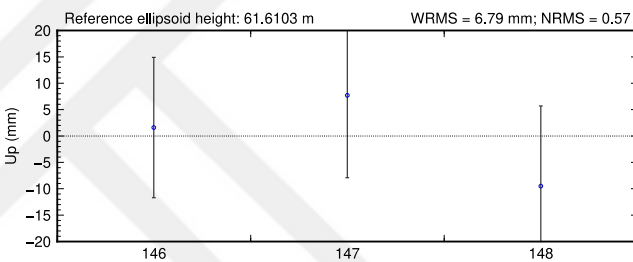
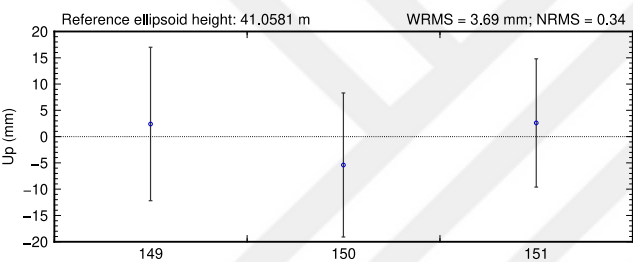
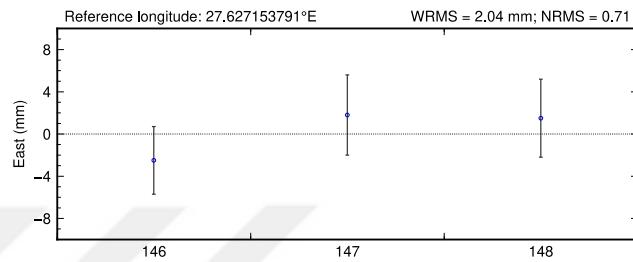
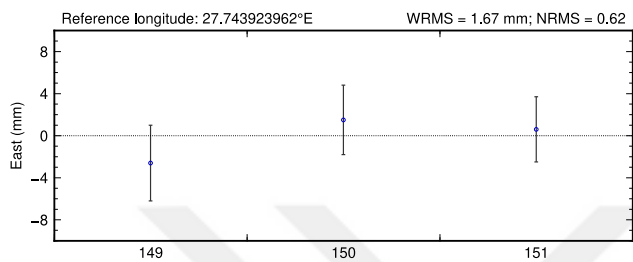
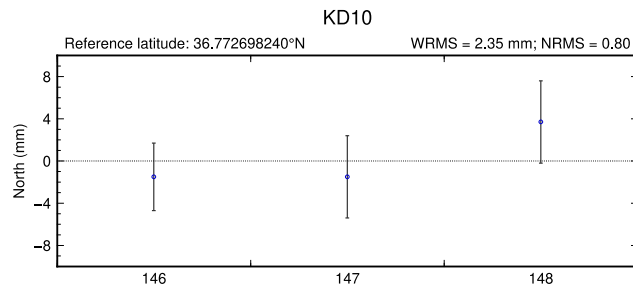
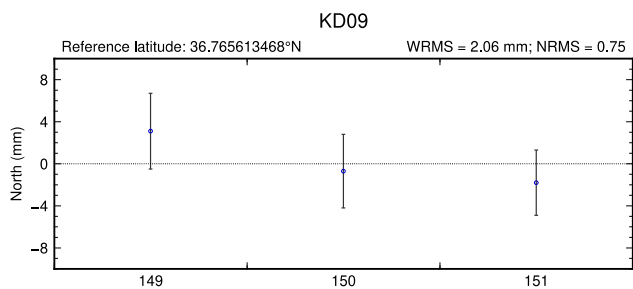
DATC

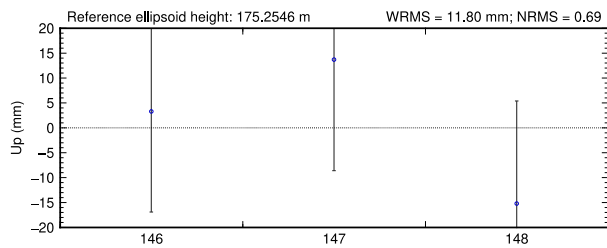
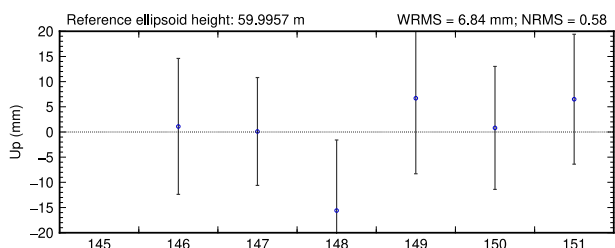
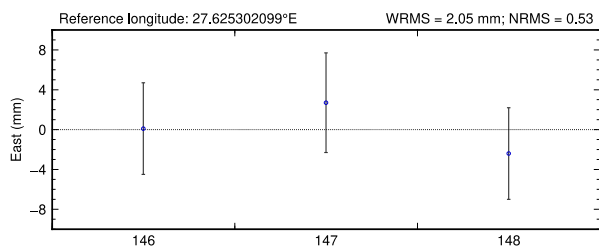
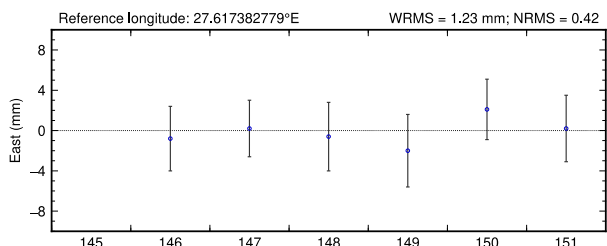
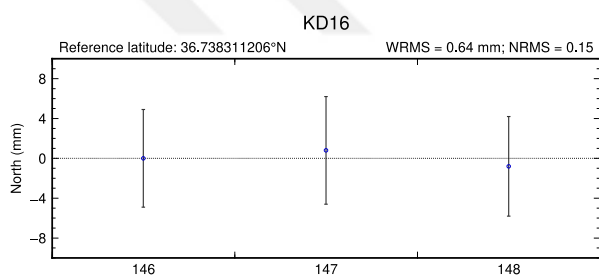
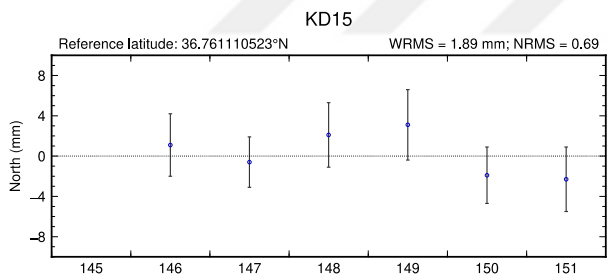
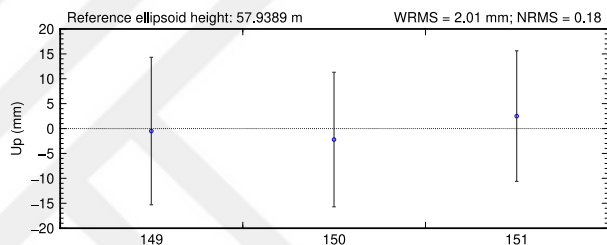
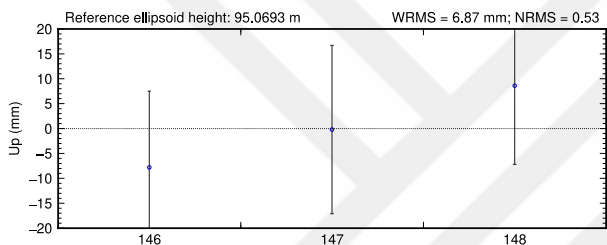
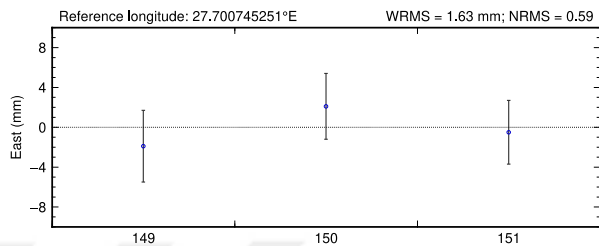
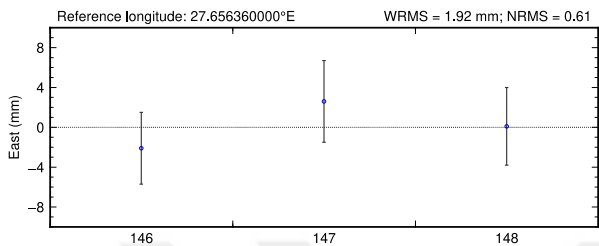
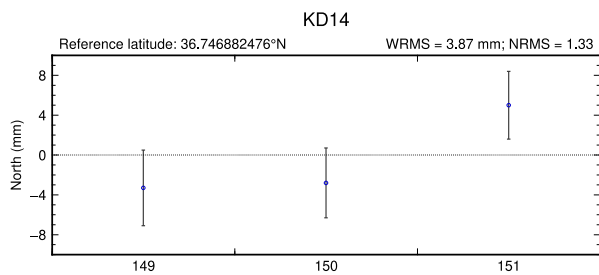
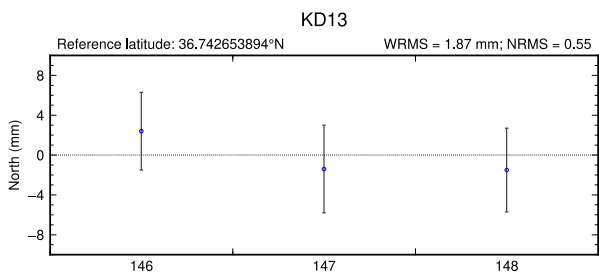


## İKİNCİ PERİYOT ÖLÇÜMLERİ GÜNLÜK ZAMAN SERİLERİ

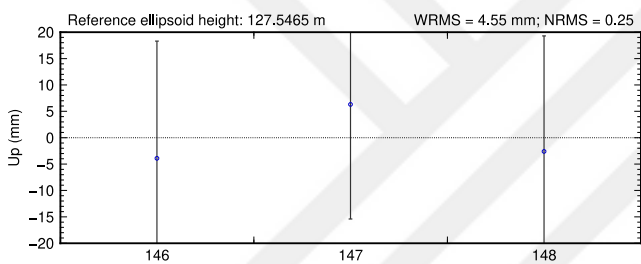
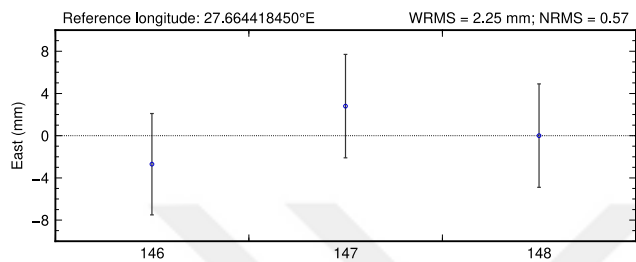
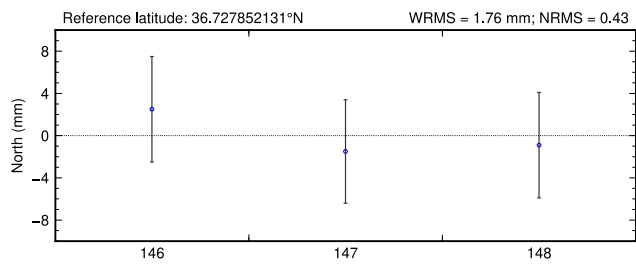




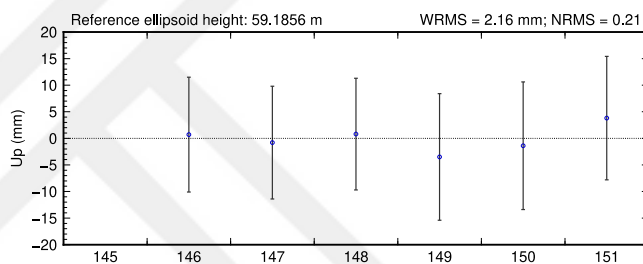
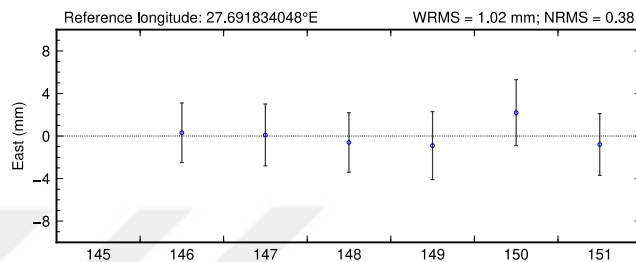
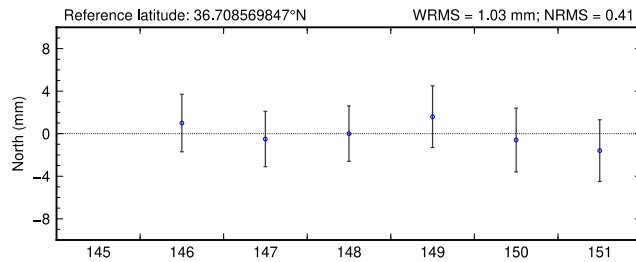




KD17



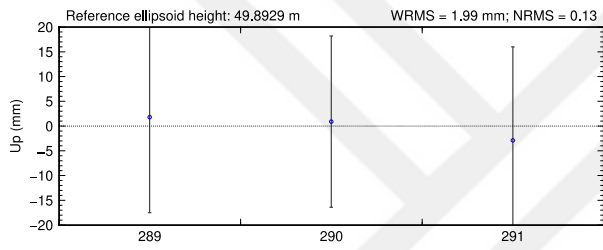
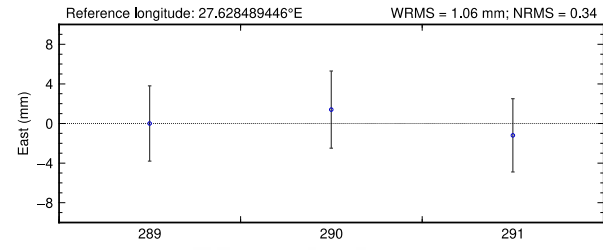
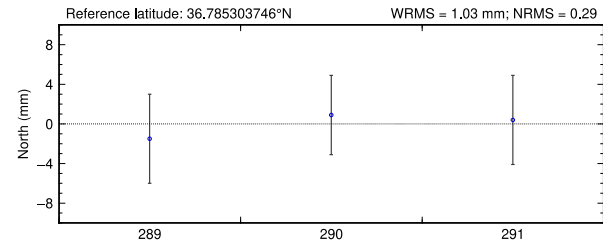
DATC



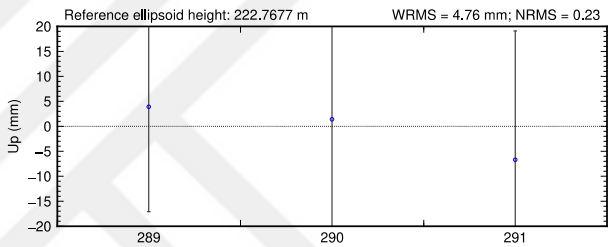
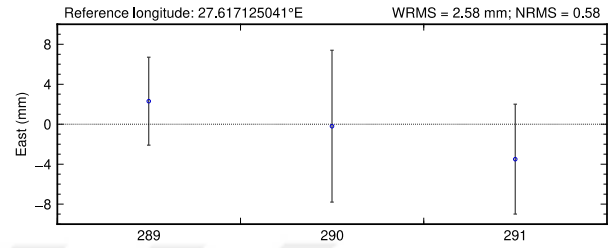
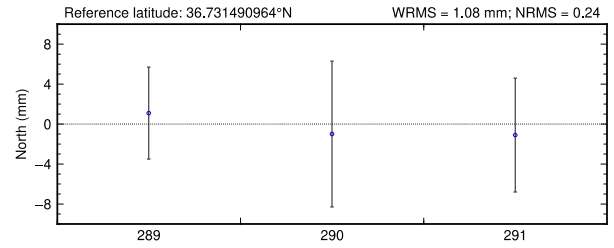


## ÜÇÜNCÜ PERİYOT ÖLÇÜMLERİ GÜNLÜK ZAMAN SERİLERİ

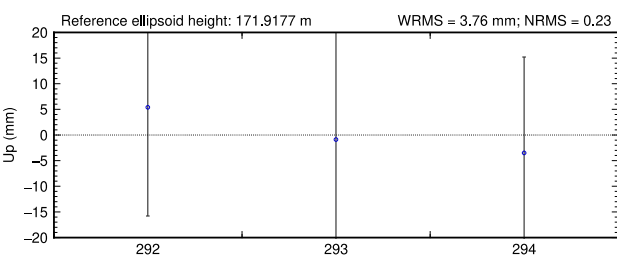
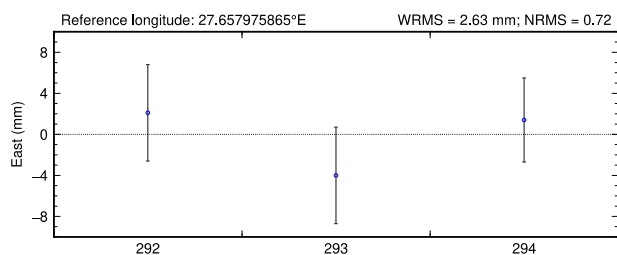
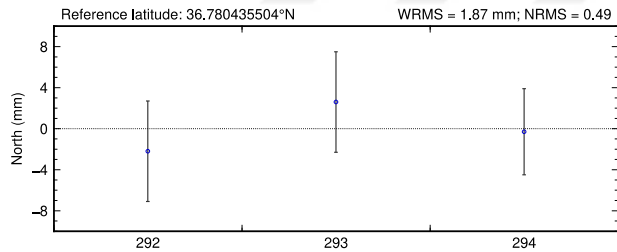
KD01



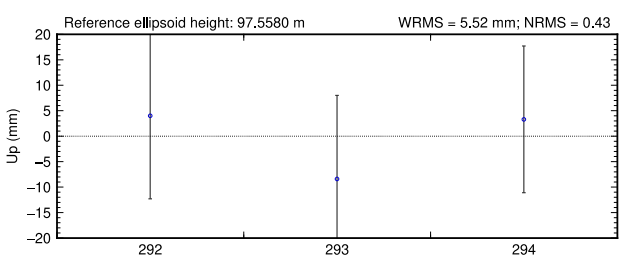
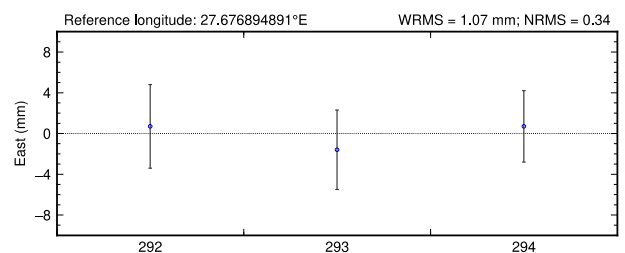
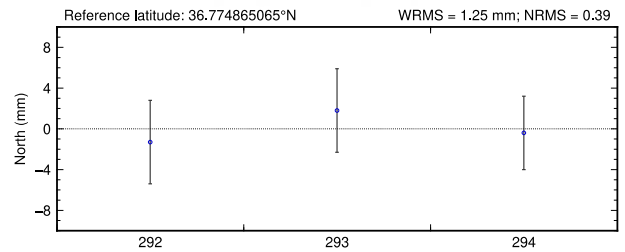
KD02



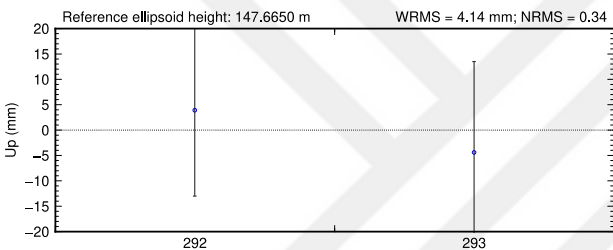
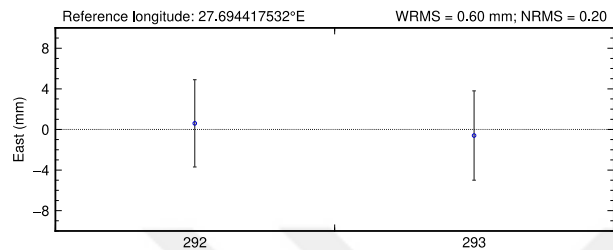
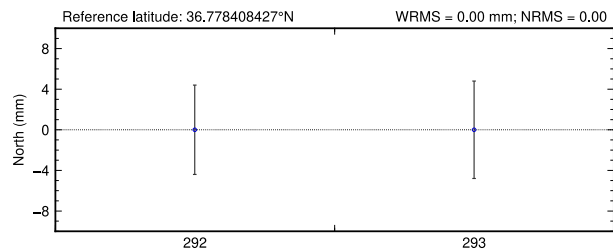
KD03



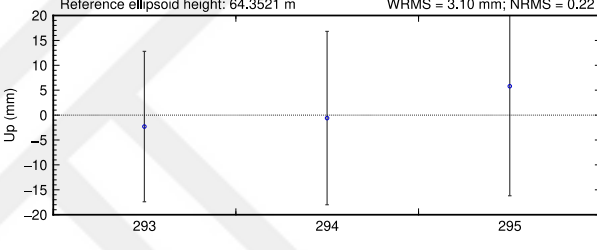
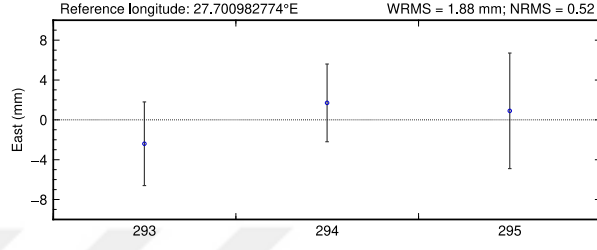
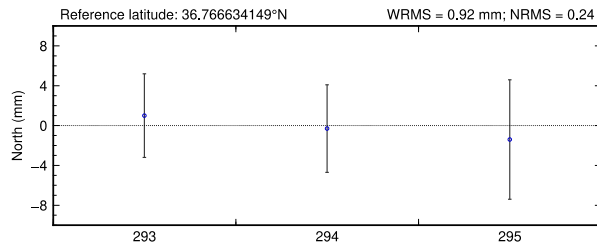
KD04



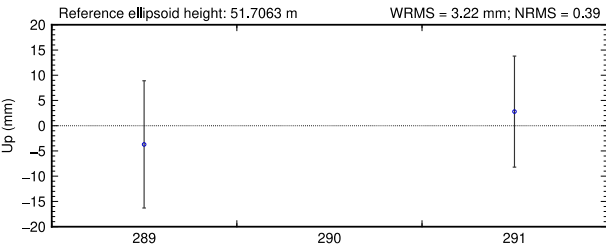
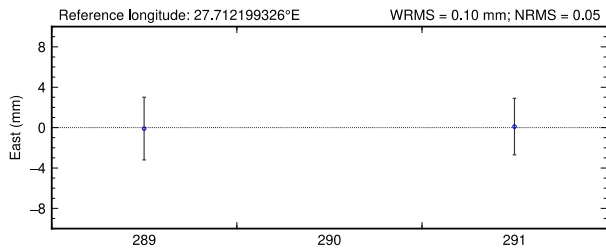
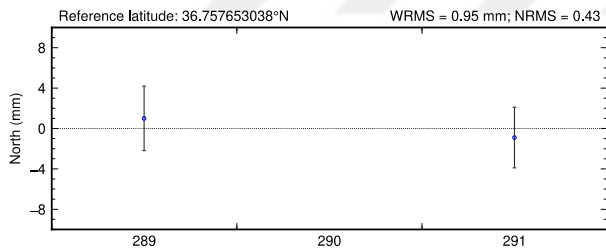
KD05



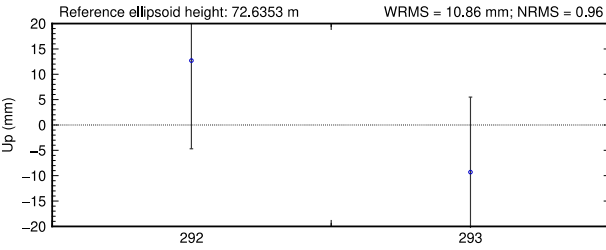
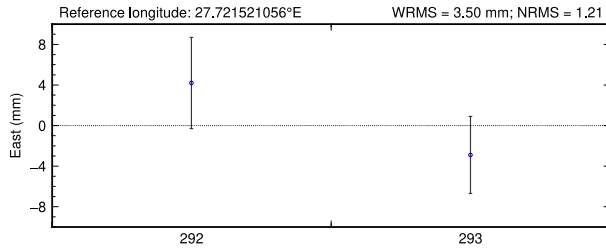
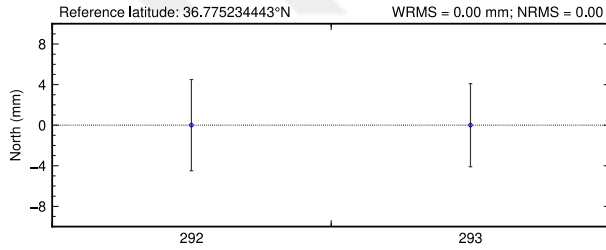
KD06



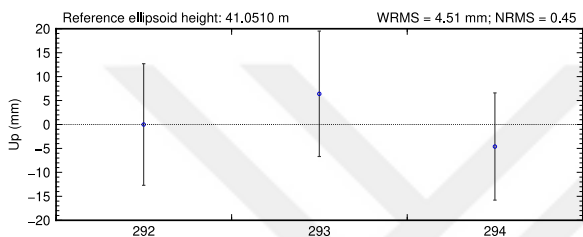
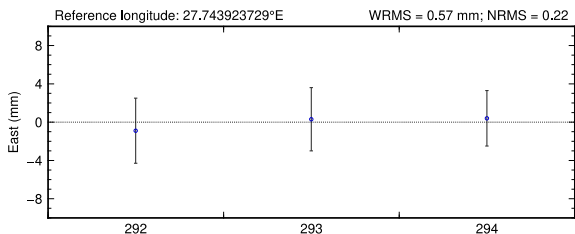
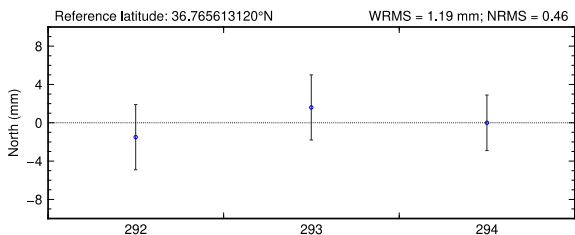
KD07



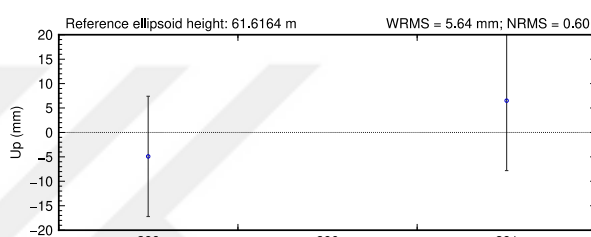
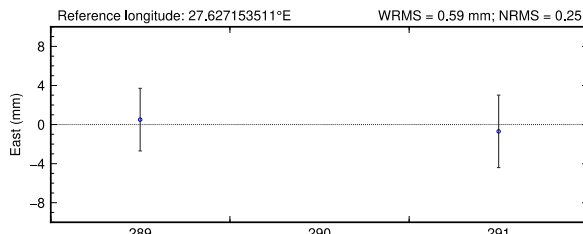
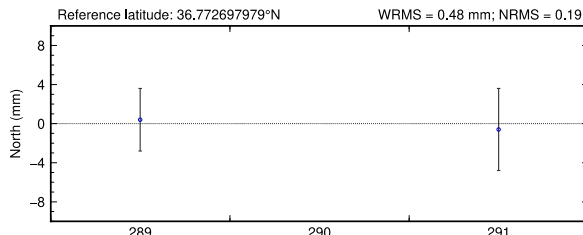
KD08



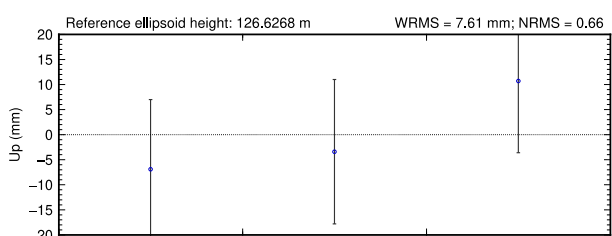
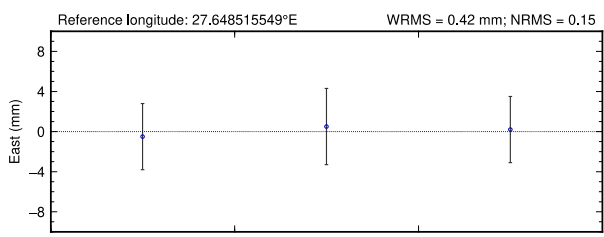
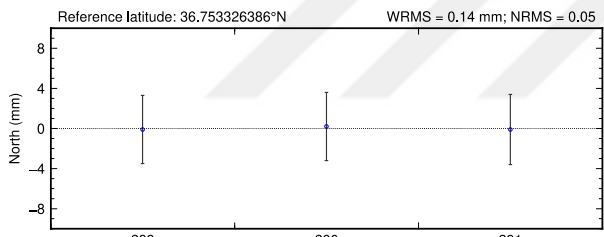
KD09



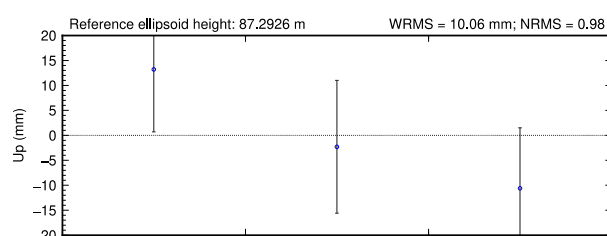
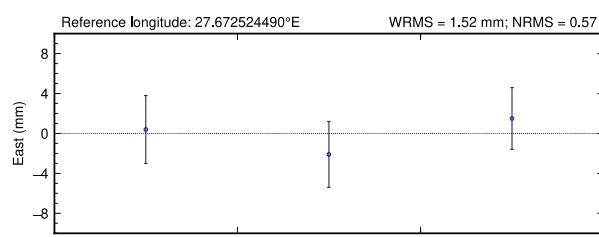
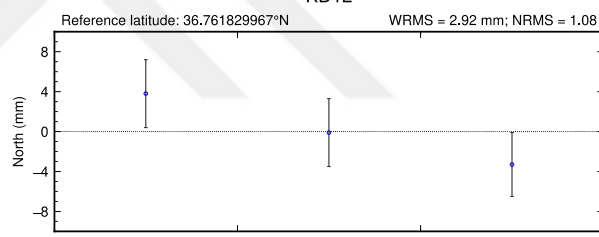
KD10



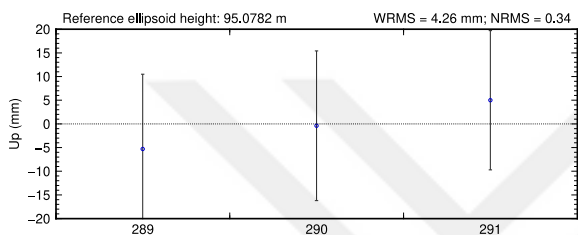
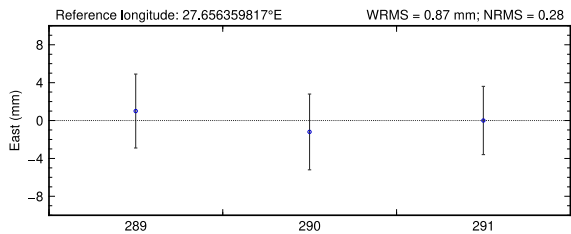
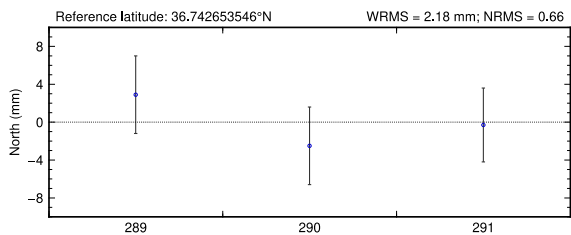
KD11



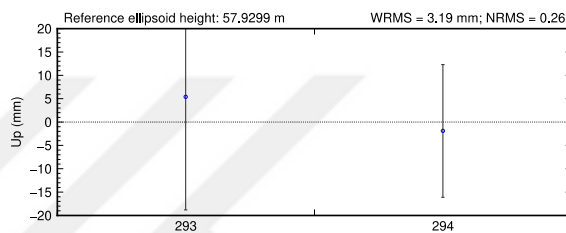
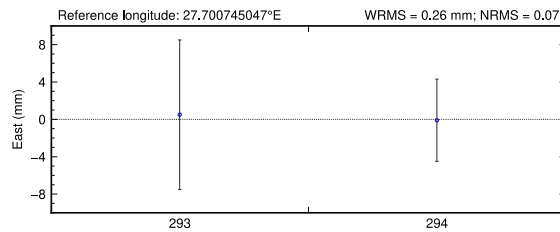
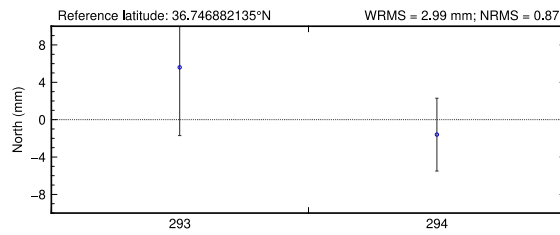
KD12



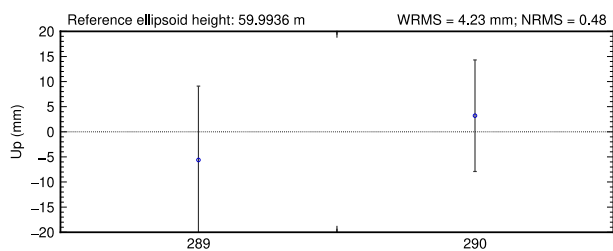
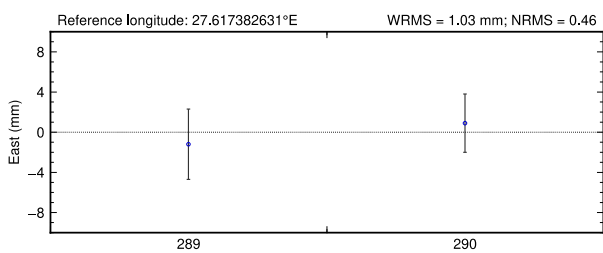
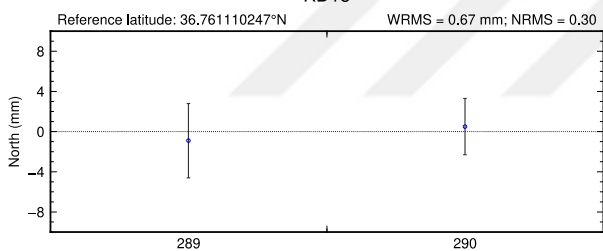
KD13



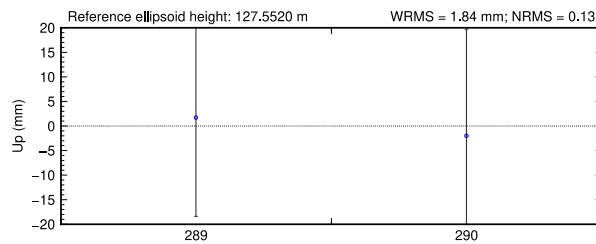
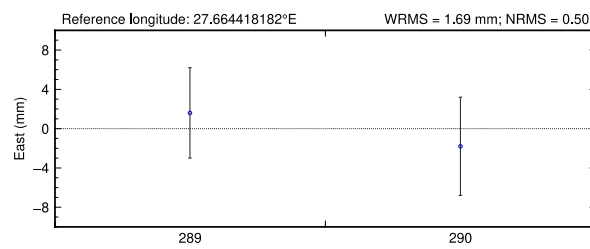
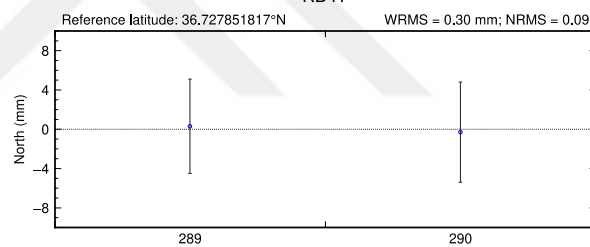
KD14



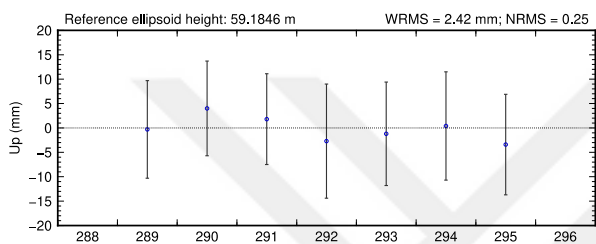
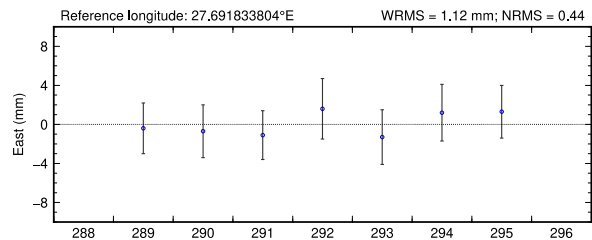
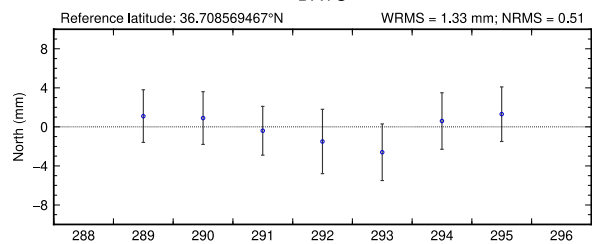
KD15



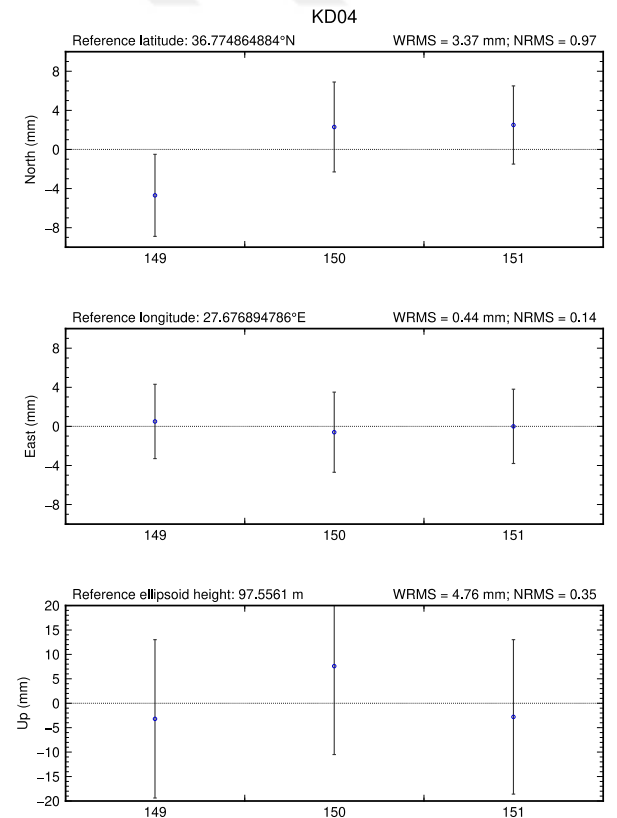
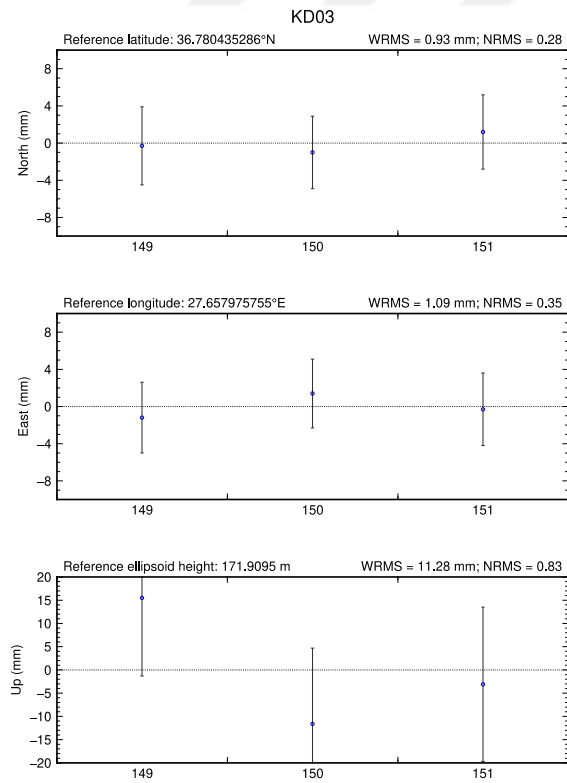
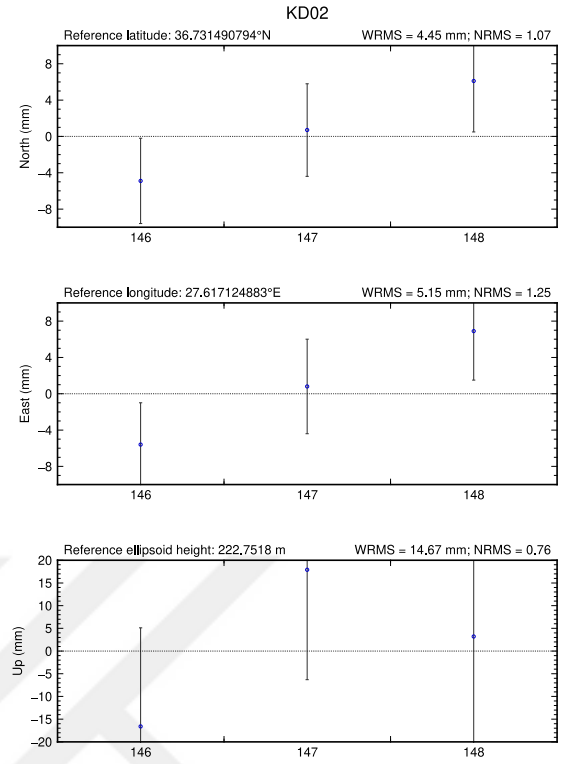
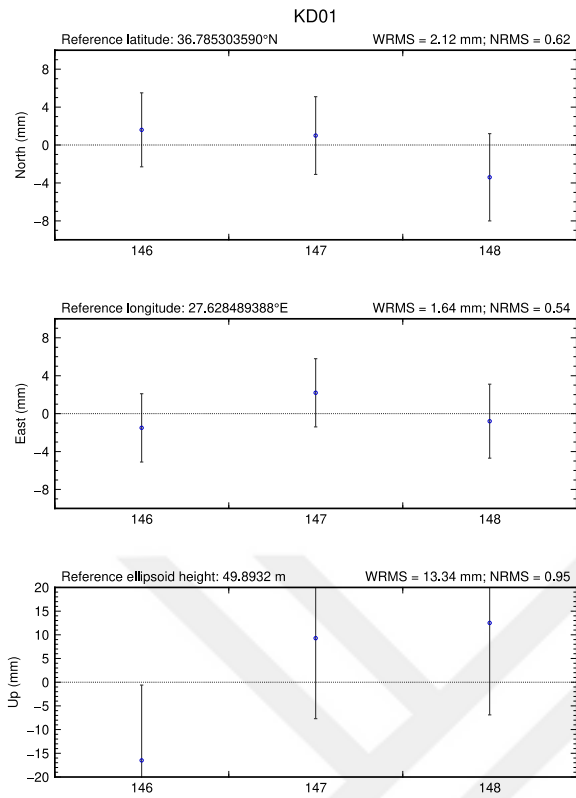
KD17

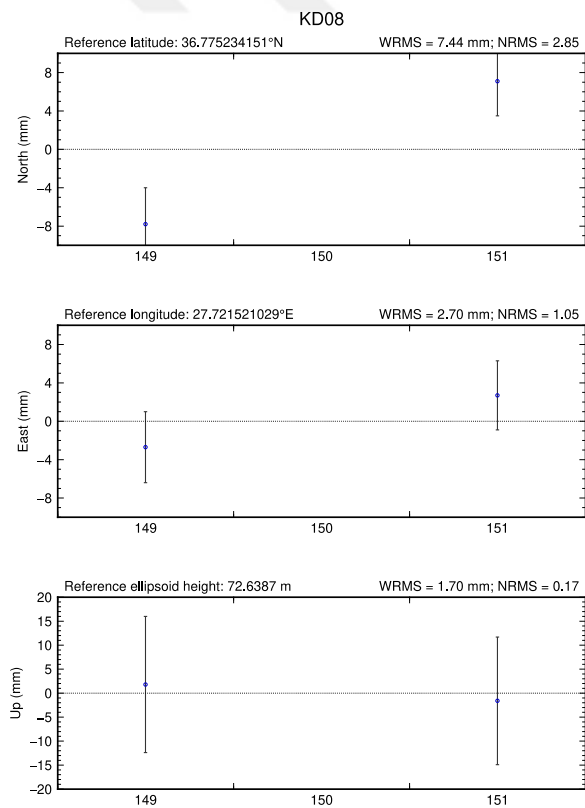
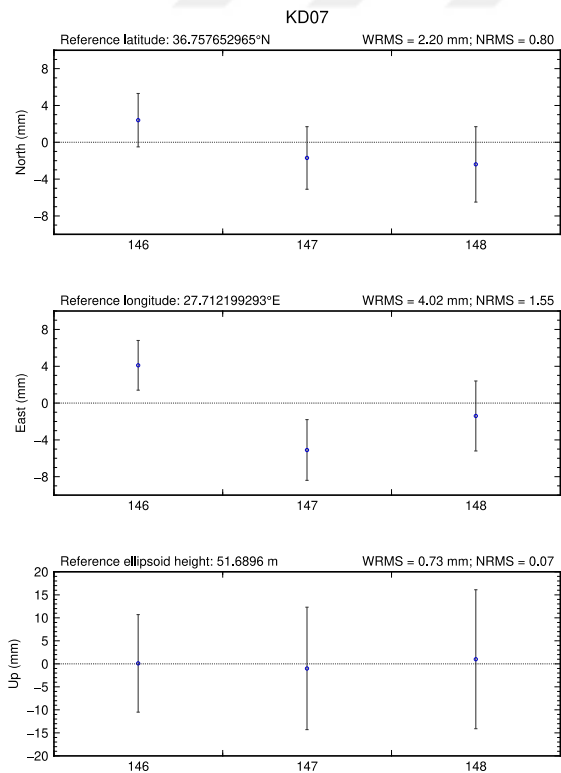
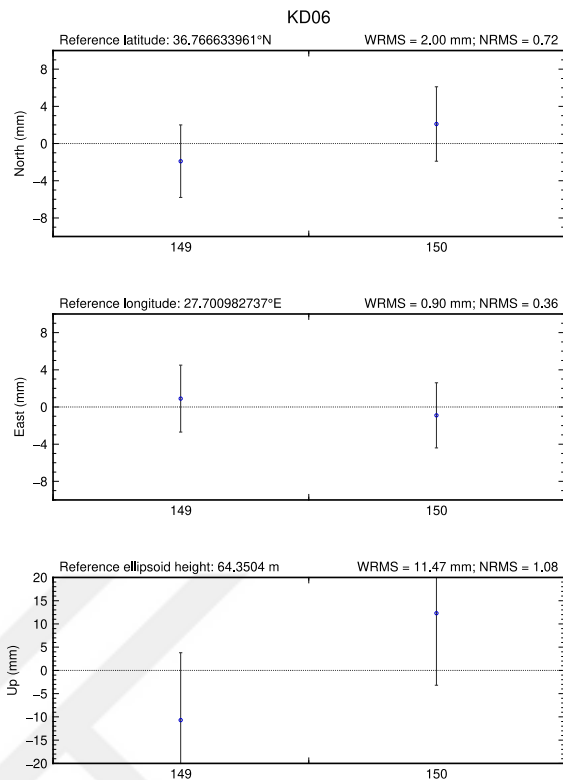
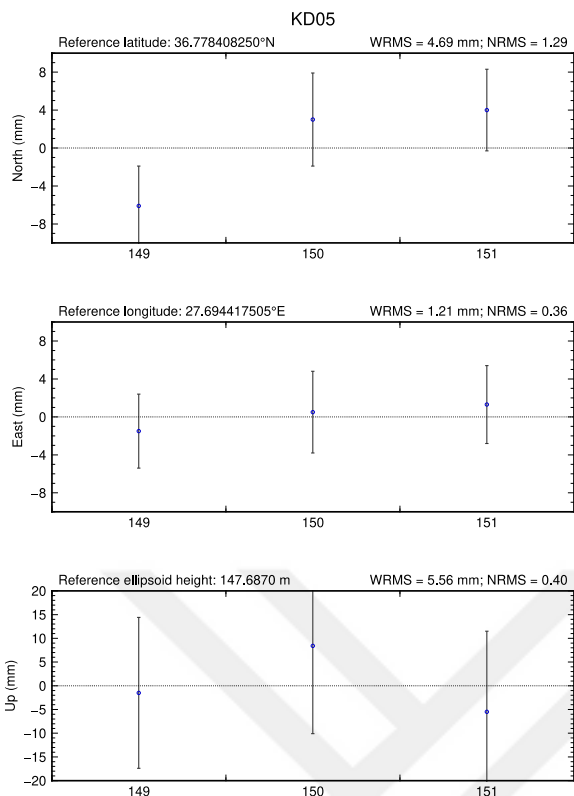


DATC

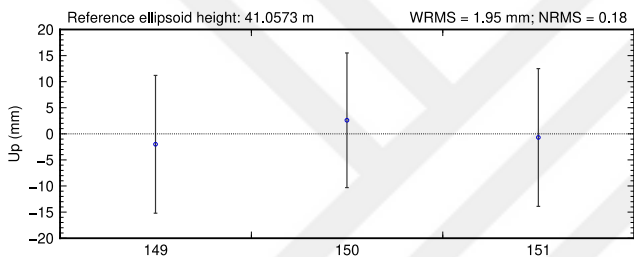
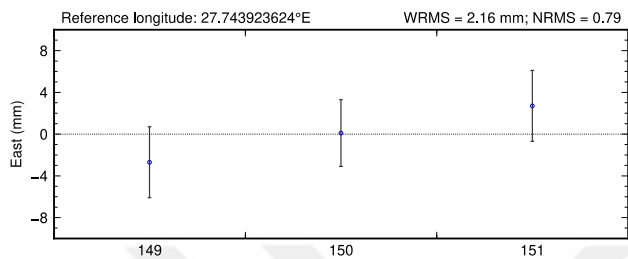
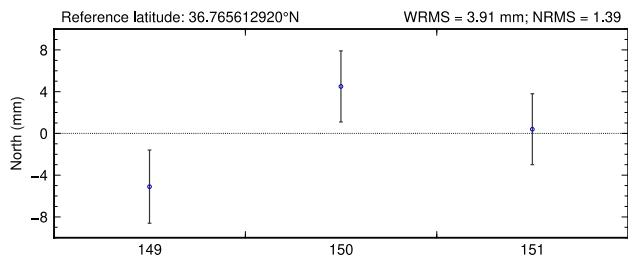


## DÖRDÜNCÜ PERİYOT ÖLÇÜMLERİ GÜNLÜK ZAMAN SERİLERİ

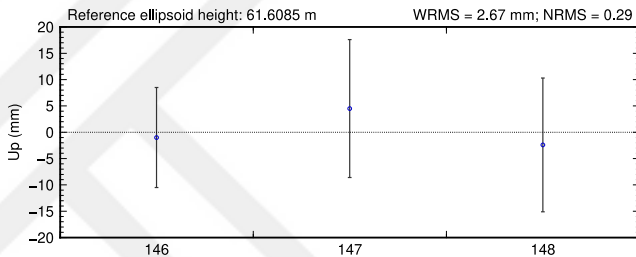
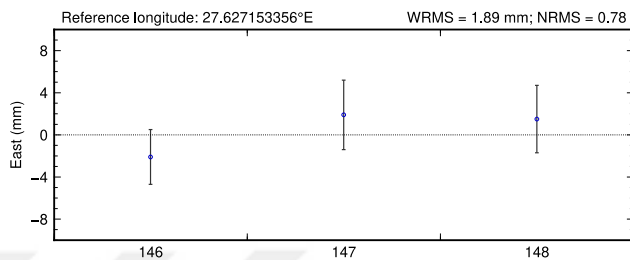
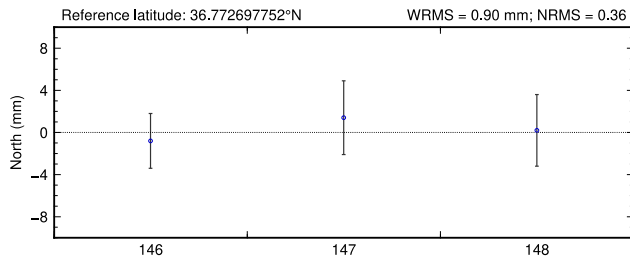




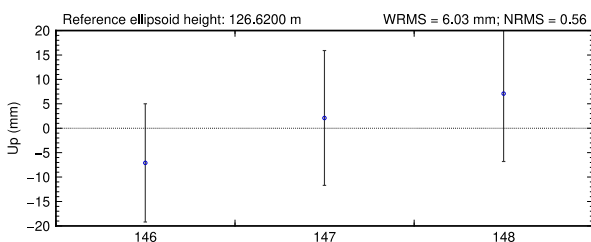
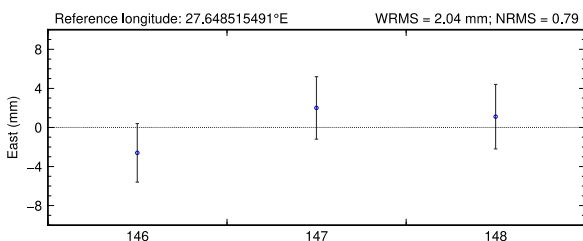
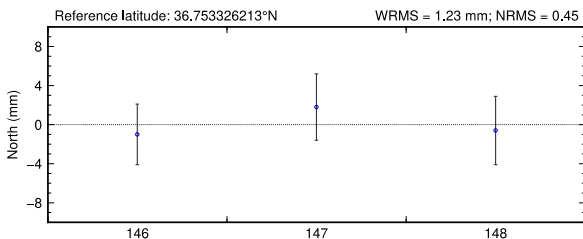
KD09



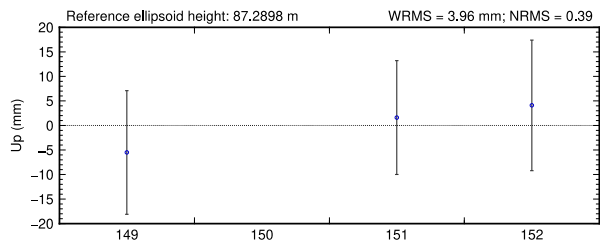
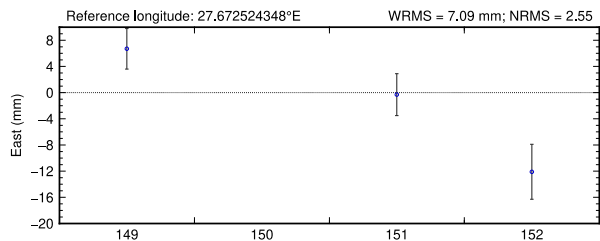
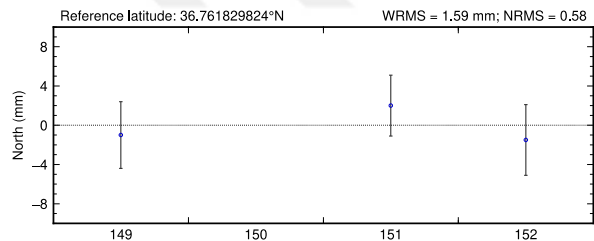
KD10



KD11

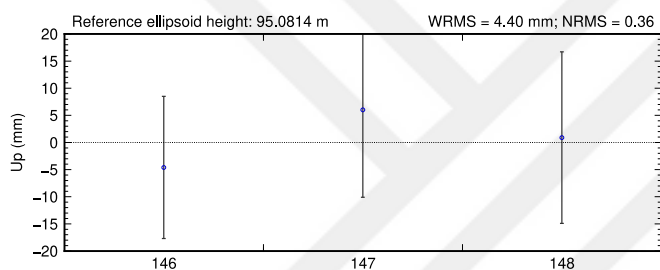
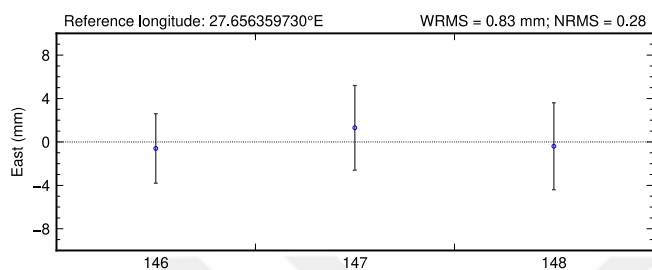
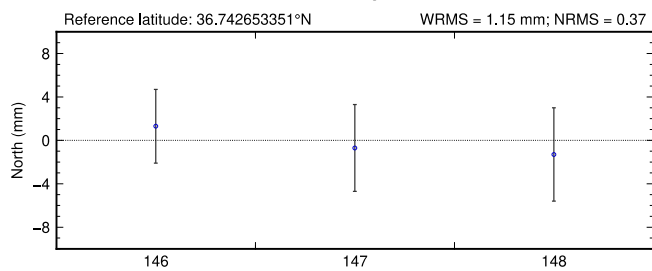


KD12

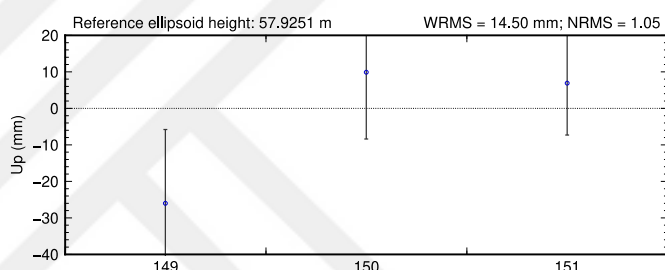
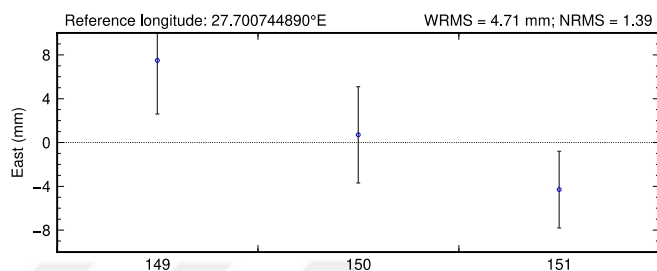
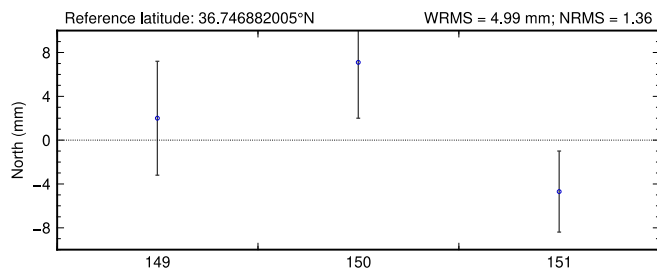




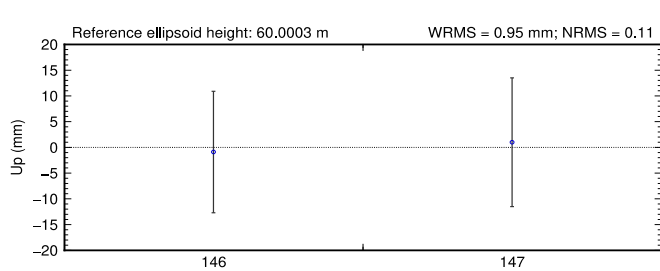
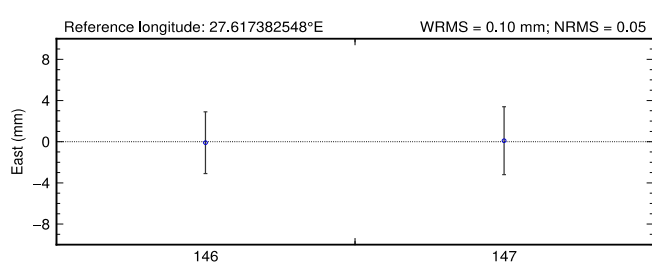
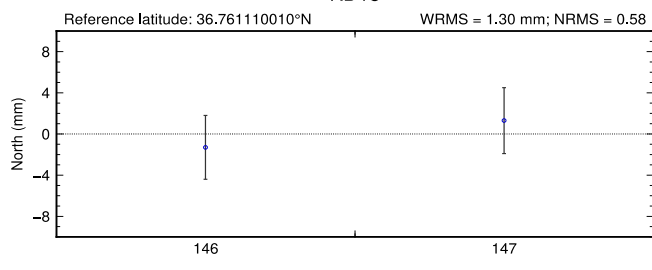
KD13



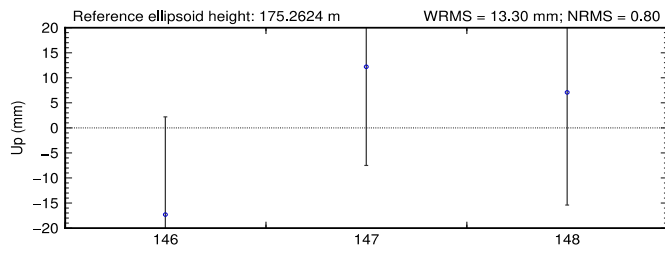
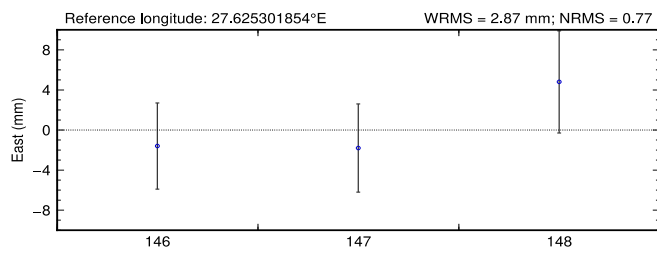
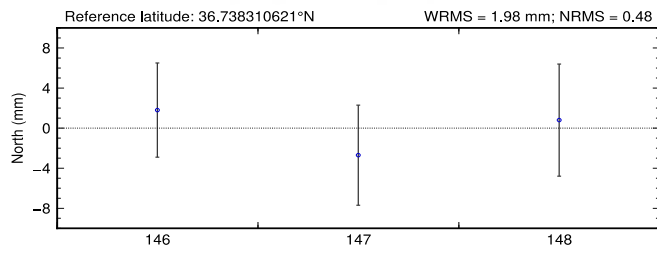
KD14



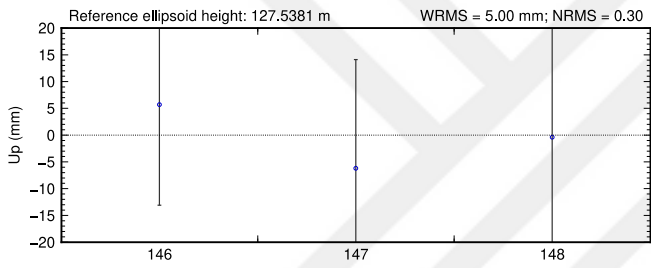
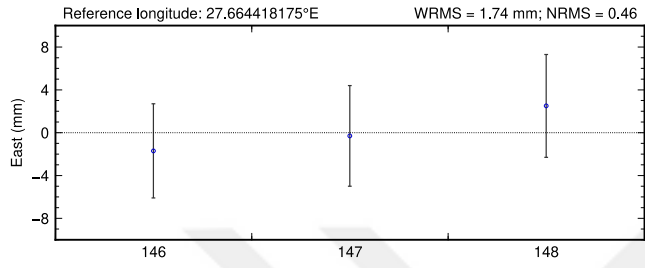
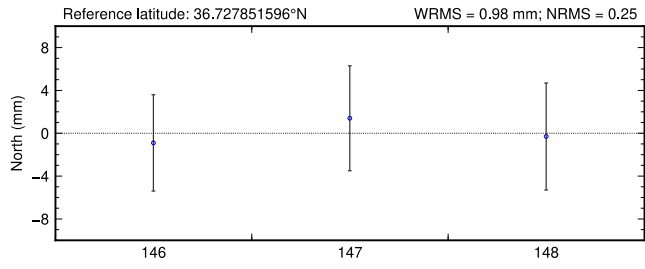
KD15



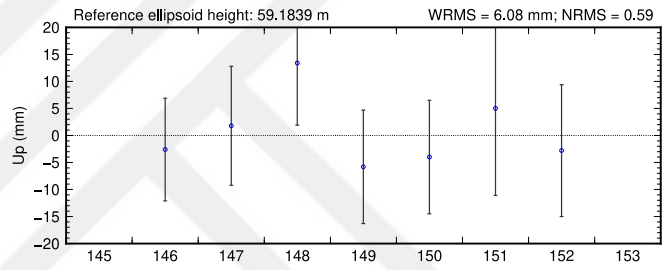
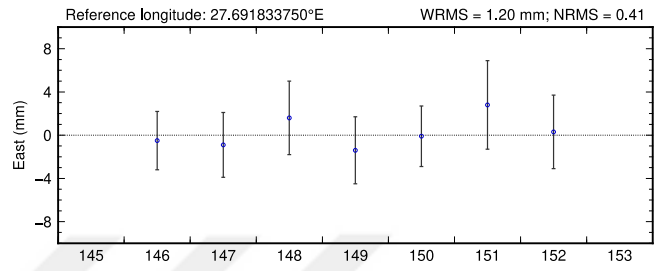
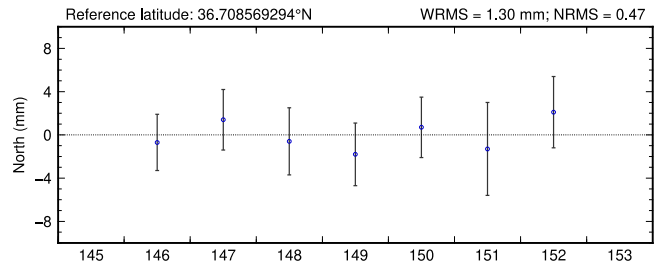
KD16



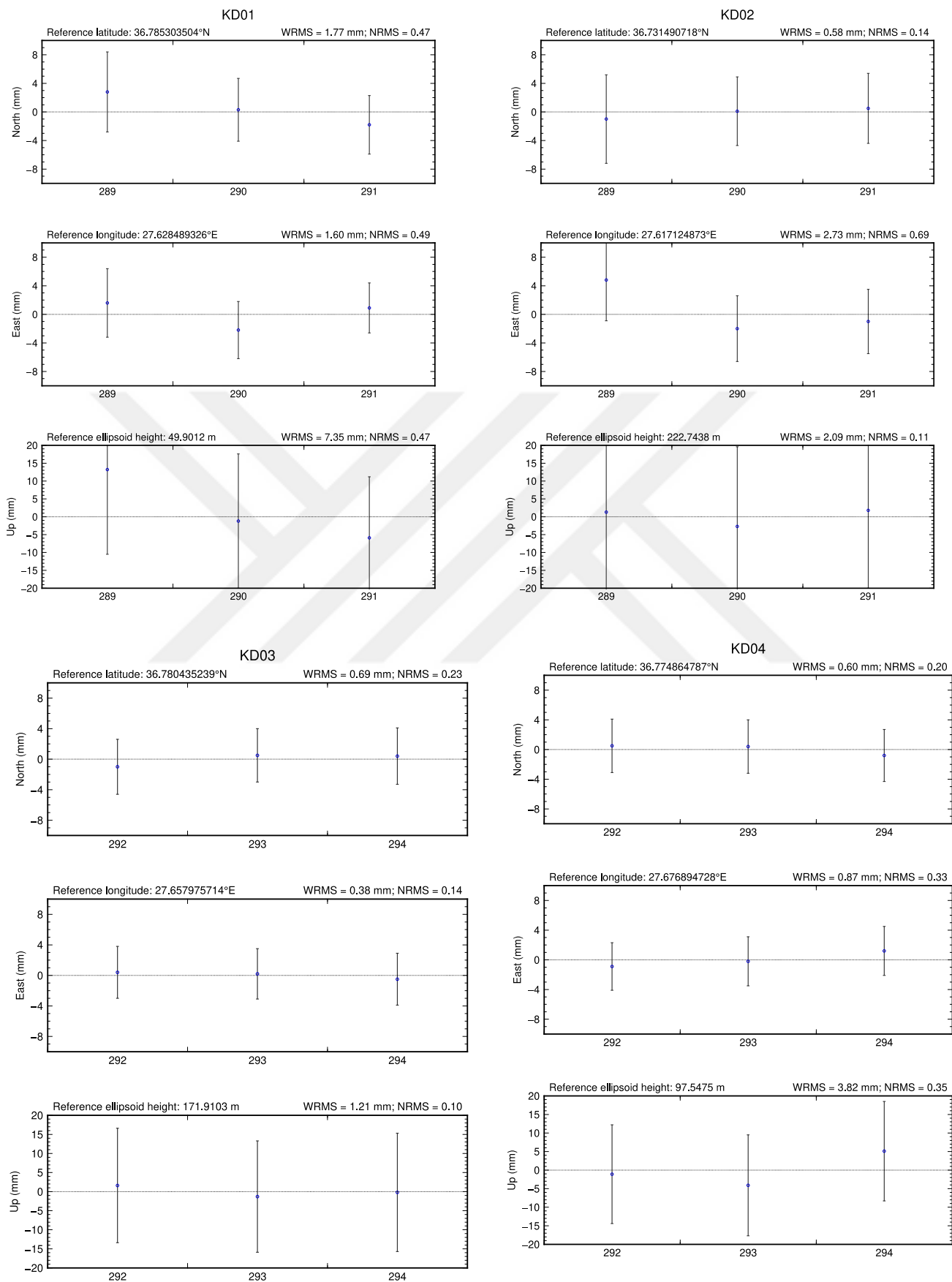
KD17

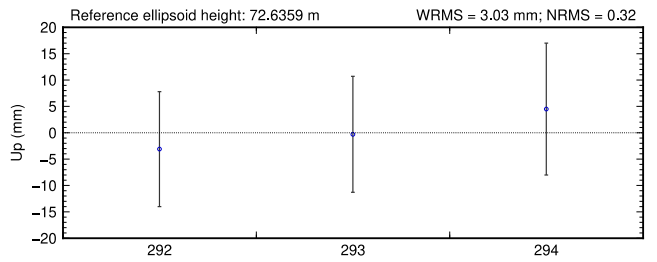
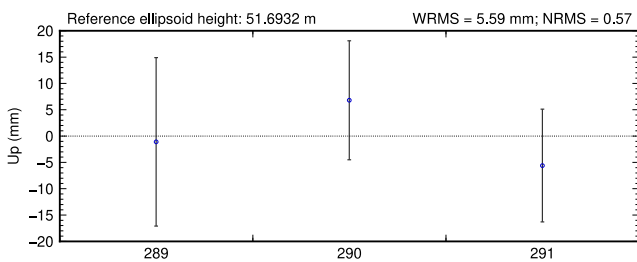
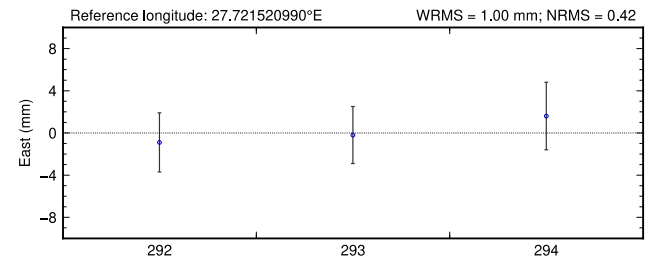
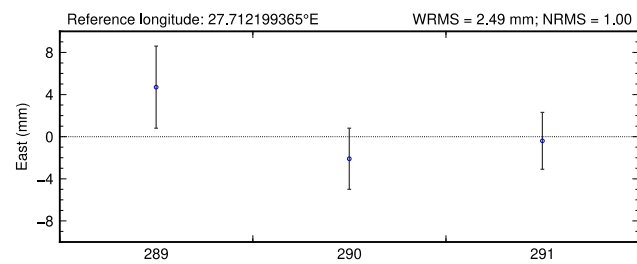
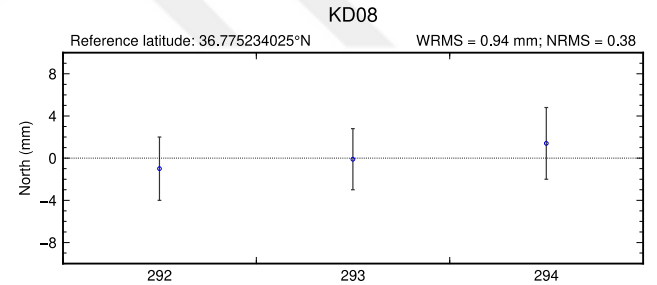
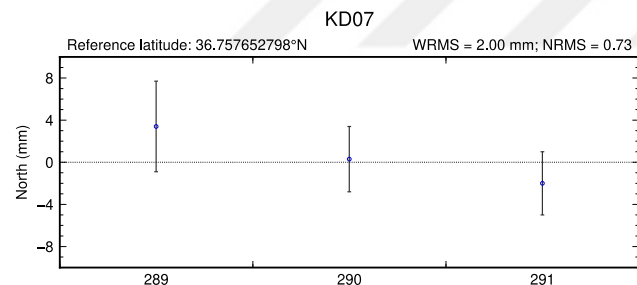
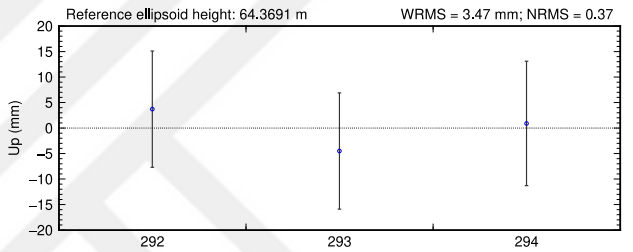
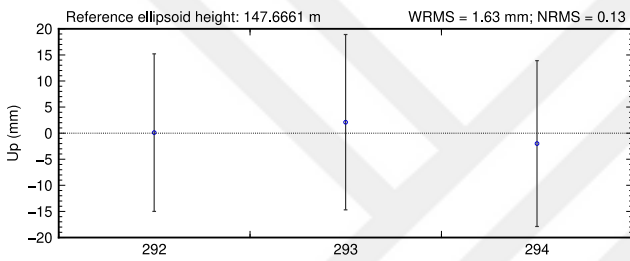
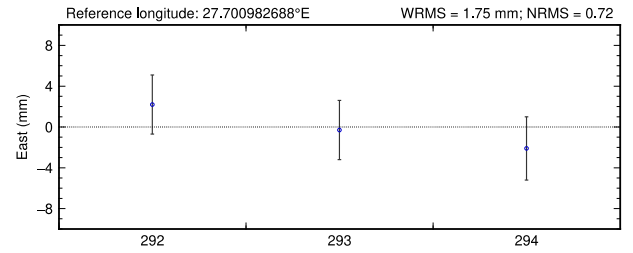
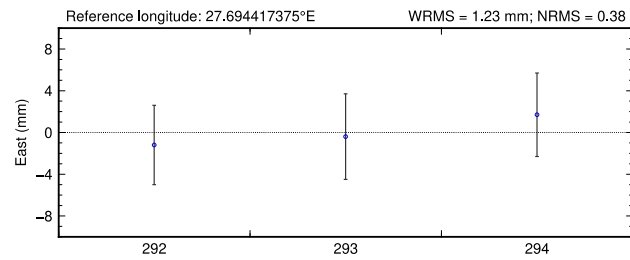
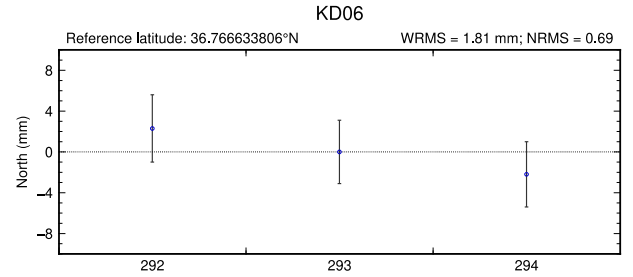
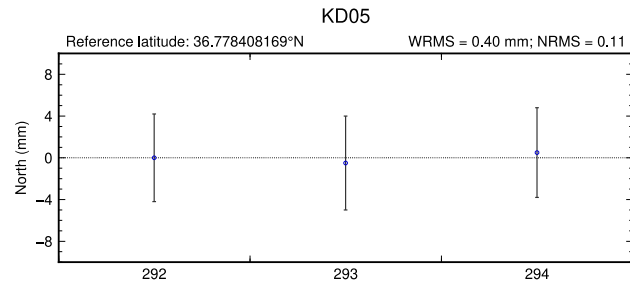


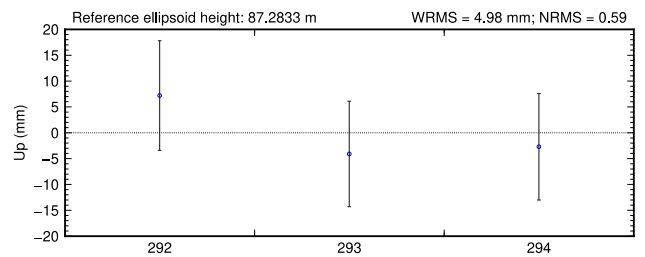
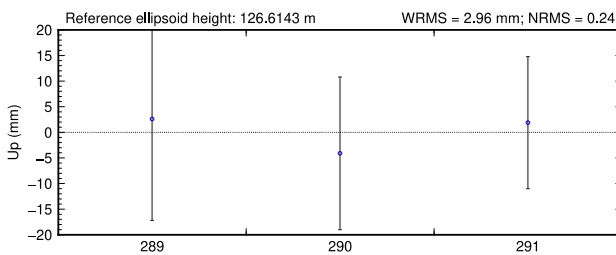
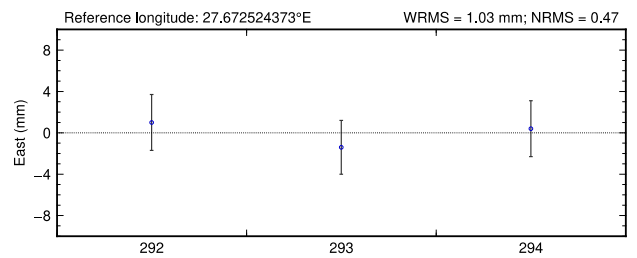
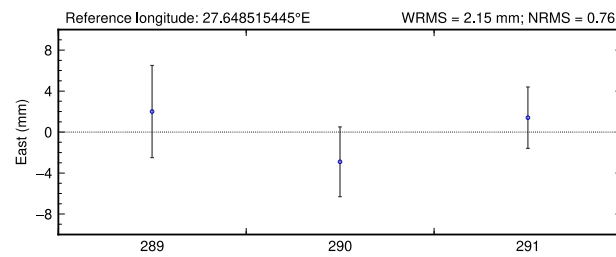
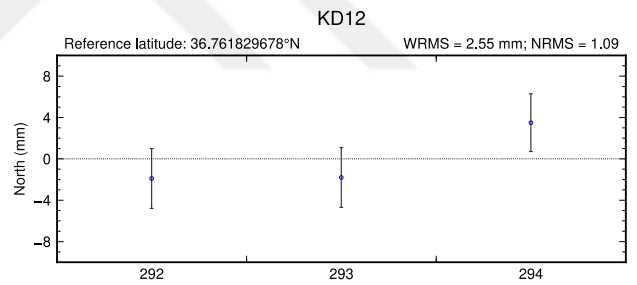
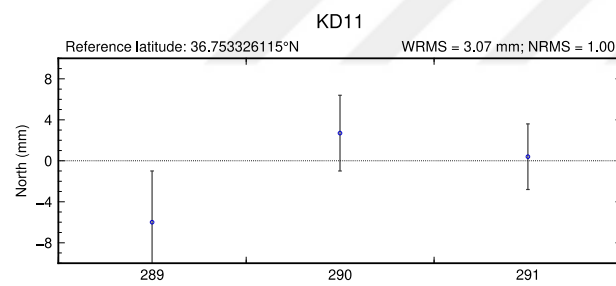
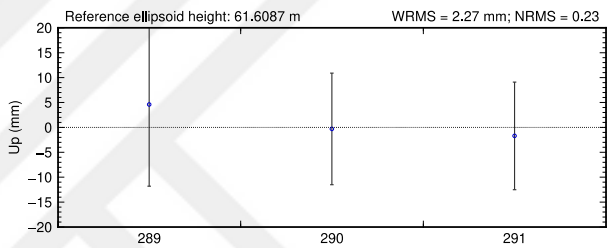
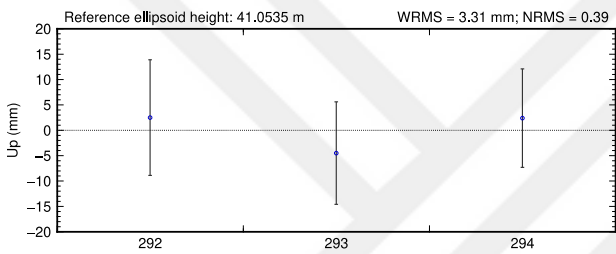
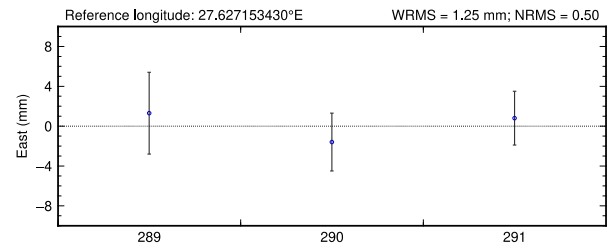
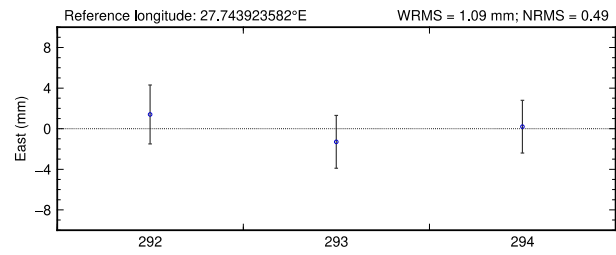
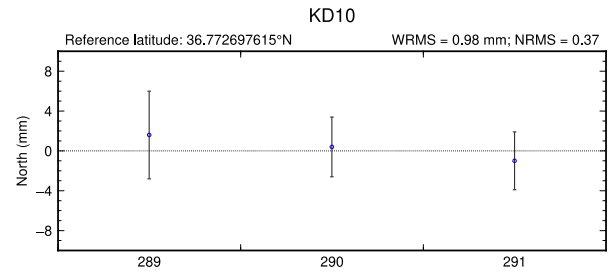
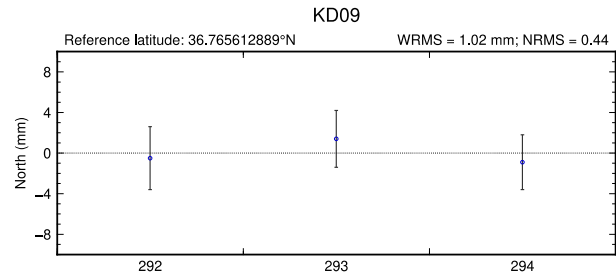
DATC



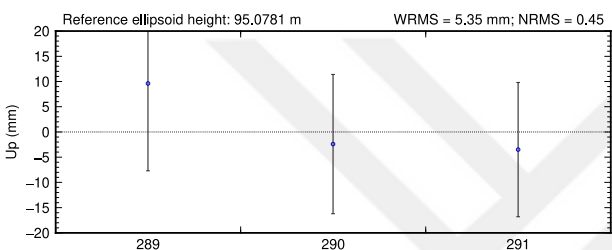
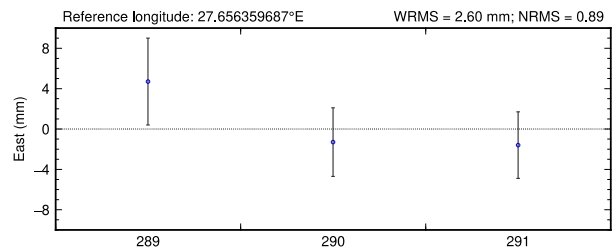
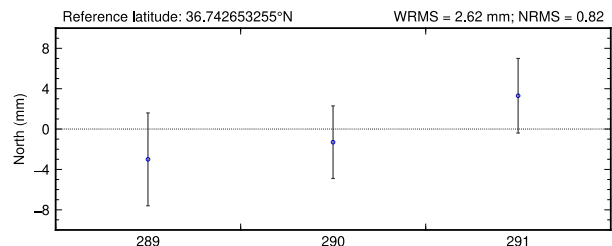
## BEŞİNCİ PERİYOT ÖLÇÜMLERİ GÜNLÜK ZAMAN SERİLERİ



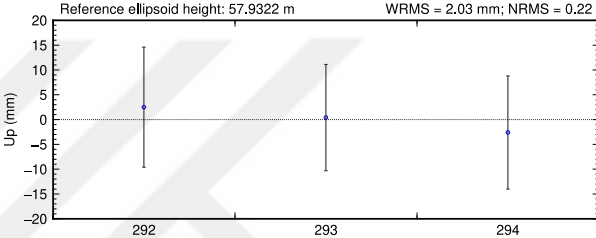
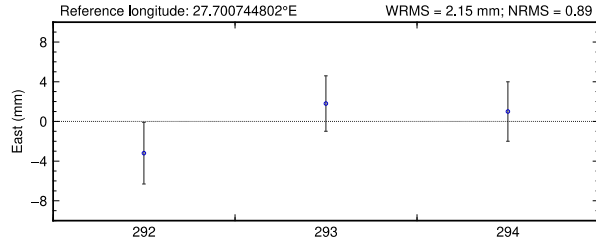
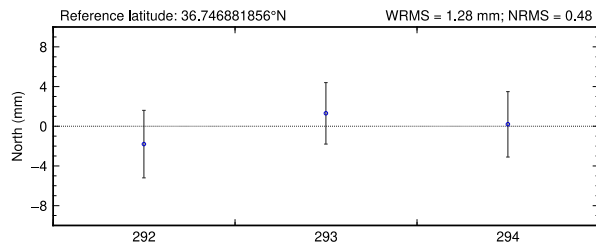




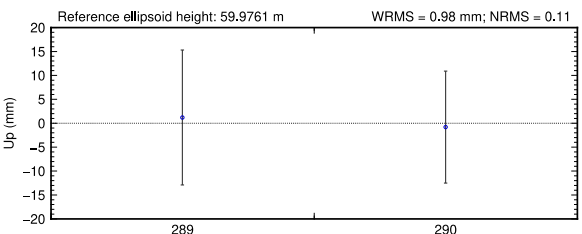
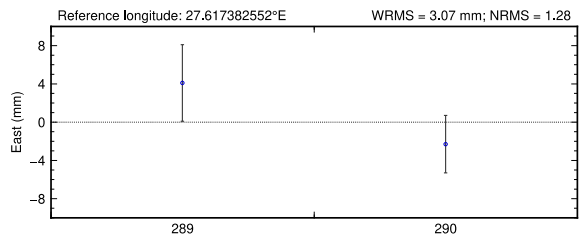
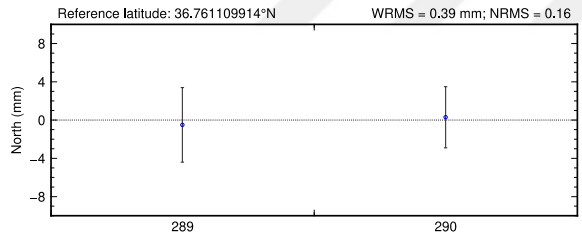
KD13



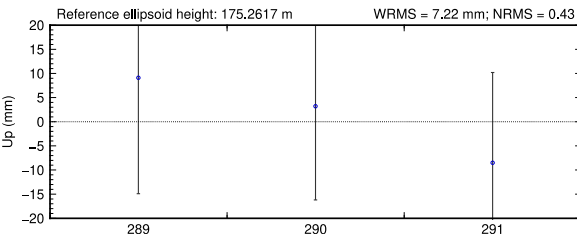
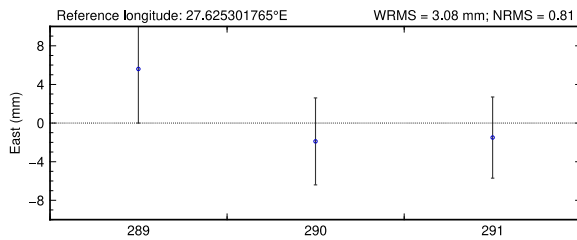
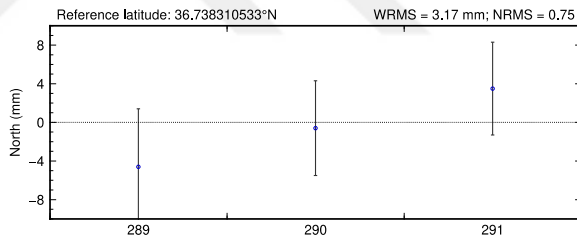
KD14



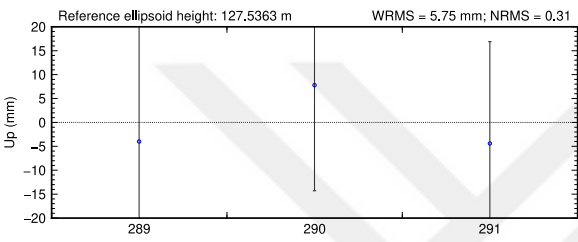
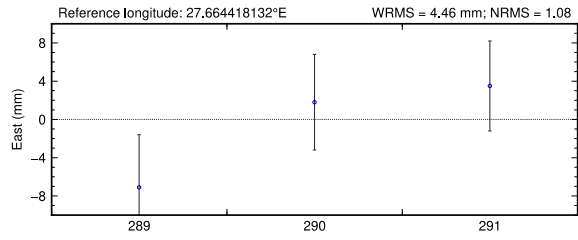
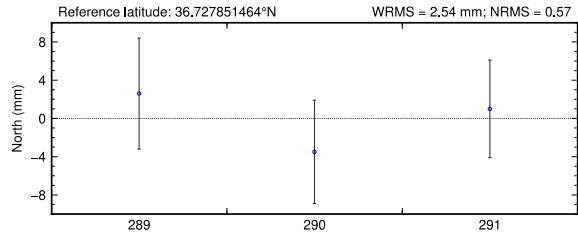
KD15



KD16



KD17



DATC

