

BAŞLANGIÇTAN GÜNÜMÜZE TÜRKİYE'DE YAPILAN  
UYDU JEODEZİSİ FAALİYETLERİ

İbrahim KINIK

İlhan ŞANLI

ÖZET

Akdeniz Bölgesinde Yerkabuğu Dinamiği adıyla başlatılan projelerin temel amacı plakaların birbirlerine göre hareketlerini, plaka içi deformasyonları ve fay hareketlerini araştırmaktır.

Hareketli plakaların birbirlerine göre hareketlerini belirlemeyebilmek için çok uzun kenarları ölçmek gerekmektedir. Klasik jeodezi çok uzun kenarları ölçme konusunda yeterli olmamaktadır. 1970'li yılların başından beri uydu jeodezisi yeni teknikleriyle (SLR, VLBI, DOPPLER, GPS vb.) çok uzun kenarları ölçme konusunda önemli gelişmeler sağlamıştır. Türkiye ise 1980'li yılların başından itibaren uydu tekniklerini jeodezide kullanmaya başlamış ve 1988-1991 yılları arasında MIT (ABD), IfAG (Almanya), DURHAM (İngiltere) ve ETHZ (İsviçre) ile işbirliğiyle 4 SLR ve 213 GPS noktasında SLR ve GPS ölçüleri yapılmıştır.

Bu makale uydu jeodezisi konusunda Türkiye'de yapılan faaliyetler konusunda bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

ABSTRACT

*The main purpose of the projects started with the name of Crustal Dynamic of earth in Mediterranean is to investigate relative plate motions, intraplate deformations and fault activities in this region.*

*It is required to measure very long baselines to monitor relative motions of mobile plates. Conventional geodesy is lack of determining such long baselines. Beginning from 1970's, Satellite geodesy has begun to play a big role with its new techniques (SLR, VLBI, DOPPLER, GPS, etc.) in measuring very long baselines. Turkey has begun to use satellite technics in geodesy since 1980 and, SLR and GPS observations were carried out at 5 SLR and 213 GPS point between 1988 and 1991 in collaboration with MIT (USA), IfAG (Germany), DURHAM (England), ETHZ (Switzerland).*

*This paper aims to report all of the activities related to satellite geodesy in Turkey.*

## 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi yerkürenin litosferi irili ufaklı levhalara bölünmüş olup, bunlar birbirlerine göre relatif hareketler yapmak için yer içinde bu hareketleri oluşturan değişik nedenlerle zorlanmaktadırlar. Levhaların bu hareketleri kimi yerde sürekli akma kimi yerde ise depremler biçiminde kendini göstermektedir. Ülkemiz levha tektoniği açısından Doğu Akdeniz'de önemli bir jeotektonik konumda bulunmaktadır. Güneyde Arap Plakası ve Afrika Plakası kuzeye hareketle Anadolu plakasının altına dalmaktadır. Anadolu plakası kuzeyden Avrasya plakası ile güneyden Arap ve Afrika plakaları arasında sıkışarak çeşitli parçalanmalara sahne olmaktadır (Şekil-1). Günümüzde de halen bu hareketler olagelmekte ve önemli faylanmaların oluşması sonucu da ülkemizin deprem bölgeleri oluşmaktadır.

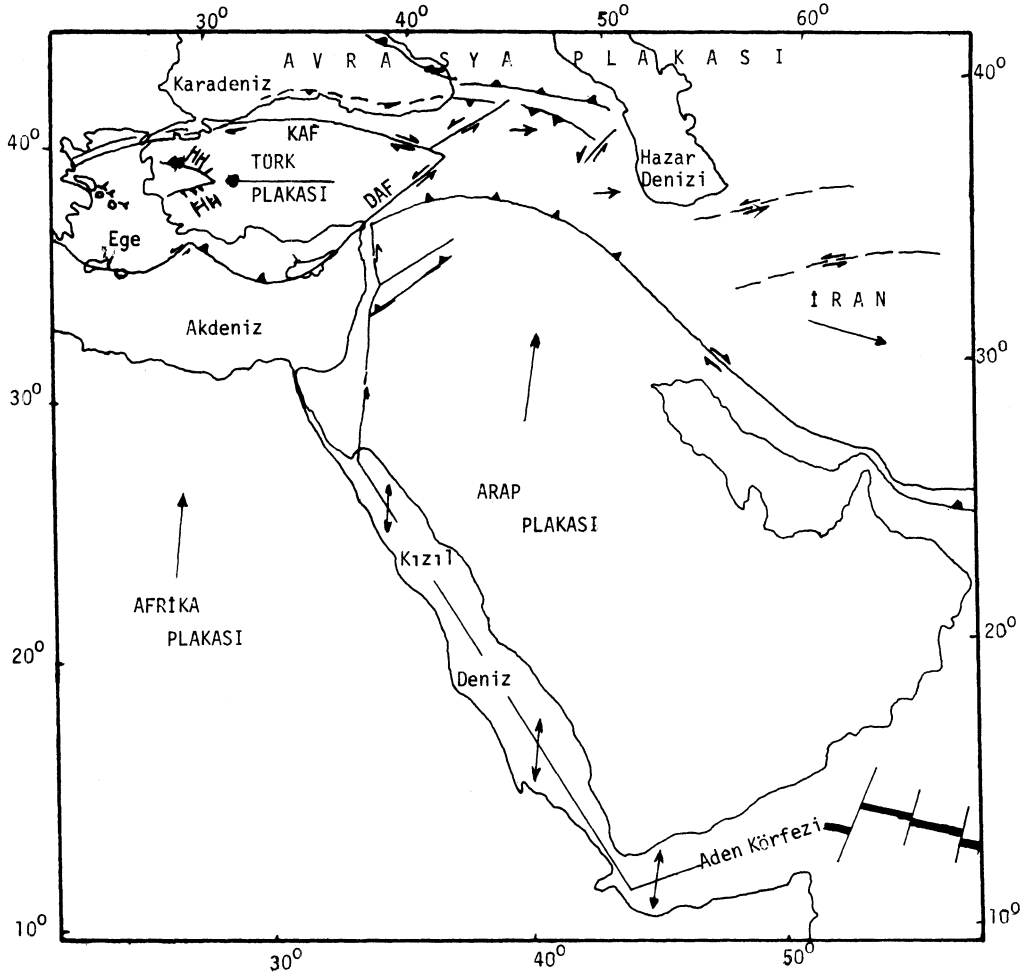
- Doğu Anadolu Fay Hattı,
- Kuzey Anadolu Fay Hattı,
- Ege Graben Sahaları,

olarak tanımlayabileceğimiz bu üç önemli deprem bölgesi ülkemizi çevreleyen plaka hareketleri ile yakından ilgilidir. Plakaların hareket miktarlarının bilinmesi halinde yapılacak model çalışmalarla hangi fay hattında ve nerelerde stres birikiminin olabileceği hesaplanabilecektir.

Plaka sınırlarının jeofizik ve jeolojik gözlemlerle belirlenebildiği yerlerde yapılan jeodezik ölçmeler depremleri önceden haber verebilecek nitelikte bilgiler sağlamakla birlikte, bu tür ölçümler, gerek duyarlık gerekse işgücü açısından dar sahalarda uygulanabilmektedir. Hareketli plakaların relatif hareketlerini izlemek ise çok uzun kenarları ölçmeyi gerektirdiğinden yersel ölçmelerle gerekli duyarlılığı sağlamak imkansızlaşmaktadır. Bu amaçlarla 1970'li yılların sonlarından itibaren uzay çalışmaları hız kazanmış, yersel jeodezik ölçümlerin yerini alacak çeşitli teknikler (SLR, VLBI, DOPPLER, GPS v.b.) geliştirilmiş ve uygulamaya konmuştur. Türkiye ise 1980'li yılların başından itibaren bu çalışmalara etkin biçimde katılmış bulunmaktadır.

## 2. TARİHÇE

1967 yılında İsviçre'de yapılan Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği Genel Kurul toplantılarında Türkiye'deki fay hatları üzerinde çok uluslu bir deprem araştırmasının yapılması teklifi bir İngiliz tarafından ortaya atılmış



Şekil-1 : Ortadoğu'nun tektonik elemanları ve bunların  
relatif hareketleri (Hampton 1987)

ve ilgi görmüştür. Bu toplantıya katılan Türk heyeti başkanı dönüşte bu tür çalışmalarını organize edecek bir kuruluş olarak Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliğinin (TUJJB) kuruluş çalışmalarını başlatmıştır.

1968 yılında kurulan TUJJB bünyesinde deprem araştırmalarına ilişkin görüşmeler yapılmış ancak konu Bolu-Gerede bölgesinde yapılan jeodezik çalışmalar ve fay hattının büyük bir kısmını kapsayan sismik çalışmalar olarak disiplinlerarası kopuklukla yürütülmüştür.

Diğer taraftan Avrupa Konseyi Parlamenter Meclisine kadar intikal eden ve bu meclisçe kabul edilen "Depremlerin Önceden Haber Alınmasına İlişkin Proje" ile bu araştırmaların çok aktif bir yapıya sahip olan Türkiye'den başlaması uygun görülmüştür. Bu proje TÜBİTAK aracılığı ile ülkemize intikal etmiş ve TÜBİTAK konu ile ilgili tüm kuruluşları 25 ARALIK 1979 tarihinde toplantıya çağırıştır. Bu toplantıda konuya sahip çıkılması amacıyla "Depremlerin Önceden Bilinmesi ve Deprem Hasarlarının Belirlenmesi Projesi Yönetim Kurulu" oluşturulmuş ve ilk toplantısını 13 ŞUBAT 1980'de yapmıştır. Bu Kurul; TÜBİTAK, Kandilli Rasathanesi, Harita Genel Komutanlığı, İstanbul Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi Üyelerinin katılımlarıyla oluşturulmuştur. Daha sonraları Yönetim Kurulu toplantıları zaman zaman tekrarlanmış ve Avrupa Konseyinin desteğindeki projede gelişmeler izlenmiştir.

4 Nisan 1980'de yapılan Yönetim Kurulu toplantısında İzmit-Kastamonu arasındaki alanda çalışmalara başlanılmasına karar verilmiş ve 1980 yazında ilk arazi çalışmalarına başlanılmıştır.

Çalışmalara diğer disiplinlerde çeşitli faaliyetlerle devam edilirken Uluslararası Jeodezi-Jeofizik Birliği'nin (IUGG) Avusturalya'daki (Canberra) toplantısı sırasında "Doğu Akdenizde Plaka Hareketleri ve Kabuk Deformasyonlarını Ölçmeyi" amaçlayan bir proje ele alınmış ve bu konuda bir proje grubu oluşturulmuştur. Daha sonra bu grubun üyelerinden Dr.Max Wyss ve Dr.P.Wilson tarafından WEGENER MEDLAS PROJESİ adı altında ülkemizi de kapsayan Doğu Akdenizde Kabuk Hareketlerini Ölçmeyi amaçlayan bir proje teklifi İmar ve İskan Bakanlığına intikal ettirilmiştir. Konu İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Dairesince Depremlerin Önceden Bilinmesi ve Zararlarının Azaltılması Projesi Yönetim Kuruluna aktarılmıştır. Konu bu kurulca incelenmiş ve teknik açıdan yararı kabul edilmiştir.

6-7 EYLÜL 1982'de NASA ve WEGENER temsilcileri ile İstanbul'da bir toplantı yapılmıştır. Bu toplantıda Türkiye ve Almanya arasında deprem araştırmalarına yönelik ortak çalışmalar için bir protokol hazırlanmıştır. Bu protokol gereği hazırlanan proje önerisi Bonn Büyükelçiliği aracılığıyla Genelkurmay Başkanlığı'na iletilmiştir. Bu öneride Akdeniz'de Laser Işınları Ölçme Sistemi ile ölçümler yapılmak istendiği ve bu amaçla Türk Silahlı Kuvvetlerinin yardımlarının talep edildiği bildirilmiştir. Genelkurmay Başkanlığı ise uydu ve bilgisayar sistemlerinin kullanılacağı bu projenin ülkemize getireceği fayda ve mahzurların bilimsel olarak açıklanması ve projeye yardım hususunun nasıl ve hangi kuruluş tarafından yürütüleceğinin belirlenmesi amacıyla konuyla ilgili kuruluşların görüşlerini istemiştir. Alınan görüşler ve yapılan toplantılar sonucunda projenin ülkemizde uygulanmasının, deprem araştırmaları yanında uzay araştırma yöntemleriyle çalışma, yerkabuğu hareketlerini inceleme ve bilim adamı yetişmesi açısından kendi imkanlarımızla temin edemeyeceğimiz yararlar sağlayacağı görüşüne varılmıştır. Ayrıca projenin Türkiye'de Bayındırlık ve İskan Bakanlığı koordinatörlüğünde ve ilgili kuruluşların katılacağı bir kurulun müşavirlik ve kontrolünde yürütülmesinin uygun olduğu Başbakanlığa bildirilmiştir. Bundan sonra da projenin uygulanmasına Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın koordinatörlüğünde başlanmıştır.

Wegener projesi çerçevesinde uydu laser mesafe ölçmeleri (Satellite Laser Ranging, SLR) yapmak üzere Bolu (Yığılca), Diyarbakır, Melengiçlik (Karaman-Konya), Demirköy (Kırklareli) ve Yozgat'ta birer nokta seçilmiş ve bu noktalardaki platformların inşaatları Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 1986 yılında yapılmıştır.

WEGENER MEDLAS projesi çerçevesinde yürütülen çalışmalar 5 ŞUBAT 1987'de toplanan TUJJB Konseyi olağan toplantısında teknik, idari ve mali yönlerden yeniden incelenmiştir. Toplantıda; WEGENER MEDLAS Projesi adı altında TÜRKİYE'de halen uygulanmakta olan ve gelecekte uygulanacak uzay teknikleriyle ilgili projelerin uygulanmasına işlerlik kazandırmak ve TÜRKİYE'nin bu projelerde kendine yaraşır şekilde yer almasını temin etmek amacıyla

- a. Bilimsel ve Uygulama Çalışmaları Koordinatörlüğü'nün Harita Genel Kurmanlığı'nın
- b. Lojistik desteğin Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü'nün
- c. Bilimsel desteğin ilgili üniversitelerin sorumluluğunda bulunmasına karar verilmiştir.

WEGENER MEDLAS Projesiyle ilgili olarak daha önce seçilen ve inşaatları yapılan noktalarda Federal Almanya Uygulamalı Jeodezi Enstitüsü (IfAG) ve NASA tarafından 1987 yılında ilk SLR ölçüleri yapılmıştır. Bu ölçülere Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı ile Harita Genel Komutanlığı yetkilileri de katılmışlardır.

İlk SLR ölçülerinin yapılmasını takip eden günler içerisinde IfAG'dan, Durham Üniversitesi'nden (İNGİLTERE) ve Hacettepe Üniversitesi ile ortak bilimsel çalışmalarını sürdürmekte olan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü-Yer Kaynakları Laboratuvarı'ndan (Earth Resources Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, MIT-ERL) Türkiye'de GPS ölçülerinin yapılmasına ilişkin proje önerileri alınmıştır. Bu öneriler TUJJB üyeleri ve ilgili kuruluşlar arasında görüşülerek ulusal çıkarların gözetilmesi amacıyla üç kuruluş (IfAG, MIT ve DURHAM) ile ayrı ayrı protokol imzalanmadan önce Ulusal Jeodezi ve Jeodinamik GPS (UJJ-GPS) programının oluşturulmasına ve bu program çerçevesinde ilgili yabancı üniversite ve kuruluşlarla görüşmeler yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla bir komisyon kurulmuş ve çalışmalarını 1989 yılı başına kadar geçen sürede tamamlamıştır.

Bu arada MIT ile Hacettepe Üniversitesi arasında imzalanan bir protokolla 1988 yılı EYLÜL ayı içinde Batı Anadolu'da seçilen toplam 18 noktada GPS ölçüleri yapılmıştır.

11 MAYIS 1989'da yapılan TUJJB olağanüstü toplantısında UJJ-GPS programı görüşülmüş ve son şekline getirilmiştir /1/. Ayrıca taraflarla bu program çerçevesinde ayrı ayrı ve yeni uygulama esaslarının hazırlanmasına karar verilmiştir. Bu karara bağlı olarak yabancı kuruluş temsilcileri ile yapılan bir seri görüşmeden sonra;

- HAZİRAN 1989 ayında TUJJB ve MIT - ERL arasında Türkiye'deki faylanma ve Bölgesel Deformasyonların belirlenmesi amacıyla GPS ölçü ve Değerlendirilmesi hakkında uygulama esasları /2/.

- TEMMUZ 1989 ayında TUJJB adına hareket eden Harita Genel Komutanlığı ile IfAG arasında Türkiye'de yapılacak SLR ve GPS ölçmeleri ile ilgili Uygulama Esasları /3/.

- AĞUSTOS 1989 ayında TUJJB adına hareket eden HGK ile Durham Üniversitesi (DÜ) arasında Türkiye'deki faylanma ve bölgesel deformasyonların belirlenmesi amacıyla yapılacak GPS ölçü ve değerlendirilmesi ile ilgili uygulama esasları /4/.

imzalanmıştır. Bundan sonra ;

- MIT ile 1989 ve 1991 yıllarında Doğu Anadolu Bölgesinde, 1990 yılında da Batı Anadolu Bölgesinde ,

- IfAG ile 1989, 1990 ve 1991 yıllarında SLR noktaları, Kuzey Anadolu Fay (KAF) Hattı, Sıfıncı Derece Doppler Ağı, Düşey Kontrol Ağı ve Ankara yakınlarında kurulan GPS test ağında,

- DU ile 1989 yılında Ege Bölgesinde GPS ölçüleri yapılmıştır.

Ayrıca 1991 yılı OCAK ayında (Lodumlu-ANKARA) bölgesinde IfAG ile ortaklaşa sabit bir GPS istasyonu kurulmuştur. Halen GPS ölçülerine sürekli olarak bu noktada devam edilmektedir. Bu istasyon aynı zamanda 5 nci SLR istasyonu olarak planlanmış ve ölçü platformu inşa edilmiş olup ilk SLR kampanyasında SLR ölçüsü yapılacaktır.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Zürih Teknoloji Enstitüsü (ETHZ) arasında "Marmara Bölgesinde tektonik aktivite ve bunun yeraltı suları hareketleri, jeotermik ve sismoloji ile karşılıklı etkileşimi" ismi ile başlatılan projenin 6 nolu alt projesi olan jeodezik çalışmalar konusunda gerçekleştirilecek GPS ölçüleri ile ilgili olarak HAZİRAN 1990 ayında TUJJB adına hareket eden HGK ve İTÜ ile ETHZ arasında Kuzey-Batı Anadolu'da Jeodezik Ölçmelerin Yapılmasına ilişkin uygulama esasları imzalanmıştır /5/. Bu uygulama esasları çerçevesinde EYLÜL 1990'da Marmara Bölgesinde GPS ölçüleri gerçekleştirilmiştir.

WEGENER MEDLAS Projesi ile ilgili olarak yapılan SLR ölçülerine ise 1989 yılında dört noktada (ilk periyot ölçüleri 1987'de yapılan) IfAG ve NASA temsilcileri aracılığıyla devam edilmiştir.

Halen imzalanan protokollar gereği çalışmalar devam etmektedir. Elde edilen ara sonuçlar ve projelerde günümüze kadar gerçekleştirilen ayrıntılı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulacaktır.

### 3. WEGENER MEDLAS PROJESİ

WEGENER MEDLAS terimlerinin anlamı;

WEGENER : Working group of European Geo-scientists for the Establishment of Networks for Earthquake Research (Deprem Araştırma Ağlarının kurulması için Avrupa Yerbilimcileri çalışma grubu).

MEDLAS : MEDITerranean LASer ranging (Akdeniz Bölgesi laser ölçmeleri).

WEGENER, "NASA'nın Yerkabuğu Dinamiği ve Deprem Araştırma Programına Avrupa'nın katılımını sağlamak amacıyla MART 1981'de Frankfurt'ta kurulmuştur.

WEGENER Projesi ;

- Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesinde uydu laser uzaklık ve hassas gravite ölçülerinin yapılmasını,

- Afrika plakasının kuzey sınırlarında jeodezik ve/veya jeofizik çalışmaların yapılmasını,

- Batı Avrupa'da çok uzun kenarlı baz interferometresi (VLBI) ölçüleri yapmayı amaçlamaktadır.

Wegener projesinin yukarıdaki faaliyetlerinden biri olan, Orta ve Doğu Akdeniz'deki uydu laser uzaklık ölçme projesi MEDLAS olarak isimlendirilmektedir. MEDLAS projesi;

- Hollanda, Amerika ve Batı Almanya Mobil laser sisteminin kullanılmasını,

- Türkiye ve Tunus'un arazi faaliyetlerini destekleyerek katılmasını,

- Daha sonra verilerin indirgenmesi, analizi ve bu projeyle ilgili diğer araştırmalarla ilişki kurularak sonuçların yorumlanmasını,

- Ölçülerin her iki yılda bir tekrarlanması,

- Diğer uzay tekniklerinden biri olan GPS'le ölçülerin sıklaştırılmasını kapsamaktadır.

Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesinde yapılmış olan jeodinamik, sismolojik ve jeolojik araştırmalar sonunda belirlenen deformasyonların, komşu plakalar arasındaki relatif hareketten dolayı olduğu saptanmıştır. 1980'li yılların başına kadar yapılan bu araştırmaların hiçbirinde jeodezik veri yoktur. MEDLAS projesi ile Orta ve Doğu Akdeniz bölgesinde eksik olan çok duyarlı jeodezik verilerin elde edilmesi ve jeodezi, jeodinamik, sismoloji ve jeolojinin değişik alanlarıyla ilişki kurularak; kentsel bölgelerdeki sosyo-ekonomik problemlere çözüm bulmak, bilimsel sonuçlar elde etmek ve dünyanın en önemli kültürel bölgesinde araştırma yapmak amaçlanmıştır.

MEDLAS projesi çerçevesinde ölçü yapılan noktalar sabit SLR noktaları ile geçici olarak ölçülen SLR noktalarından oluşmaktadır. Avrupa'da kurulan sabit SLR noktalarının isimleri aşağıdadır.



- Dionysos (Yunanistan)
- Grasse (Fransa)
- Graz (Avusturya)
- Herstmonceux (İngiltere)
- Jerusalem (İsrail)
- Kootwizk (Hollanda)
- Matera (İtalya)
- Metsahövi (Finlandiya)
- San Fernando (İspanya)
- Wettzell (Batı Almanya)
- Zimmerwald (İsviçre)

Hareketli (Mobil) Laser mesafe ölçme sistemlerinin kullanıldığı ülkeler ise;

- Mısır
- Yunanistan
- İtalya
- Tunus
- Türkiye

Bu iki çeşit SLR noktalarında aynı zamanda ölçüler yapılarak;

- Uyduların yörünge elemanları,
- Noktaların duyarlı koordinatları ve
- Noktalar arasındaki kenar uzunlukları çok duyarlı bir şekilde hesaplanabilmektedir.

SLR sisteminde kullanılan uydular;

LAGEOS (NASA)  
 STARLETTE (FRANSA)  
 POLSAT (ESA (European Space Agency) + NASA)  
 EGP (Experimental Geodetic Payload, JAPONYA)  
 AIJSAI (JAPONYA)

WEGENER MEDLAS projesinde farklı çalışma grupları oluşturulmuştur. Ülkeler projeye farklı gruplarda katılabilmektedirler. Bu gruplar

GRUP I : Hareketli SLR sistemlerini kullanmak.

GRUP II : Avrupa ve Akdeniz Bölgesindeki sabit SLR istasyonlarındaki ölçülere katılmak.

GRUP III : Global laser izleme ağına katılmak.

GRUP IV : Ev sahibi ülke olarak faaliyetleri desteklemek amacıyla ulusal olanaklarla katılmak.

- GRUP V : Verilerin indirgenmesi ve analiz faaliyetlerine katılmak,  
GRUP VI : Ölçülerin yapılması ve/veya veri işleme ve analiz faaliyetlerine ihtiyaç halinde katılmak.  
GRUP VII : Disiplinlerarası analiz yapmak üzere katılmak. Bu grubun görevi jeodinamik yorumlama yapmak ve diğer deneysel kaynaklardan elde edilen sonuçlarla ilişki kurmak.

Türkiye, WEGENER MEDLAS projesindeki gruplardan IV ncü grup'taki faaliyetlere, hareketli SLR ölçülerinin yapılacağı ev sahibi ülke olarak katılmıştır.

Türkiye'de hareketli SLR sistemleriyle

- Diyarbakır
- Melengiçlik (Karaman-Konya)
- Yığılca (BOLU)
- Yozgat

noktalarında şimdiye kadar 1987 ve 1989 yıllarında iki periyotta ölçü yapılmıştır. 1987 yılındaki ölçü programı aşağıdadır. IfAG ölçü ekibi MTLRS-2(Monitor Transportable Laser Ranging System) ve NASA (ABD) ölçü ekibi TLRS - 1 (Transportable Laser Ranging System) taşınabilir SLR sistemlerini kullanmışlardır.

| <u>Nokta Adı</u>  | <u>Tarih</u>             | <u>Ölçüyü Yapan</u> |
|-------------------|--------------------------|---------------------|
| DİYARBAKIR        | 23 MART - 1 MAYIS 1987   | IfAG                |
| MELENGİÇLİK-KONYA | 23 MART - 1 MAYIS 1987   | NASA                |
| YOZGAT            | 11 MAYIS-19 HAZİRAN 1987 | IfAG                |
| BOLU-YIĞILCA      | 11 MAYIS-19 HAZİRAN 1987 | NASA                |

1989 yılındaki ikinci periyot SLR ölçüleri yine bu dört noktada aşağıdaki program dahilinde yapılmıştır.

| <u>Nokta Adı</u>  | <u>Tarih</u>                | <u>Ölçüyü Yapan</u> |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|
| YOZGAT            | 10 TEMMUZ - 18 AĞUSTOS 1989 | IfAG                |
| BOLU-YIĞILCA      | 10 TEMMUZ - 18 AĞUSTOS 1989 | NASA                |
| DİYARBAKIR        | 28 EYLÜL - 6 EKİM 1989      | IfAG                |
| MELENGİÇLİK-KONYA | 28 EYLÜL - 6 EKİM 1989      | NASA                |

WEGENER MEDLAS projesinin en önemli özelliklerinden biri de taşınabilir SLR ölçüsü yapılan noktaların çevresinde uygun klasik arazi ölçümlerinin de yapılmasıdır. Klasik arazi ölçülerini yapmanın 3 nedeni vardır.

- SLR ölçüsü yapılan noktaları bölgesel ağa bağlayarak hareketin ayrıntısını ortaya çıkarmak,
- Plakalar arası hareketten lokal hareketi ayırtmak için SLR istasyonlarının çevresindeki referans noktalarının hareketlerini belirlemek,
- SLR ölçüleriyle yinelemeli olarak belirlenen kenarlar arasındaki farklardaki şüpheyi ortadan kaldırmak.

Bu amaçlarla SLR istasyonlarının çevresine yaklaşık 10 km. uzaklıkta üçer adet referans noktası inşa edilmiştir. Melengiçlik ve Diyarbakır SLR noktalarındaki referans noktalarından oluşan yerel ağıdaki jeodezik ölçümler (Açı, Kenar, Azimut, Doppler ve Nivelman ölçümleri) 1987 yılı yaz aylarında gerçekleştirilmiştir.

#### 4. MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTOSU (MIT) İLE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARI

WEGENER MEDLAS projesinin bir devamı olmak üzere Türkiye'deki fay etkinliği, bağlı plaka hareketleri ve plaka içi deformasyonların araştırılması amacıyla GPS'in kullanılmasına yönelik bir proje önerisi 1987 yılı sonlarında MIT tarafından yapılmıştır.

HAZİRAN 1989'da "TUJJB ve MIT-ERL arasında Türkiye'deki faylanma ve bölgesel deformasyonların belirlenmesi amacıyla GPS ölçü ve değerlendirmesi hakkındaki Uygulama esasları" isimli protokol imzalanmıştır.

Projenin başlangıçtaki temel amacı şunlardır /2/;

a. Özellikle Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattı ve Doğu Anadolu Fay (DAF) hattı ağırlıklı olmak üzere, Türkiye'deki ana fay sistemleri boyunca gerilim, birikim ve boşalımların izlenmesi,

b. Arap, Afrika ve Avrasya plakaları ile sınırlanan Anadolu plakası içerisindeki deformasyonların doğrudan ölçülmesiyle

- Anadolu plakasının batıya doğru kaçışının,
- Kuzeydoğu Anadolu Blokunun doğuya doğru kaçışının,
- Doğu Anadolu'daki Kuzey-Güney yönlü sıkışmanın,
- Batı Anadolu'daki Kuzey-Güney yönlü açılmanın belirlenmesi,

c. Afrika, Arap, Anadolu ve Avrasya plakalarının günümüzdeki bağıl hareketlerinin belirlenmesi. (Çalışmanın bu amacı Doğu Akdeniz Bölgesinde SLR ölçüleri ile bağıl plaka hareketlerinin ölçülmesine yönelik WEGENER MEDLAS projesinin bir uzantısıdır.)

Bu proje çerçevesinde Batı ve Doğu Anadolu'da ana fay hatları üzerinde seçilecek noktalarda birer yıl arayla ölçülerin tekrarlanması şeklinde bir GPS ölçü programı tasarlanmıştır.

Karşılıklı imzalanan protokol gereği, MIT proje çerçevesinde yürütülecek ölçü çalışmalarına gerekli donanım ve arazi gereçlerini sağlamakla yükümlüdür.

MIT ile yapılan çalışmalarda noktalar, karşılıklı anlaşma sağlanmak suretiyle UJJ-GPS programında belirtilen nokta seçim ilkelerine göre seçilmiştir. Buna göre ölçülen noktalardan

- 3 nokta sıfırcı derece doppler noktası
- 1 nokta sıklaştırma doppler noktası
- 1 nokta I nci derece yatay kontrol ağı noktası
- 1 nokta III ncü derece nirengi noktası
- 1 nokta nivelman noktasıdır

Ayrıca Batı Anadolu'da ölçü yapılan 5 nokta ise DURHAM Üniversitesi ile yapılan çalışmalarda ölçülen noktalarla ortaktır.

Proje kapsamında tesis edilen GPS noktalarında yapılan GPS ölçülerinin SLR noktalarındaki GPS ölçüleri ile bağlantısının da yapılması hedeflenmiştir. Bu amaçla GPS Kampanyaları sırasında SLR noktalarındaki GPS ölçüleri ya MIT tarafından yapılmış ya da IfAG ile koordine edilerek IfAG'ın yaptığı eş zamanlı ölçülerden yararlanılmıştır.

Böylece MIT ile ortak olarak hem jeodinamik hem de TUJJB'nin ulusal jeodezik ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik toplam 33 GPS noktası ile 4 SLR noktasında peryotlar halinde tekrarlanan GPS ölçüleri yapılmıştır. Ayrıca 1990 yılında eğitim çalışmaları sırasında GPS test ağına ait 7213 ve 132 No.lu noktalarda bir gecelik GPS ölçüsü yapılmıştır.

MIT 1988 ve 1989 yıllarındaki çalışmalara gerekli donanımın yanında her alıcı için bir de operatör getirerek katılmıştır. 1990 ve 1991 yıllarındaki çalışmalarda ise MIT sadece iki operatör getirmiş diğer operatörler HGK tarafından tahsis edilmiştir.

MIT tarafından Türkiye'de GPS ölçüleri 1988 yılından başlamak üzere bir yıl batı ve bir yıl doğu olmak üzere beş yıl süreyle planlanmıştır. Çalışmalar GPS ölçü kampanyaları şeklinde düzenlenmiştir.

a. 1988 Yılı TUJJB-MIT GPS Kampanyası

1988 yılı GPS ölçüleri MIT ve Hacettepe Üniversitesi arasında imzalanan bir protokolla Batı Anadolu'da seçilen 14 adet GPS noktası ile 4 adet SLR noktasında gerçekleştirilmiştir (Şekil-2). Arazi çalışmaları 4-30 Eylül 1988 tarihlerinde yapılmıştır. MIT 4 adet GPS alıcısı getirmiştir. Kampanya süresince Hacettepe Üniversitesi'nde tesis edilen ANKA noktasında bir alıcı sabit bırakılmış, diğer 3 alıcı ise hareketli alıcılar olarak görev yapmışlardır/6/.

b. 1989 Yılı TUJJB-MIT GPS Kampanyası

1989 yılı GPS ölçüleri Ağustos-Eylül aylarında Doğu Anadolu'da seçilen 17 adet GPS noktası ile 1 adet SLR noktasında gerçekleştirilmiştir (Şekil-3). MIT 3 adet TI 4100 ve 4 adet Trimble 4000 SST olmak üzere 7 adet GPS alıcısı ile çalışmalara katılmıştır. Bunlardan 1 adet TI4100 alıcısı IfAG grubuyla çalışma yapmak üzere Alman ekibine kiralanmıştır. Arazi çalışmalarından önce kampanyaya katılan Türk personele GPS alıcılarının kullanılması konusunda bir eğitim verilmiştir.

Kampanya süresince ANKA ve DBKO SLR noktalarında birer alıcı sabit kalmış, diğerleri hareketli olarak Doğu Anadolu GPS noktalarında üçer günlük sürelerle GPS ölçüleri yapmışlardır. Kampanya sırasında 1 adet Trimble alıcısının arıza yapması nedeniyle bu ekibin yapacağı ölçüler diğer ekipler tarafından tamamlanmıştır. Bu çalışmalar IfAG ve DURHAM tarafından yürütülen çalışmalarla eş zamanlı olarak yapılmıştır/6/.

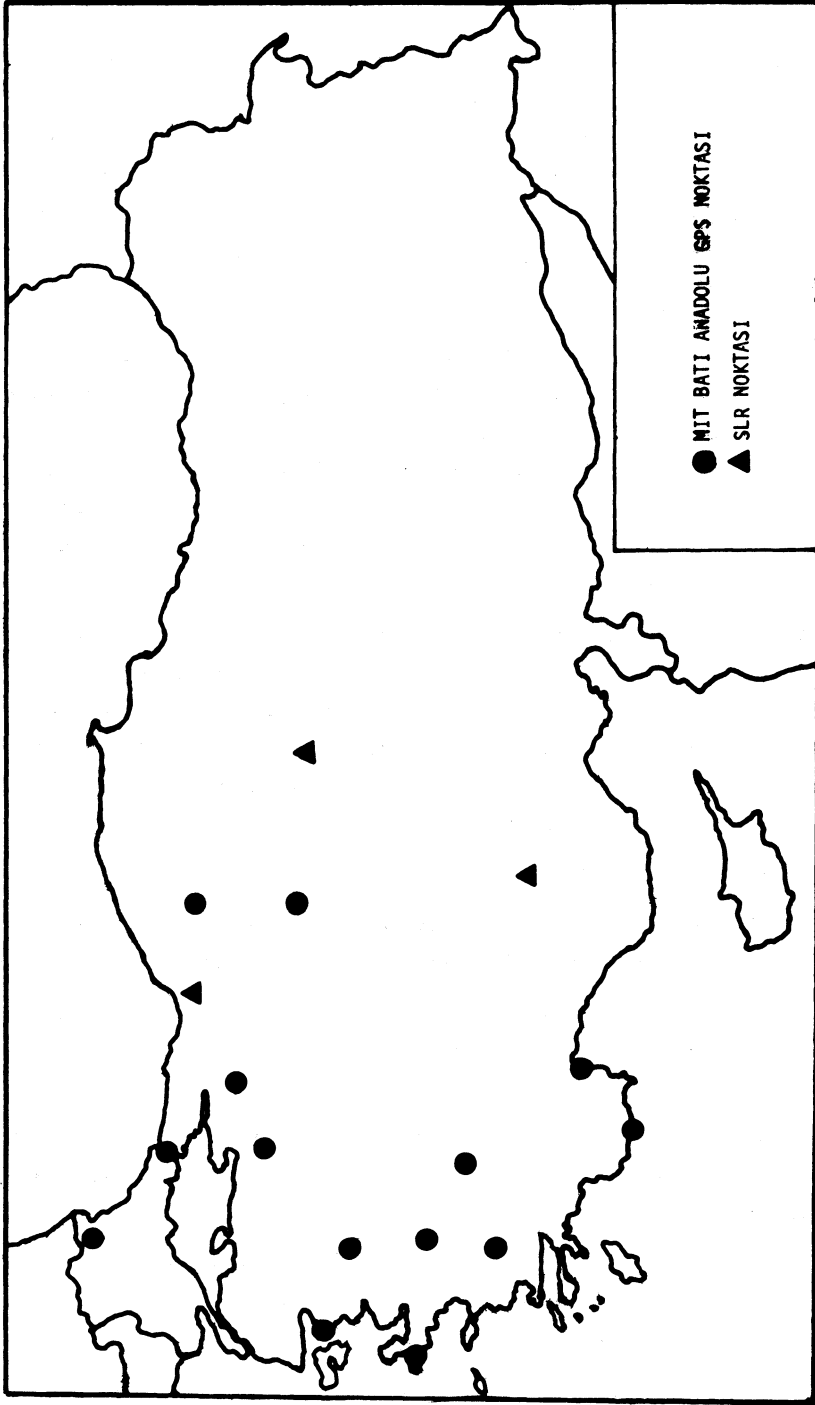
c. 1990 Yılı TUJJB-MIT GPS Kampanyası

1990 TUJJB-MIT GPS kampanyasında Batı Anadolu'da 1988 yılında GPS ölçüsü yapılan noktalardan 10 tanesinde ikinci peryot ölçüleri yapılmıştır (Şekil-4).

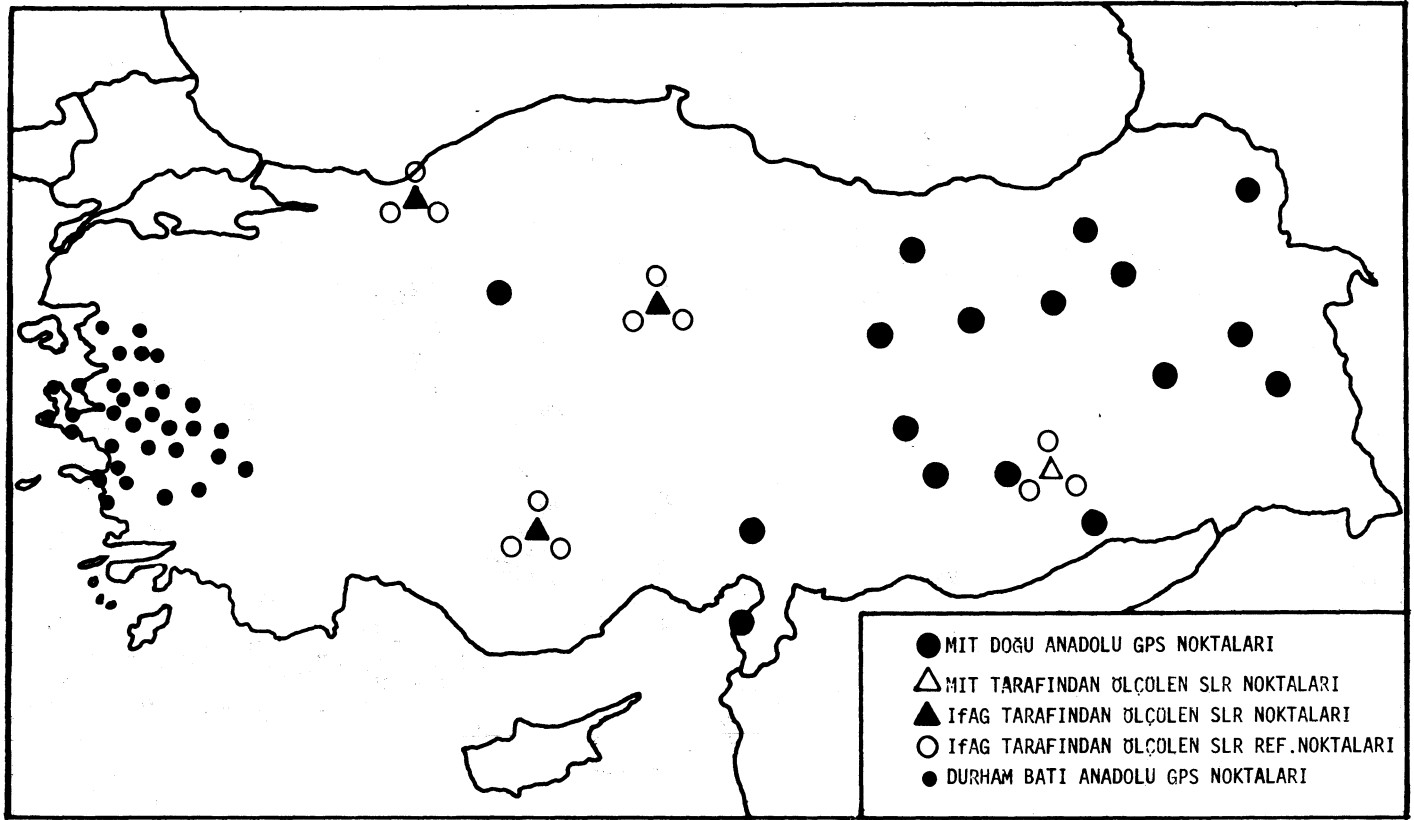
MIT üç adet Trimble 4000 SST GPS alıcısı ile çalışmalara katılmıştır. Bu üç alıcıdan bir tanesi ANKA noktasında sabit kalmış diğerleri hareketli olarak görev yapmıştır.

GPS noktalarının civarında referans noktaları tesis edilmiş ve bu noktalarla GPS noktaları arasında bağlantı ölçüleri (Açı, Kenar) ayrıca bir ekip tarafından gerçekleştirilmiştir.

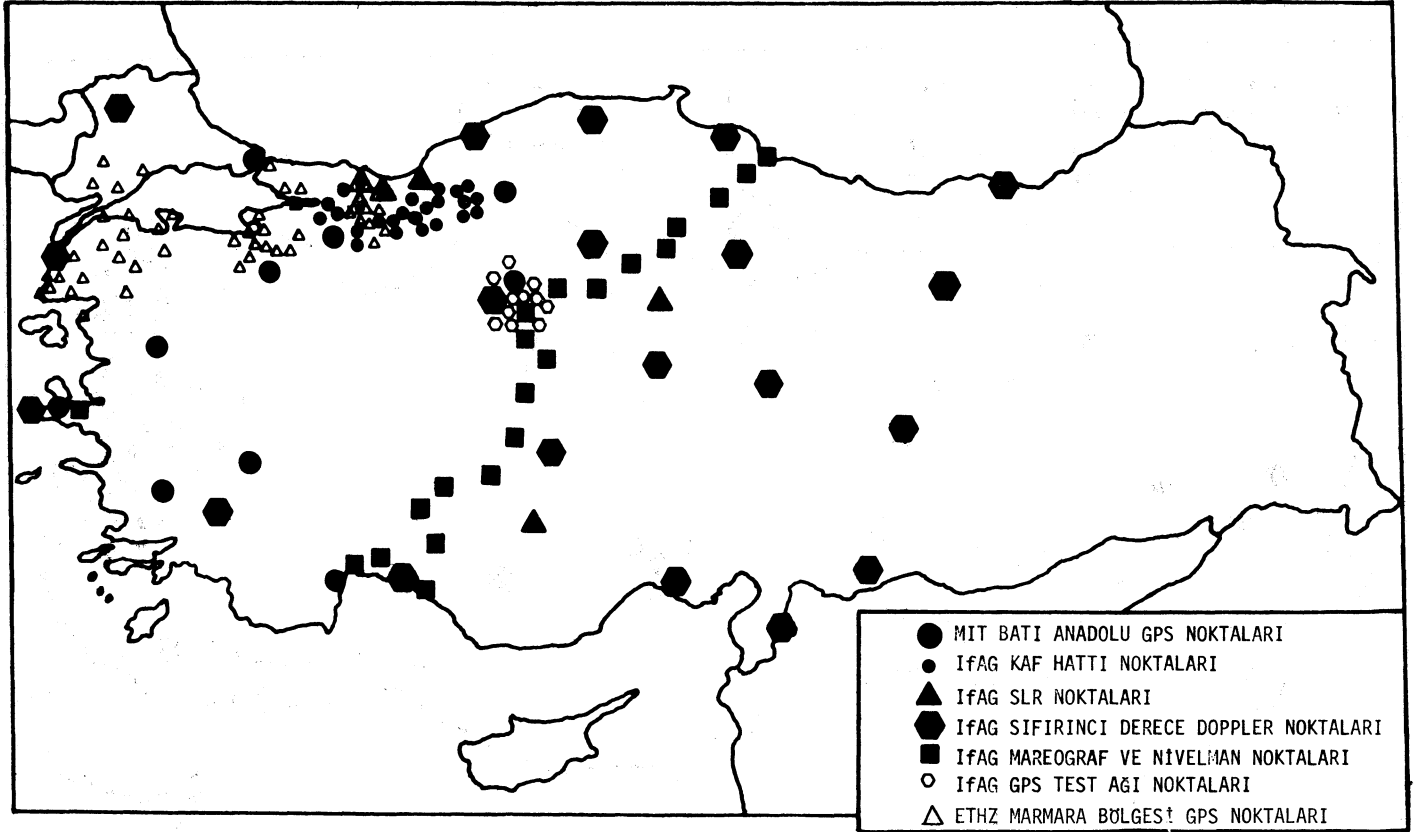
Eğitim çalışmaları sırasında ANKA noktası çevresindeki referans noktalarında ve GPS test aşında alet arızası nedeniyle IfAG tarafından ölçülemeyen 7213 ve 132 nolu noktalarda bir günlük GPS ölçüsü yapılmıştır/7/.



Şekil-2 : 1988 Yılında MIT tarafından ölçülen GPS noktaları

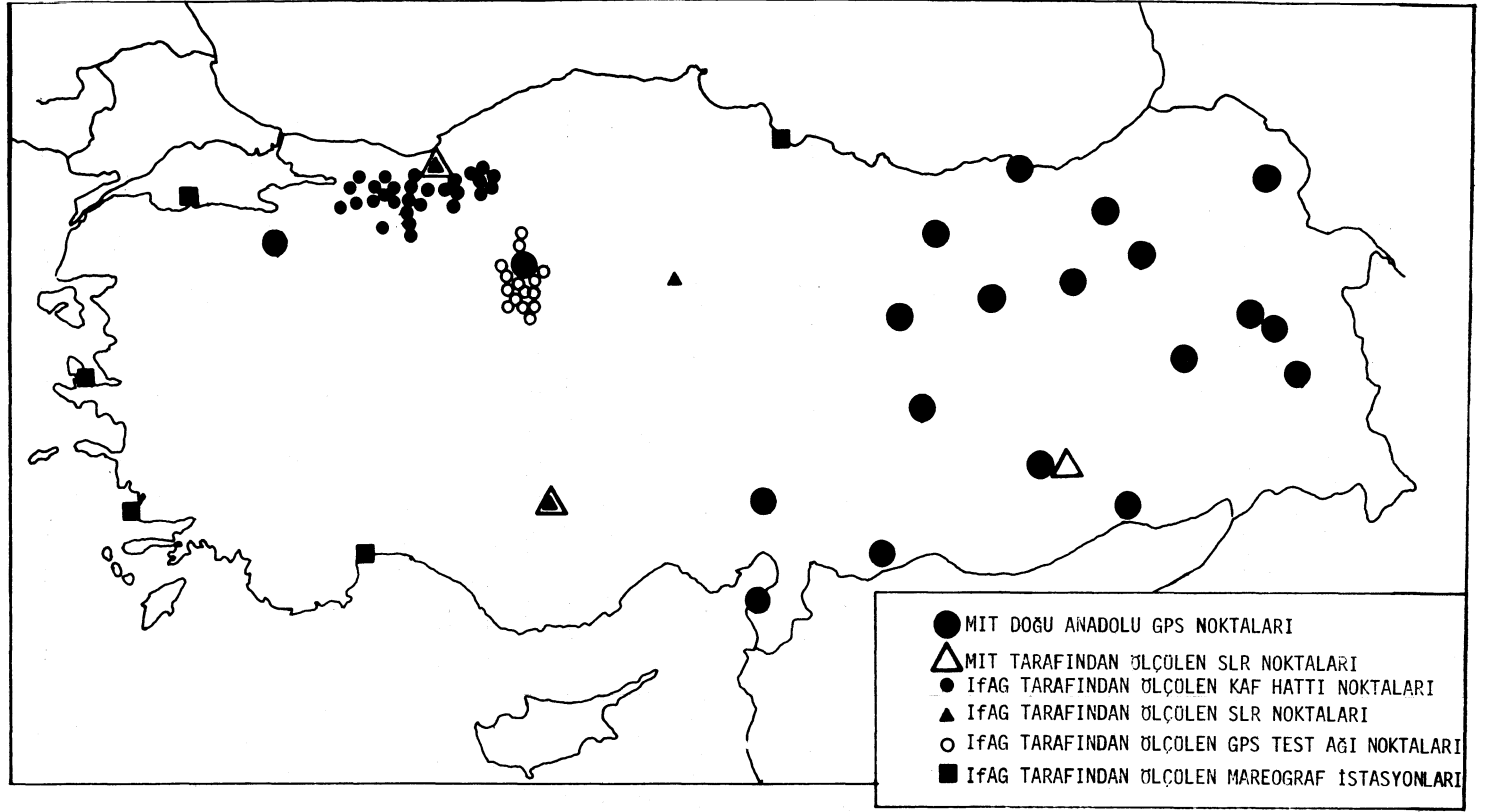


Şekil-3 : 1989 Yılında ölçülen GPS noktaları



Şekil-4 : 1990 Yılında ölçülen GPS noktaları





Şekil-5 : 1991 Yılında ölçülen GPS noktaları

#### d. 1991 Yılı GPS Kampanyası

1991 yılı TUJJB-MIT GPS kampanyası EYLÜL ayında 16 sı Doğu Anadolu'da 1989 yılında ölçülen noktalarda ikinci peryot olmak üzere toplam 20 GPS noktası ve 2 SLR noktasında gerçekleştirilmiştir (Şekil-5).

MIT 7 adet Trimble 4000SST GPS alıcısı getirmiştir. Kampanya süresince IfAG ile koordinasyon yapılarak YGLO ve MLGO ve KRCD noktalarında birer alıcı sabit tutularak kampanyanın SLR noktaları ile bağlantısının yapılması sağlanmıştır.

1989 yılında yapıldığı şekilde 11 noktada da referans noktalarının bağlantı ölçüleri yapılmıştır/8/.

#### e. Değerlendirme Çalışmaları

1988 - 1989 ve 1990 yıllarında MIT ile yapılan GPS ölçülerine ait veriler uygulama esasları çerçevesinde bir personel tarafından ŞUBAT-MAYIS 1991'de MIT'ye götürülerek GAMIT GPS değerlendirme yazılımı ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirmede CIGNET (Cooperative International GPS Network) ağına ait sabit istasyonlardaki GPS ölçüleri de kullanılmış ve SV5 /9/ sisteminde koordinatlar elde edilmiştir.

### 5. ALMANYA UYGULAMALI JEODEZİ ENSTİTOSU (IfAG) İLE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARI

IfAG ile WEGENER MEDLAS projesinin devamı olarak KAF ve SLR noktalarında 1989 yılında başlatılan GPS çalışmaları TUJJB'un ulusal jeodezik projelerine de destek olacak şekilde genişletilmiştir. TEMMUZ 1989'da TUJJB adına hareket eden HGK ile IfAG arasında imzalanan Türkiye'de SLR ve GPS ölçmeleri ile ilgili uygulama esaslarına bağlı olarak;

- KAF hattında seçilen GPS noktalarında,
- 1983-1984 yıllarında kurulan sıfırinci derece doppler ağına ait noktalarda
- Düşey kontrol ağına ait nivelman noktaları ve mareograf istasyonlarında,
- Ankara yakınlarında oluşturulan GPS Test Ağına ait noktalarda

GPS ölçüleri yapılmıştır.

Uygulama esasları çerçevesinde GPS arazi çalışmaları için gerekli donanım IfAG tarafından sağlanmaktadır. IfAG ayrıca her alıcı için bir de operatör getirmektedir. TUJJB ise IfAG tarafından getirilen malzemelerin Türkiye'ye sokulması için gerekli Gümrük müsaadelerini almakta ve her alıcıya bir operatör tahsis etmektedir. GPS ölçüleri her yıl kampanyalar şeklinde yapılmaktadır.

a. 1989 Yılı TUJJB-IfAG GPS Kampanyası

TUJJB-IfAG arasındaki 1989 yılı GPS çalışmaları AĞUSTOS-EYLÜL aylarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için IfAG 2 adet TI 4100 ve 2 adet Minimac olmak üzere toplam 4 adet GPS alıcısı getirmiştir. 1 adet TI 4100 alıcısı da MIT'den kiralanmak suretiyle toplam 5 adet GPS alıcısı ile bu kampanya yürütülmüştür. GPS ölçüleri SLR noktalarında ve bunların yaklaşık 10 km. yakınına tesis edilen kontrol noktalarında yapılmıştır.(Şekil-3). Böylece SLR kontrol noktaları ile SLR platformlarındaki merkez noktaları arasındaki GPS ölçüleri ile bağlantı çalışmaları gerçekleştirilmiştir/6/.

b. 1990 Yılı TUJJB-IfAG GPS Kampanyası

IfAG ile 1990 yılında yürütülen GPS ölçüm çalışmalarında KAF hattında birinci periyot ölçülerinin yanı sıra, GPS test ağı, Sıfıncı Derece Doppler Ağı ve Düşey Kontrol Ağına ait noktalarda (Şekil-4) GPS ölçüleri yapılmıştır.IfAG çalışmalara 3 adet Trimble 4000 SD/SDT 2 adet Minimac, 4 adet TI 4100 ve 4 adet WM102 GPS alıcıları ile katılmıştır/7/.

(1) Ankara GPS Test Ağında Yapılan GPS Ölçüleri

GPS ölçülerinin nokta sıklaştırmasında kullanımının araştırılması amacıyla Ankara yakınlarında kurulan test ağındaki GPS ölçülerinde YGLO ve YZGO SLR noktaları ile 7213 No.lu Meşedağ noktasında birer alıcı sabit tutulmuştur. Diğer alıcılar hareketli alıcılar olarak görev yapmışlardır.

(2) Sıfıncı Derece Doppler Ağında Yapılan GPS Ölçüleri;

Sıfıncı derece doppler ağına ait toplam 20 noktada ikişer günlük GPS ölçüleri yapılmıştır. Aynı zamanda YGLO,YZGO ve MLGO SLR noktalarında birer alıcı sabit tutulmuştur.

(3) Düşey Kontrol Ağında Yapılan GPS Ölçüleri;

Düşey kontrol ağında Menteş (İZMİR), Samsun ve Antalya mareograf istasyonları ile Samsun-Antalya mareograflarını birleştiren güzergah boyunca 18 nivelman noktasında YGLO, YZGO ve MLGO SLR noktaları ile eş zamanlı GPS ölçüleri üç günlük süre içinde yapılmıştır. Bu ölçüler sırasında bazı noktalarda merkez dışı ölçüler yapmak zorunda kalınmış olup, merkez dışı noktalarda merkez noktaları arasındaki yükseklik farkları seri nivelmanla belirlenmiştir.

(4) KAF Hattında Yapılan GPS Ölçüleri;

KAF Hattında yapılan ölçüler sırasında YGLO SLR noktası ile Yeniçağa (İ204) noktalarında birer alıcı sürekli olarak sabit tutulmuştur. Diğer

alıcılar ise hareketli olarak görev yapmışlardır. Bu safhada toplam 27 noktada GPS ölçüsü yapılmıştır,

c. 1991 Yılı TUJJB-IfAG GPS Kampanyası

1991 yılı çalışmalarına IfAG 10 adet Trimble 4000SST ve 1 adet Trimble 4000ST olmak üzere toplam 11 adet GPS alıcısı ile katılmıştır. GPS ölçüleri KAF, GPS Test Ağı, SLR ve Düşey Kontrol Ağına ait noktalarda yapılmıştır (Şekil-5).

(1) KAF Hattında Yapılan GPS Ölçüleri;

1990 yılında birinci peryot ölçüleri yapılan 27 noktanın ikinci peryot ölçüleriyle birlikte Taşkenti'de kurulan ağa ait üç noktada da GPS ölçüleri yapılmıştır. Ölçüler sırasında Yeniçağa noktasında bir alıcı sabit tutulmuştur.

(2) GPS Test Ağında Yapılan GPS Ölçüleri;

Ankara yakınlarında kurulan test ağına ait toplam 15 noktada GPS ölçüsü yapılmıştır. 4 gün süren ölçüler sırasında 7213, 8004, 8003 ve 23 nolu noktalarda birer alıcı sabit tutulmuştur.

(3) SLR Noktaları ve Mareograf İstasyonlarında Yapılan GPS Ölçüleri

Beş gün süreyle YGLO, MLGO ve YZGO SLR noktaları ile Bodrum, Samsun, Menteş, Erdek ve Antalya Mareograf istasyonlarında eş zamanlı GPS ölçüleri yapılmıştır. MLGO noktasında MIT ile koordineli olarak bir gün fazla ölçü yapılmıştır /8/.

d. Değerlendirme Çalışmaları;

1989 ve 1990 yıllarında IfAG ile birlikte yapılan GPS ölçülerinin değerlendirilmesi uygulama esasları çerçevesinde 1991 yılının ilk altı ayında IfAG'da gerçekleştirilmiştir. Türkiye'den değerlendirme çalışmalarına iki personel katılmıştır. Ölçüler Bernese V3.2 GPS değerlendirme yazılımı ile değerlendirilmiştir.

6. DURHAM ÜNİVERSİTESİ İLE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARI

6 MART 1989 tarihinde 9 EYLÜL Üniversitesi ile DÜ arasında karşılıklı bir işbirliği anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşmanın Türkiye'de GPS ölçülerinin yapılması ile ilgili olarak da HGK ve DÜ arasında "Türkiye'deki faylanma ve bölgesel deformasyonların belirlenmesi amacıyla yapılacak GPS ölçü ve değerlendirmesi ile ilgili uygulama esasları" AĞUSTOS 1989'da imzalanmıştır.

Bu anlaşma çerçevesinde yürütülecek araştırmalarla plakaların çarpışması sonucunda ortaya çıkan deformasyonlar ve bölgedeki sismik aktiviteyi yürüten fiziksel süreçlerin incelenmesi sağlanacaktır, DÜ GPS ölçülerinin yapılabilmesi için gerekli donanım ve arazi gereçlerini sağlamakla yükümlüdür.

GPS ölçümleri ile tektonik deformasyonların belirlenmesi 5 yıl süreli bir çalışma olarak planlanmıştır. Buna göre ilk ölçüler 1989 yılında AĞUSTOS ve EYLÜL aylarında yapılmıştır.

GPS ölçüsü yapılan noktalar hem jeodinamik hem de TUJJB'un Ulusal Jeodezik projelerini destekleyecek şekilde seçilmiştir. Seçilen noktaların tümü Ege Bölgesindedir. Bunlardan 4 nokta Yatay Kontrol Ağına aittir. 5 nokta ise MIT tarafından Batı Anadolu'da ölçü yapılan noktalarla ortaktır.

1989 yılı GPS ölçülerinin yapılabilmesi için DÜ 5 adet TI 4100 GPS alıcısı getirmiştir. Toplam 32 noktada ilk TUJJB-DÜ GPS Kampanyası gerçekleştirilmiştir (Şekil-3).

Bugüne kadar tek peryot olarak yapılan GPS ölçülerinin değerlendirilmesi Uygulama Esasları çerçevesinde KASIM-ARALIK 1990'da Durham Üniversitesinde Türkiye'den bir personelin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede Bernese V3.2 yazılımı kullanılmıştır.

## 7. ZORİH TEKNOLOJİ ENSTİTOSU(ETHZ)İLE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARI

İTÜ ve ETHZ arasında imzalanan "Marmara Bölgesinde Tektonik Aktivite ve bunun yeraltı suları hareketleri, jeotermik ve sismoloji ile karşılıklı etkileşimi" konulu projenin 6 No.lu alt projesi (Jeodezi) ile ilgili olarak TUJJB ile ETHZ arasında GPS çalışmaları 1990 yılından başlayarak devam etmektedir. Proje jeolog, jeofizikçi ve jeodeziciler arasında sürdürülen çok disiplinli bir çalışmadır. Ana amacı, Kuzey Anadolu Fay Zonunun batı kesimini (Burada kompleks bir graben sistemi oluşmuştur) jeodezik yönden araştırmak ve sonuç olarak saptanacak deformasyon alanını, tektonik, yeraltı suyu hareketleri, jeotermik ve sismik açılarından değerlendirmektir.

Çalışma alanları Marmara Denizi'nin kuzey ve güneyinde bulunmaktadır ve III ncü Kuzey Anadolu Fayının Biga Yarımadası içerisindeki devamını ve Edremit grabeninin faaliyet alanını içine alacak şekilde genişletilecektir. Uygulama esasları çerçevesinde GPS ölçüsü yapılacak noktalar UJJ-GPS programı nokta seçim ilkelerine uyularak seçilmiştir. Bunlardan üç nokta IfAG ile KAF hattında ölçü yapılan noktalarla ortaktır.

1990 yılı Eylül ayında toplam 47 noktada (Şekil-4) 11 adet WM-102 GPS alıcısıyla TUJJB-ETHZ arasında ilk GPS kampanyası gerçekleştirilmiştir. Kampanya süresince ITAY (İstanbul) noktasında bir alıcı sürekli sabit tutulmuştur. Günde ortalama 5 saatlik veri kaydı yapılmıştır.

Şimdiye kadar tek peryot olarak ölçülmüş olan Marmara Bölgesi'ne ait GPS verileri uygulama esasları çerçevesinde 1991 yılı ŞUBAT-NİSAN aylarında Türkiye'den bir personelin katılımıyla ETHZ'de Bernese V3.2 yazılımı ile değerlendirilmiştir.

## 8. SONUÇ

1988-1991 yıllarında MIT, IfAG, DURHAM ve ETHZ ile ayrı ayrı imzalanan uygulama esaslarına bağlı olarak toplam 213 adet (12 adet SLR Referans Noktası dahil) noktada GPS ölçüsü yapılmıştır. Bu noktalar dört yabancı kuruluşun jeodinamik amaçlı olarak genellikle kayada bronz olacak şekilde inşa ettikleri noktaların yanında UJJ-GPS programı nokta seçim ilkelerine bağlı olarak ülke temel yatay ve düşey kontrol ağında ve GPS test ağında seçilen noktalardan oluşmaktadır. Jeodinamik amaçla seçilen noktalar aynı zamanda hem kuruluşlar arası hem de jeodezik amaçlı noktalara ortak noktaları içermektedir. Bu ortak ilişki aşağıdaki tabloda görülmektedir.

| PROJE    | MIT | IfAG | DURHAM | ETHZ | SIF.DOP. | DUSEY | TEST | SLR  | TOPLAM |
|----------|-----|------|--------|------|----------|-------|------|------|--------|
| MIT      | 26  |      | 5      |      | 2        |       |      |      | 33     |
| IfAG     |     | 26   |        | 3    |          |       |      | 1    | 30     |
| DURHAM   | 5   |      | 27     |      |          |       |      |      | 32     |
| ETHZ     |     | 3    |        | 44   |          |       |      |      | 47     |
| SIF.DOP. | 2   |      |        |      | 17       |       | 1    |      | 20     |
| DUSEY    |     |      |        |      |          | 23    |      |      | 23     |
| TEST     |     |      |        |      | 1        |       | 23   |      | 24     |
| SLR      |     | 1    |        |      |          |       |      | 3+12 | 16     |

Yukarıdaki tablodan MIT tarafından ölçülen toplam 33 noktanın 5 adedi DURHAM'ın Batı Anadolu'da ölçü yaptığı noktalarla, 2 adedi de Sıfırıncı Derece Doppler Ağında ölçü yapılan noktalarla ortak olduğu anlaşılmaktadır. 26 nokta ise sadece MIT tarafından ölçülmüştür.

Bunlara ek olarak 13 Mart 1992 tarihinde Erzincan'da meydana gelen deprem-  
den hemen sonra Harita Genel Komutanlığı ve MIT tarafından bölgedeki fay hat-  
tının iki tarafında 4 adet Trimble 4000SST GPS alıcısı ile 13 günlük bir kam-  
panya düzenlenmiştir. Bu kampanyada daha önceden tesis ve ölçüleri yapılan 4  
adet eski nokta (Şebinkarahisar, Erzurum, Mercan ve Kemah) ile 11 adet yeni  
sıklaştırma noktasında GPS ölçüleri yapılmıştır.

Kampanyalar sırasında ölçü programları mümkün olduğu kadar yabancı kuru-  
luşların eş zamanlı ölçüler yapmalarını sağlayacak şekilde planlanmıştır. Bu  
sayede çeşitli amaçlarla Türkiye genelinde GPS ölçüsü yapılan noktalar arasın-  
da hem eş zamanlı GPS gözlemleri ile hem de aynı noktalarda farklı kuruluşlar-  
ca ölçü yapılarak bağlantılar sağlanmıştır. Bu şekilde bağlantıların yapılmış  
olmasının kabuk hareketlerinin Türkiye'nin farklı bölgelerindeki seyrinin daha  
anamlı şekilde belirlenmesine katkıda bulunacağı ve aynı zamanda oluşturulan  
parça ağ ve buralarda yapılan eşzamanlı gözlemlerin ortak değerlendirilmesi-  
yle Türkiye yüzey ağı oluşumu düşünülmektedir.

Yabancı kuruluşların da katılımıyla Türkiye'de uzay teknikleri kullanarak  
başlatılan bu projeler, sadece jeodinamik amaçların yerine getirilmesini sağ-  
lamakla kalmamıştır. Özellikle yurtdışı temas eksikliğinden kaynaklanan bazı  
problemlerin gelecekte kolayca giderilmesi için sağlam bir zemin hazırlanmış-  
tır.

GPS kampanyaları sırasında, Türkiye'de farklı alıcı tipleriyle ölçüler ya-  
pılması imkanı doğmuştur. Bu durum alıcılar arasında karşılaştırma yapma imka-  
nını yaratmaktadır. Aynı şekilde MIT ve IfAG'dan karşılıklı uygulama esasları  
çerçevesinde temin edilen GAMIT ve Bernese V3.3 GPS değerlendirme yazılımları  
ile farklı değerlendirme denemelerinin Türkiye'de yapılabilme şansı doğmuştur.  
Bugün mevcut yazılımlarla tek bir değerlendirme stratejisi mevcut değildir.  
Kampanyada elde edilen ölçülerin durumu ve amaca bağlı olarak çeşitli strate-  
jiler uygulanagelmektedir. Bunun yanında uydu gözlemleri ile ilgili bugün bi-  
le hala çözümlenemeyen bazı konular mevcuttur. Ör.Troposferin GPS uydularına  
ait sinyaller üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için su buharı radyomet-  
releri (Water Vapor Radiometers, WVRs) ile ölçümler yabancı kuruluşlarca ha-  
len deneme aşamasındadır. Bu ölçülerin uydu sinyalleri üzerindeki etkilerini  
belirlemek bugün bilimsel çevrelerde büyük bir merak konusudur. Ayrıca "AMBI-  
GUTY" çözümü, "CYCLE SLIP" ayıklaması gibi işlemler halen farklı GPS hesap  
merkezlerinin en büyük ilgi alanlarını oluşturmaktadır.

UJJ-GPS programında NAVSTAR-GPS ve SLR teknikleriyle Türkiye'de ölçümler  
yapmanın jeodezik amacı olarak

- Türkiye Ulusal Jeodezik Temel Ağlarının güncelleştirilip iyileştirilmesi,

- Jeodezik amaçla nokta sıklaştırması ve

- Jeodezik sonuçların jeodinamik amacıyla da kullanılabilecek doğruluk ve duyarlılığa ulaştırılması kararlaştırılmıştır.

Bu amaçları sağlayacak şekilde yürütülecek faaliyetler ise;

- EUREF (EUropean REference Frame) kapsamında NAVSTAR uydu efemerislerini hesaplamak,

- NAVSTAR-GPS, TRANSIT-Doppler, SLR ve Temel Yatay ve Düşey Kontrol Ağlarının birbirleriyle uyumlarını irdelemek (Datum dönüşümü, ölçek kontrolü, yöneltme v.b.)

- Düşey datumu uydu teknikleri ve klasik yöntemler ile belirleyip karşılaştırmak,

- Ulusal Jeoidi belirlemek (Astrogravimetri, Astrojeodezik, GPS, Doppler jeoidleri)

- NAVSTAR-GPS'in nokta sıklaştırmasında kullanılabilirliğini araştırmak ve başlıkları altında ifade edilmiştir.

Bu faaliyetleri gerçekleştirebilmek için nokta seçim ilkeleri belirlenmiştir. Bu ilkelere uyularak yukarıda belirtildiği şekilde jeodezik ve jeodinamik amaçlı noktalarda GPS ölçüleri yapılmıştır.

Başlangıçtan günümüze kadar farklı kurumlarla ortaklaşa yapılan ve farklı yazılımlarla, ayrı sistemlerde değerlendirilen GPS ölçülerinin ortak noktalar ve/veya eşzamanlı ölçüler yardımıyla ek değerlendirmeler yapılarak tek bir sistemde birleştirilmesi ve ülke sistemleri (ED-50,TUD-54,TUDD-91) ile ilişkilerinin kurulması çalışmaları sürdürülmektedir.

Bu makalede; elde edilen sonuçların çok yönlü değerlendirilmesinde projelere katılımı olan devlet araştırma, uygulama kurumları ve üniversitelerin yanı sıra diğer ilgili araştırma ve uygulama kurumlarının ve üniversitelerin bilgilendirilmesi ve dolayısıyla TUJJB adına hareket eden Harita Genel Komutanlığının kazanmış olduğu imkan ve bilgi biriminin ülke bazına yansıtılması hedeflenmektedir.



## K A Y N A K L A R

- /1/ : Ulusal Jeodezik ve Jeofizik GPS Programı(UJJ-GPS) Mayıs 1989 (Yayınlanmadı).
- /2/ : TUJJB ve MIT-ERL arasında Türkiye'deki Faylanma ve Bölgesel Deformasyonların Belirlenmesi Amacıyla GPS Ölçü ve Değerlendirmesi Hakkında Uygulama Esasları, Haziran 1989 (Yayınlanmadı).
- /3/ : TUJJB Adına Hareket Eden Harita Genel Komutanlığı ile IfAG Arasında Türkiye'de Yapılacak SLR ve GPS Ölçüleri ile İlgili Uygulama Esasları, Temmuz 1989 (Yayınlanmadı).
- /4/ : TUJJB Adına Hareket Eden Harita Genel Komutanlığı ile Durham Üniversitesi Arasında Türkiye'deki Faylanma ve Bölgesel Deformasyonların Belirlenmesi Amacıyla Yapılacak GPS Ölçü ve Değerlendirmesi ile İlgili Uygulama Esasları, Ağustos 1989(Yayınlanmadı).
- /5/ : TUJJB Adına Hareket Eden Harita Genel Komutanlığı ve İTÜ ile ETHZ Arasında Kuzeybatı Anadolu'da Jeodezik Ölçmelerin Yapılmasına İlişkin Uygulama Esasları, Haziran 1990 (Yayınlanmadı).
- /6/ Demirkol, Ö. : 1988-1989 Yılı GPS Arazi Çalışmaları Dönüş Raporu, (Yayınlanmadı).
- /7/ Demirkol, Ö. : 1990 Yılı GPS Arazi Çalışmaları Dönüş Raporu (Yayınlanmadı).
- /8/ Kınık, İ. : 1991 Yılı GPS Arazi Çalışmaları Dönüş Raporu (Yayınlanmadı).
- /9/ Murray,M.H. : GPS Measurment of Crustal Deformation in Central, California, 1991.