

13 MART 1992 ERZİNCAN DEPREMİ SIRASINDA OLUŞAN YATAY
YERDEĞİŞTİRMELERİN GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)
ÖLÇÜMLERİYLE HESAPLANMASI

İbrahim KINIK
Ulvi KOCAİLİK
Aykut BARKA

ÖZET

13 Mart 1992 deprem alanı, 1989 yılında Doğu Anadolu'da, Harita Genel Komutanlığı ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) işbirliği ile kurulan GPS ağıının iki noktası (Mercan ve Kemah, faydan yaklaşık 25-30 km uzaklıkta) arasında yer almaktadır. Bu iki nokta aslında burada var olan bir sismik boşluğu kontrol altına almak amacı ile, bilinçli olarak seçilmiş bulunmaktadır. Bu noktalarda ve Doğu Anadolu GPS Ağında ilk ölçü 1989 yılında yapılmış olup, bu ölçümler 1991 Eylül ayında tekrarlanmıştır. 13 Mart depreminin hemen sonrasında, bu iki noktada yeni konumları ölçmek ve Erzincan baseninin yakın çevresindeki deprem sonrası deformasyonları belirlemek üzere 11 noktalı yersel yeni bir ağda GPS ölçüleri yapılmıştır. 1991 Eylül ve 1992 Mart (deprem öncesi ve sonrası) ölçü farklarına göre Mercan ve Kemah noktaları arasında 6.1 cm'lik bir uzama olduğu belirlenmiştir. Bu miktar basit elastik modelle fayın üzerine taşındığında, fay üzerinde 13 Mart 1992 depremi sonucunda yaklaşık 1 m'lik bir atım olduğu ortaya çıkmaktadır.

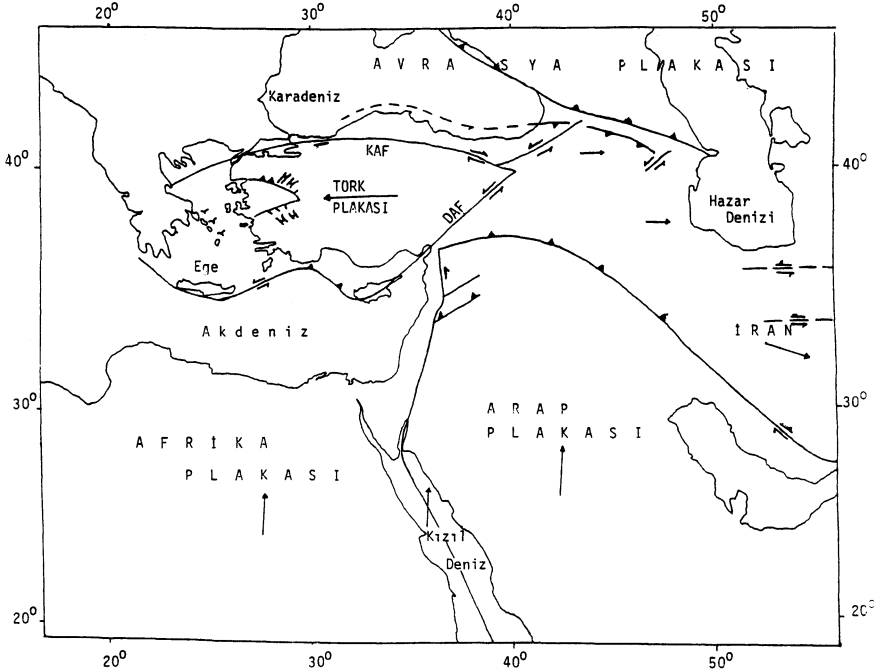
ABSTRACT

The area of 13 March 1992 earthquake extends between the two points, Mercan and Kemah (approximately 25-30 km away from the fault), of GPS net which was established by the collaboration of General Command of Mapping (GCM) and Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Eastern Anatolia, in 1989. In reality, the above mentioned two points were selected consciously in order to monitor a seismic gap which exist in the region. First phase measurements on these points and on the Eastern Anatolia GPS net were performed in 1989 and were repeated in September 1991. GPS observations were performed on the 11 points of a newly established terrestrial net right after the 13 March earthquake in order to measure the new positions of the above mentioned two points and to determine the deformations occurred after the earthquake. It

was determined that there exists a stretch of 6.1 cm between Kemah and Merican according to the differences of September 1991 and March 1992 GPS observations (before and after the earthquake). When this amount is applied onto the fault by means of a simple elastic model, it was also been determined that there happened a strike (horizontal displacement) about 1 m after the 13 March 1992 earthquake.

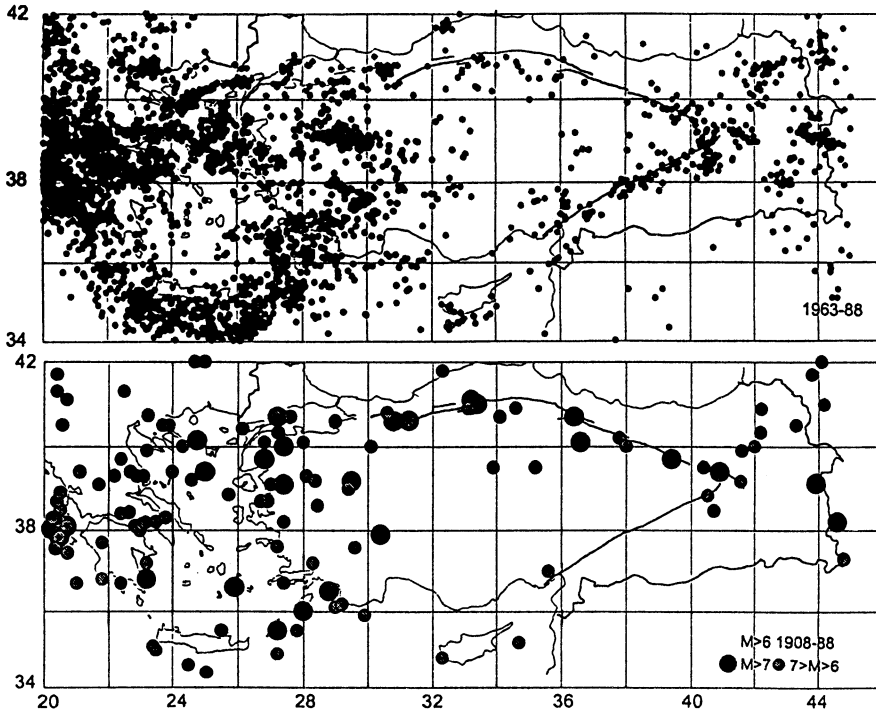
1. GİRİŞ

Bilindiği gibi yer kürenin dış kabuğu (litosfer) irili ufaklı bir çok levhalara bölünmüştür ve bunlar birbirlerine göre kenarlarını sınırlandıran faylar boyunca hareket etmektedir. Bu hareketler kimi yerde krip kimi yerde ise deprem olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz Alp-Himalaya Dağ Oluşum Kuşağının Doğu Akdeniz Bölümü'nde yer almakta olup, güncel tektonik ve depremlerin incelenmesi açısından dünyanın en ilginç doğal laboratuvarlarından birisidir. Bu yörede, Arabistan ve Afrika levhaları kuzeye hareket ederek Avrasya levhası ile çarpışmaktadır (Şekil-1). Doğuda, Arabistan ile Avrasya levhaları-



Şekil-1 : Orta Doğu Bölgesinde Tektonik Elemanlar (Hampton 1987'den)

nın çarpışması nedeniyle Doğu Anadolu bir sıkışma tektoniği etkisi altındadır ve bunun sonucu olarak Anadolu Bloğu, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları boyunca Batıya kaçmaktadır (Ketin, 1948; McKenzie, 1972). Bunların yanı sıra Batı Anadolu ve Ege Denizinde yaklaşık Kuzey-Güney (K-G) yönünde bir genişleme tektoniği söz konusudur (Şengör ve diğerleri, 1985). Doğu Anadolu ve Anadolu Bloğu içinde de bir çok aktif fayla temsil edilen blok içi deformasyonlar da meydana gelmektedir. Bu genç tektonik çatı aynı zamanda yoğun bir deprem aktivitesine karşılık gelmektedir ve sık sık çok şiddetli depremler ülkemizde hem can kaybına ve hem de maddi zararlara sebep olmaktadır (Şekil-2). Bu zararların azaltılmasına yönelik olarak Türkiye'de 1987 yılın-



Şekil-2 : Türkiye'de Deprem Aktivitesi

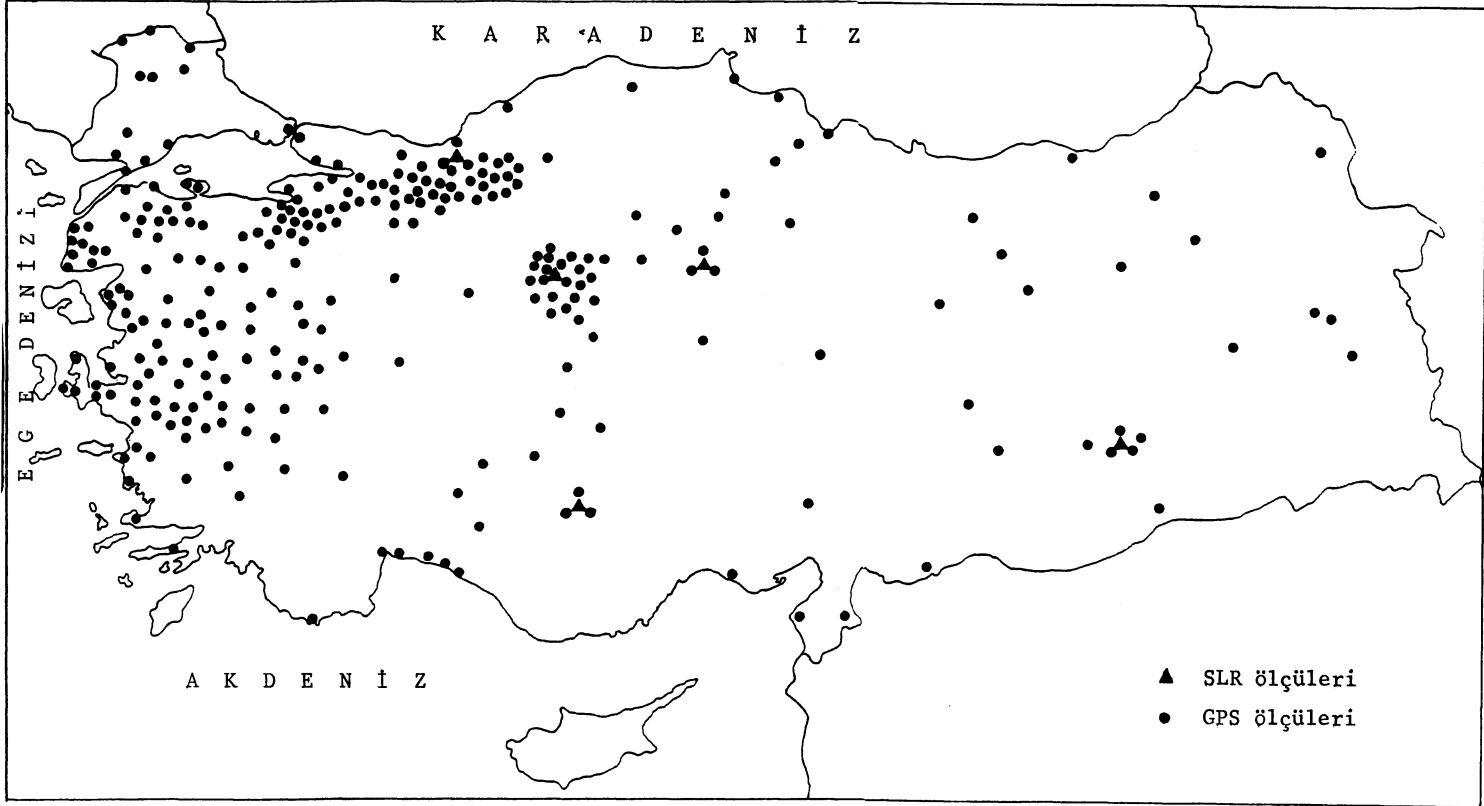
dan beri, ABD, Almanya, İsviçre ve İngiltere'deki ilgili üniversite ve enstitülerle, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği (TUJJB) adına hareket eden Harita Genel Komutanlığı arasında belli bir protokol çerçevesinde periyodik GPS (Global Positioning System) ölçümlerini kapsayan ortak projeler

yürütülmektedir (Kınık, 1992). Burada amaç, fay zonlarınınca oluşan hareketlerin hızları ve yönlerini belirleyip gerilim-birikim alanları hakkında spesifik bilgi edinmektir. Bu çalışmalar ile ayrıca, Türkiye ulusal jeodezik ağlarının iyileştirilmesi, jeodezik amaçlı nokta sıklaştırılması ve jeodinamik amaçla kullanılabilen ölçü doğruluğuna erişmek gibi Harita Genel Komutanlığının genel hedeflerine katkı sağlanması planlanmıştır. 1987 yılından beri yürütülen bu çalışmalarda 263 adet GPS noktası iki veya üç tekerrürlü olmak üzere ölçülmüştür (Şekil-3). Ayrıca, Ankara'da sabit bir istasyonda 1991 Ocak ayından beri devamlı ölçü yapılmaktadır.

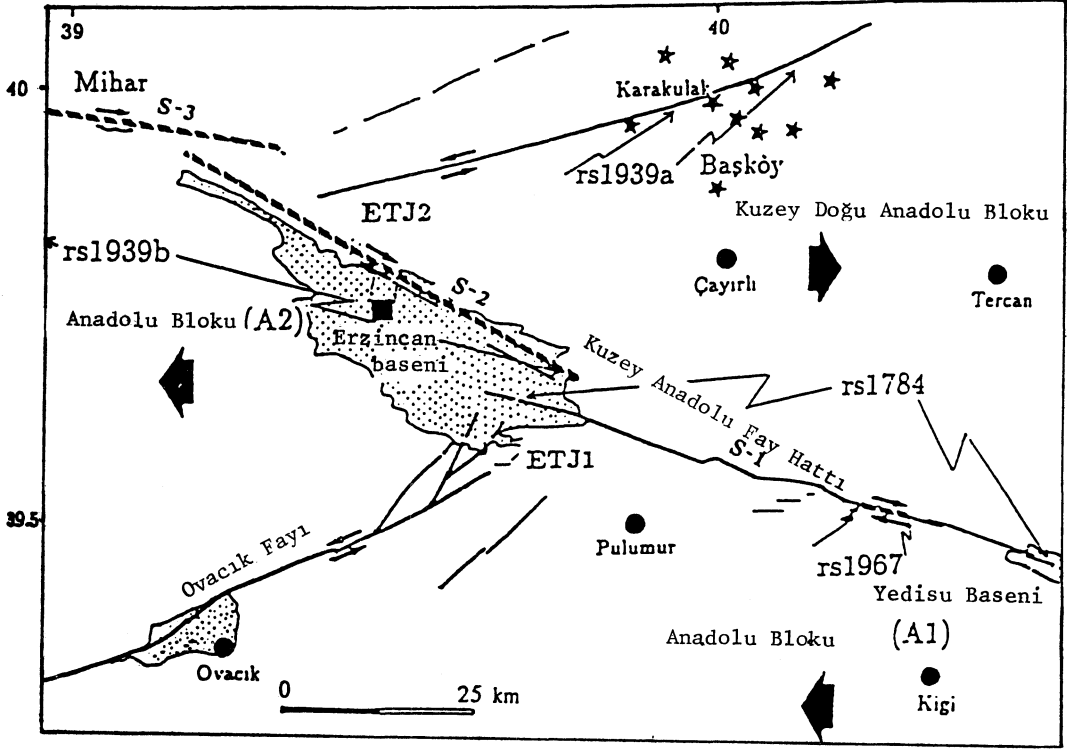
Bu çalışmalar kapsamında, Doğu Anadolu Bölgesi'nde önemli fay zonları boyunca, 1989 yılında MIT ile ortak bir GPS ağı kurulmuş olup 1989-1991 yıllarında periyodik ölçümler yapılmıştır. Son olarak, 13 Mart 1992'de Erzincan'da meydana gelen depremden hemen sonra, depremin etkilerini görmek amacıyla 26 Mart - 7 Nisan 1992 tarihleri arasında Harita Genel Komutanlığı, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) ve UNAVCO (ABD) katılımları ile bir GPS kampanyası düzenlenmiştir. Bu makalede kampanya sonucunda elde edilen ölçümlerle, 1991 Eylül ayı ölçümleri karşılaştırılarak 13 Mart depremi ile ilgili deformasyon hakkında bazı sonuçlar ortaya konulmaktadır.

2. ERZİNCAN VE ÇEVRESİNİN FAYLARI, TARİHSEL DEPREM AKTİVİTELERİ VE 13 MART 1992 ERZİNCAN DEPREMİ

Kuzey Anadolu fayı Erzincan çevresinde üç ana segmentten oluşmaktadır (Şekil-4), (Barka ve Toksöz, baskıda). Bunlardan birincisi (S-1), Yedisu ve Erzincan basenleri arasında yer almakta olup segmentin batı yarısı Fırat vadisi boyunca uzanmaktadır. İkinci segment (S-2) basenin kuzey kenarını sınırlar. S-1 ve S-2 arasında yaklaşık 5 km'lik bir genişleme basamağı vardır. Basenin KB'sında diğer bir segment (S-3) bir önceki ile 20 derecelik bir açı ile içe büküm yapacak şekilde (105 derece azimutta) batıya Suşehri-Gölova basenine doğru uzanmaktadır. Bu segmentlerden S-2 ve S-3, 1939 Erzincan depremi sırasında kırılmış olup özellikle S-3 üzerinde 7,0 - 7,5 m'lik sağ-yanal atımlar ölçülmüştür (Koçyiğit, 1989; Barka, 1992). S-1 segment'i ise en son 1784 depremi ile kırılmış olup (Ambraseys, 1975), bu deprem sırasındaki doğrultu atım hakkında kesin bir veri yoktur. Yine bu segment üzerinde, orta kesimlerinde 1967 Pülümür depremi, $M = 5.9$ yaklaşık 4 km'lik bir kırık ve 20 cm sağ-yanal atım meydana getirmiştir (Ambraseys, 1975).



Şekil-3 : Türkiye'de Yapılan SLR ve GPS Ölçüleri



Şekil-4 : Erzincan Bölgesinde Fay Hatları

KD-GB uzanımlı sol-yanal Ovacık Fayı Erzincan baseninin güneydoğusunda Kuzey Anadolu Fayı ile kesişmektedir (S-1 ve S-2), (Şekil-4). Ovacık Fayı, batıya kaçan Anadolu Bloğunu da iki parçaya bölmektedir. Bu fay üzerinde rastlanan en önemli depremin, Munzur Efsanesinden yorumlanarak yaklaşık 1200 yıl önce meydana geldiği sonucuna varılmıştır (Barka ve Toksöz, baskıda).

Erzincan ve çevresini etkileyen diğer bir fay ise, KD-GB doğrultulu Kuzeydoğu Anadolu Fayıdır (Şekil-1) (Tatar, 1978). Bu fay kuzeybatıya doğru geniş bir zon olarak uzanır ve sol yanallı artı bindirme karakterindedir. Ambrose (1975) bu fay üzerindeki son büyük depremin 1254 yılında meydana geldiğini ve fayın Erzincan kuzeyindeki 50 km'lik kısmının kırıldığını belirtmiştir. Barka ve Toksöz (baskıda), 20 Kasım 1939'da meydana gelen ve Tercan depremi olarak bilinen, (M = 5.9) depremin bu fay üzerinde meydana geldiğini ortaya koymuşlardır.

Bu faylar üzerinde elde edilen jeolojik kayma hızları, Kuzey Anadolu Fayı için yaklaşık 1 cm/yıl, Ovacık ve Kuzeydoğu Anadolu Fayları için 0,15 - 0,2 cm/yıl olarak tahmin edilmiştir (Barka ve Gülen 1989). Ancak, Ovacık ve Kuzeydoğu Anadolu Fayları için elde edilen kayma hızları çok güvenilir değildir. Buna göre Kuzey Anadolu Fayının S-1 segmenti üzerinde, son olarak 1784'te meydana gelen depremden günümüze kadar 2 m'den fazla bir atımın biriktiği ortaya çıkmaktadır. Diğer yanda Ovacık Fayı üzerinde de benzer birikimin varlığı söz konusudur (Barka ve Toksöz, baskıda).

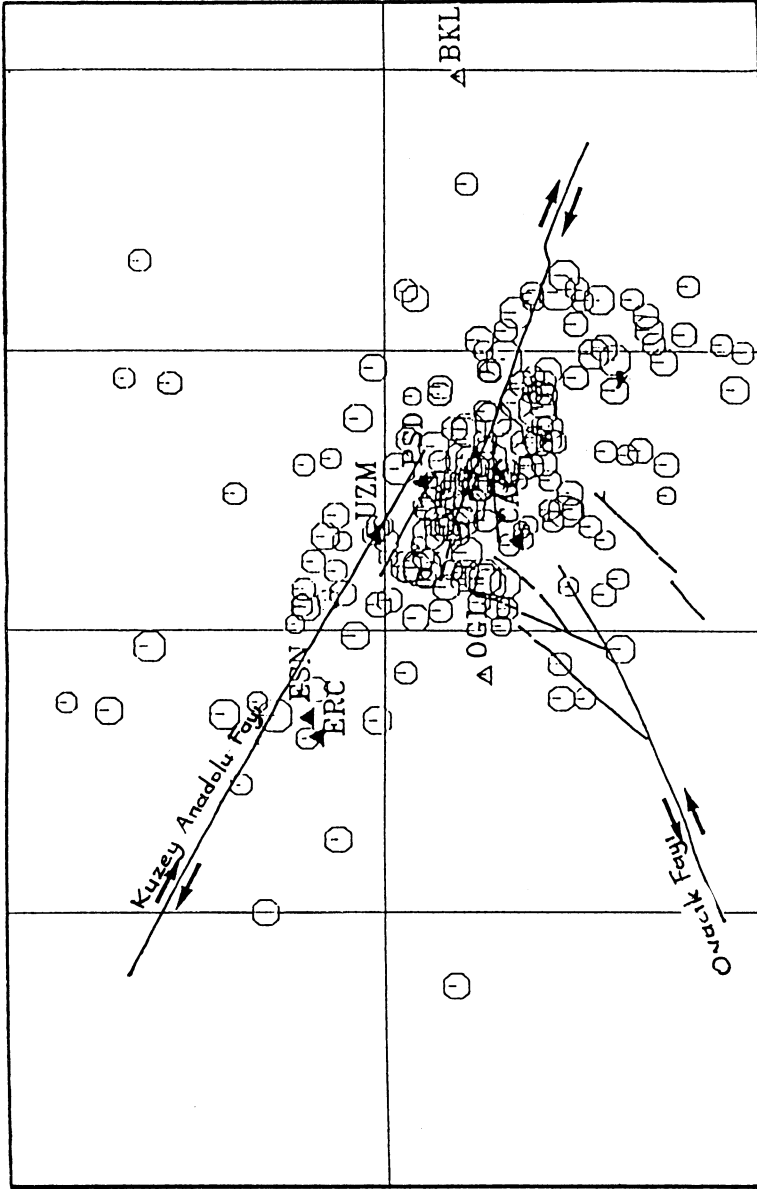
13 Mart 1992 Depremi sa-yanal doğrultu atımlı karekterde olup (Benneth and Toksöz, 1992), daha çok Erzincan Baseninin doğu yarısında etkin olmuştur. Depremın episantrı (depremin yer üstü merkezi) Kuzey Anadolu Fayının S-1, S-2 segmentleri ile Ovacık fayının kesiştiği alanda yer almıştır. Bu deprem sonrasında yapılan arazi çalışmalarında meydana gelen yüzey kırıklarının çok azının doğrudan fay hareketi ile ilgili olabileceği kanısına varılmış ve meydana gelen çatlakların daha kuvvetli yer sarsıntısının gevşek, suya doymun, dolgu ve eğimli zeminlerde meydana getirdiği sığ deformasyonlar olduğu sonucuna varılmıştır (Barka, 1992; Papadopoulos, 1992).

Bu deprem sonrasında kurulan sismik ağlarla bir çok artçı deprem kaydedilmiştir. Şekil-5'de Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsünün, Erzincanda kurduğu sismik ağdan elde edilen yaklaşık iki aylık artçı depremlerin dağılımı görülmektedir. Bu dağılım 13 Mart 1992 depreminin Kuzey Anadolu Fayının S-1, S-2 segmentleri ile Ovacık Fayının kesiştiği alanda etkin olduğunu göstermektedir. 15 Mart'ta Pülümür'de meydana gelen depremin akabinde Pülümür yakınlarında da bir kümelenme söz konusudur.

3. 13 MART 1992 ERZINCAN DEPREMİ İLE İLGİLİ GPS ÇALIŞMALARI

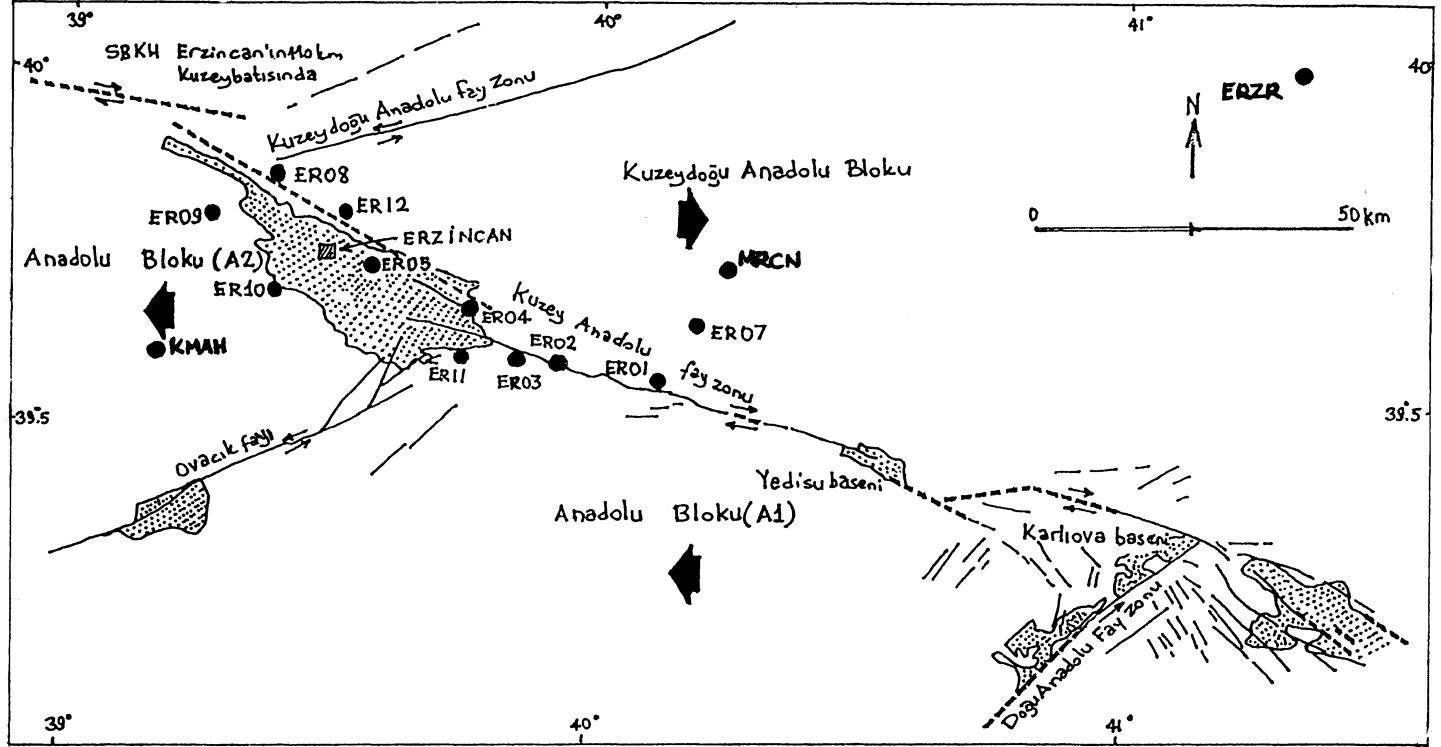
a. Deprem Öncesi GPS Ölçü ve Değerlendirmeleri

1989 yılında MIT ve Harita Genel Komutanlığı ortaklığı ile Doğu Anadolu'da, 17 istasyonluk (nokta) bir bölgesel GPS ağı kurulmuştur. Bu ağ, Doğu Anadolu'daki Arabistan-Avrasya yaklaşım miktarını, iç deformasyonla ilgili fayları ve Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları boyunca olan hareket miktarlarını belirleme amacını içermektedir. 1991 yılında bu ağda ölçüler tekrar edilmiş, hesaplanan kenar uzunlukları Tablo-1'de özetlenmiştir. Bu ağın iki noktası, Kemah ve Mercan, yukarıda konu edilen ve Kuzey Anadolu Fayının S-1 segmentindeki 2 m'lik birikimi kontrol altına almak amacı ile faydan yaklaşık 20-30 km uzaklıkta seçilmiştir (Şekil-6).



39.0 39.3 39.5 39.9 40.2

Şekil-5 : Deprem Sonrası Kurulan Sismik Ağda Kaydedilen Artçı Depremlerin Dağılımı



Şekil-6 : Erzurum Bölgesinde Kurulan GPS Ağı

Tablo-1 : 1991 Yılı GPS Kenar Uzunlukları

| BAZLAR | EYLÜL 1991 GPS KAMPANYA SONUÇLARI |
|--------------------------|--------------------------------------|
| ERZURUM - KEMAH | 187349.252 m |
| ERZURUM - MERCAN | 93497.393 m |
| ERZURUM - ŞEBİNKARAHİSAR | 249549.162 m |
| KEMAH - MERCAN | 94495.874 m |
| KEMAH - ŞEBİNKARAHİSAR | 99291.728 m |
| MERCAN - ŞEBİNKARAHİSAR | 169870.407 m |

b. Deprem Sonrası GPS Ölçüleri

13 Mart Erzincan depreminin hemen ardından, Harita Genel Komutanlığı, MIT/ABD, ve UNAVCO/ABD'nin katılımıyla deprem bölgesinde bir GPS kampanyası düzenlenmiştir. HGK personeli, MIT'den bir araştırmacı bilim adamı, UNAVCO'dan iki mühendis ve Boğaziçi Üniversitesinden bir öğretim üyesinin katılımıyla kampanya gerçekleştirilmiştir. Ölçüler ana şoktan 12 gün sonra 26 Mart'ta başlamış ve 7 Nisan'da sona ermiştir. Ölçülere UNAVCO personeli tarafından getirilen 4 adet TRIMBLE 4000SST alıcısı ile başlanmış, yedinci ölçü günü bir alıcı antenin arızalanması üzerine 3 alıcı ile sürdürülmüştür. 06-14 saatleri (UTC) arasında olmak üzere hergün toplam 8 saat ölçü yapılmıştır. 1989 yılında ölçülen dört eski noktanın deprem bölgesinde yer alması, bu noktaların önemini arttırmış ve bu noktalara ek olarak Kuzey Anadolu Fayının iki segmenti S-1 ve S-2 boyunca 100 km.lik kısımda 11 yeni nokta seçilmiştir. Böylelikle toplam 15 noktada ölçü yapılmıştır. Var olan dört eski GPS noktası ve yeni seçilen 11 GPS noktası Şekil-6'da gösterilmiştir.

Bu GPS kampanyasının amaçları şöyle sıralanabilir:

1. Deprem sonrası ölçülerle 1989 yılında ölçülen dört eski noktaya ait kenarlardaki değişimi belirlemek.
2. Deprem episantrına en yakın iki eski GPS noktasında (KEMAH, MERCAN) deprem sırasında oluşan (co-seismic) deformasyonları belirlemek.
3. Bölgede oluşabilecek yeni bir deprem sonrası meydana gelecek deformasyonların daha belirgin biçimde ölçümünü sağlayacak ve fayın her iki tarafında yer alan GPS noktalarından oluşan bir "Bölgesel Referans Sistemi" kurmaktır.

Kampanyanın ilk 6 gününde daha önceki kampanyalar ile ortak olan 4 eski noktada ölçü yapılmıştır. İlk üç günde tümüyle eski noktalarda ölçü yapılırken, diğer taraftan yeni noktalar seçilmiştir. Yeni noktalar Erzincan'ın 20 km kuzeybatısı ile 80 km güneydoğu istikametinde uzanan fayın yaklaşık 100 km'lik kesiminde yer almaktadır. Bu noktalar 1992 Eylül GPS kampanyasında yeniden gözlenmiştir.

26 Mart - 7 Nisan 1992 arasında gerçekleştirilen Erzincan Depremi GPS kampanyası ölçü planı Tablo-2'de gösterilmiştir.

Tablo-2 : Deprem Sonrası 1992 GPS Kampanyası Ölçü Planı

| TARİH | GPS GÜNÜ | ÖLÇÜ YAPILAN NOKTALAR | | | |
|--------------|----------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 NCİ ALICI | 2 NCİ ALICI | 3 NCÜ ALICI | 4 NCÜ ALICI |
| 26 MART 1992 | 086 | KMAH | MRCN | ERZR | ŞBKH |
| 27 MART 1992 | 087 | KMAH | MRCN | ERZR | ŞBKH |
| 28 MART 1992 | 088 | KMAH | MRCN | ERZR | ŞBKH |
| 29 MART 1992 | 089 | KMAH | MRCN | ERZR | ERO2 |
| 30 MART 1992 | 090 | KMAH | MRCN | ER05 | ER10 |
| 31 MART 1992 | 091 | KMAH | MRCN | ER07 | ER11 |
| 1 NİSAN 1992 | 092 | KMAH | ER08 | ER03 | ER02 |
| 2 NİSAN 1992 | 093 | ER09 | ER08 | ER03 | |
| 3 NİSAN 1992 | 094 | ER09 | ER04 | ER03 | |
| 4 NİSAN 1992 | 095 | ER09 | ER04 | ER12 | |
| 5 NİSAN 1992 | 096 | ER01 | ER04 | ER12 | |
| 6 NİSAN 1992 | 097 | ER01 | ER11 | ER12 | |
| 7 NİSAN 1992 | 098 | ER10 | ER07 | ER05 | |

c. Ölçülerin Değerlendirilmesi

Erzincan depremi GPS kampanyası ölçüleri, daha önce MIT'den getirilmiş bulunan GAMIT yazılımı ile Harita Genel Komutanlığı'nda ve MIT'de ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 1991 sonuçları ile karşılaştırmak üzere sadece ilk 6 güne ait GPS ölçülerinden, ABD ve Harita Genel Komutanlığı'ndaki değerlendirmeler sonucu elde edilen deprem sonrası uzunluklar Tablo-3'te özetlenmiştir.

Tablo-3: Deprem Sonrası Değerlendirme Sonuçları

| KENARLAR | TÜRKİYE'DEKİ DEĞERLENDİRME SONUÇLARI | ABD'DEKİ DEĞERLENDİRME SONUÇLARI | FARK |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------|
| ERZURUM - KEMAH | 187349.297 m | 187349.286 m | 1.1 cm |
| ERZURUM - MERCAN | 93497.363 m | 93497.367 m | -0.4 cm |
| ERZURUM - ŞEBİNKARAHİSAR | 249549.158 m | 249549.134 m | 2.4 cm |
| KEMAH - MERCAN | 94495.946 m | 94495.935 m | 1.1 cm |
| KEMAH - ŞEBİNKARAHİSAR | 99291.685 m | 99291.682 m | 0.3 cm |
| MERCAN - ŞEBİNKARAHİSAR | 169870.417 m | 169870.399 m | 1.8 cm |

Harita Genel Komutanlığı'nda ve ABD'de yapılan değerlendirmeler arasındaki temel fark, uydu yörüngelerinin belirlenmesidir. GPS ölçülerinin değerlendirilmesinde en önemli konu uydu konumlarının hassas olarak hesaplanabilmesi için gerekli dünya izleme istasyonlarındaki GPS ölçülerinin de mevcut olmasıdır. ABD'deki değerlendirmelerde bu ölçüler hesaplamalara dahil edilmiştir. Ancak Türkiye'de kampanyadan hemen sonra yapılan hesaplamalarda, diğer izleme istasyonlarındaki GPS ölçüleri (global data) mevcut olmadığından yalnızca Türkiye'deki ölçülere dayalı bir değerlendirme yapılmıştır.

Bu veri farkına rağmen iki değerlendirme arasında en büyük fark 249.5 km uzunluğundaki Erzurum-Şebinkarahisar hattında 2.4 cm, en küçük fark 99.3 km uzunluğundaki Kemah-Şebinkarahisar hattında 0.3 cm'dir. Başka bir ifade ile kenarlar, MIT ve Harita Genel Komutanlığı'nda uzunluğunun sırasıyla 10 milyonda biri ve 33 milyonda biri kadar bir fark ile hesaplanmıştır.

Bu değerler (ABD sonuçları) dikkate alınarak 1991 yılı (deprem öncesi) ile 1992 yılı (deprem sonrası) sonuçlarının karşılaştırılması Tablo-4'te özetlenmiştir.

Tablo-4 : 1991 (Deprem Öncesi) ve 1992 (Deprem Sonrası) Ölçü Sonuçları

| KENARLAR | 1991 YILI | 1992 YILI | FARK |
|--------------------------|--------------|--------------|---------|
| ERZURUM - KEMAH | 187349.252 m | 187349.286 m | 3.4 cm |
| ERZURUM - MERCAN | 93497.393 m | 93497.367 m | -2.6 cm |
| ERZURUM - ŞEBİNKARAHİSAR | 249549.162 m | 249549.134 m | -2.8 cm |
| KEMAH - MERCAN | 94495.874 m | 94495.935 m | 6.1 cm |
| KEMAH - ŞEBİNKARAHİSAR | 99291.728 m | 99291.682 m | -4.6 cm |
| MERCAN - ŞEBİNKARAHİSAR | 169870.407 m | 169870.399 m | -0.8 cm |

4. SONUÇLAR

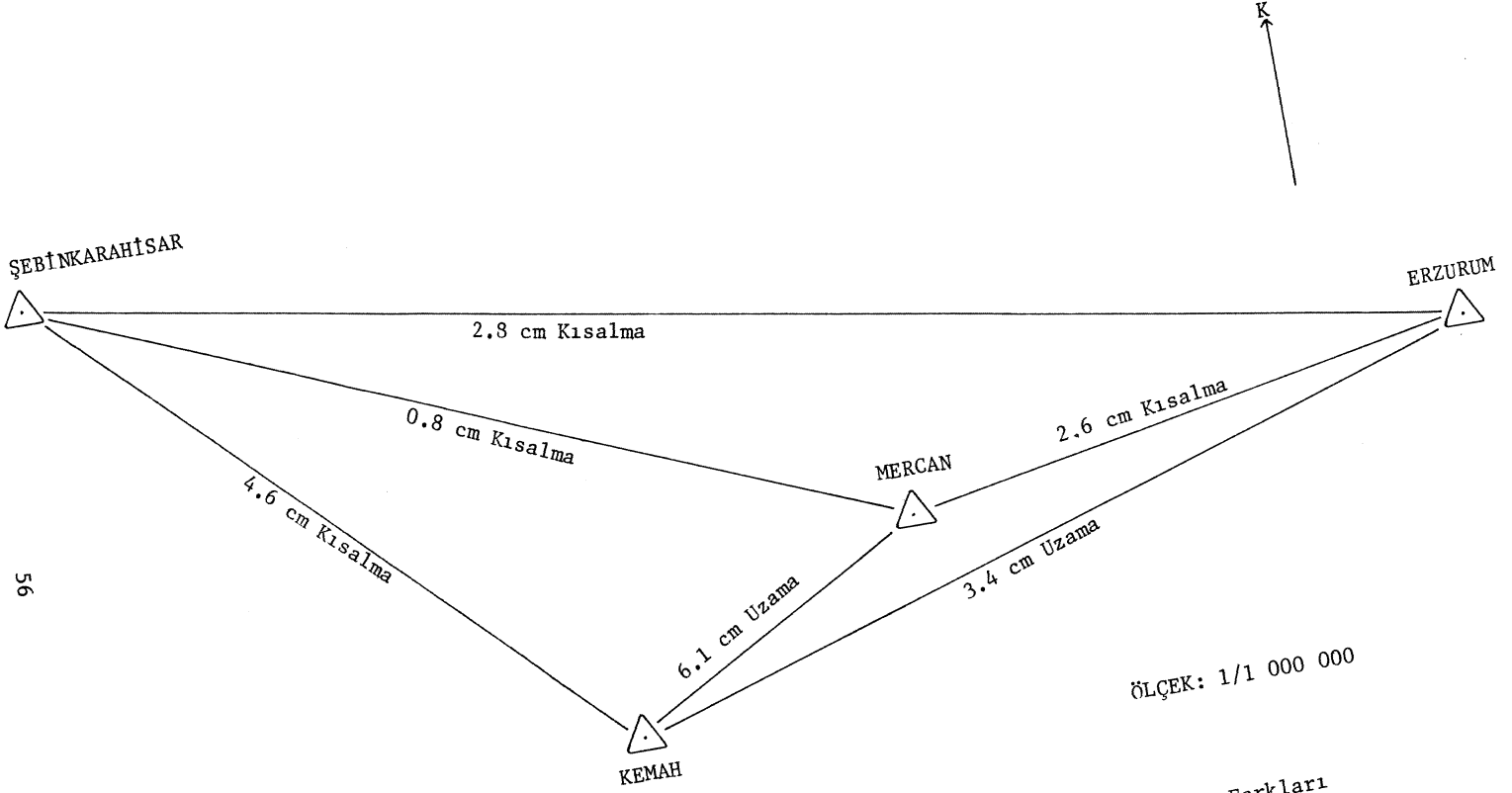
Bu güne kadar yapılan GPS çalışmaları sonucunda Kuzey Anadolu Fay zonunda elde edilen yıllık hareket miktarı 20-25 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. 13 Mart Erzincan depremi öncesi ve sonrası ölçümlerinde bu yıllık ortalamadan belirgin biçimde farklılaşan değerler bu depreme bağlı hareketler (co-seismic) olarak yorumlanmıştır. Buna göre Eylül 1991 - Mart 1992 kampanyaları arasındaki 6 aylık süre içinde,

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| ERZURUM - KEMAH | arasının 3.4 cm uzadığı, |
| ERZURUM - MERCAN | arasının 2.6 cm kısaldığı, |
| ERZURUM - ŞEBİNKARAHİSAR | arasının 2.8 cm kısaldığı, |
| KEMAH - MERCAN | arasının 6.1 cm uzadığı, |
| KEMAH - ŞEBİNKARAHİSAR | arasının 4.6 cm kısaldığı, |
| MERCAN - ŞEBİNKARAHİSAR | bazınının 0.8 mm kısaldığı, |

görülmektedir (Şekil-7).

Bu değerlere göre, Kuzey Anadolu Fay zonunun kuzeyinde yer alan Mercan ve güneyinde yer alan Kemah noktaları arasındaki uzaklaşmanın, fayın seküler hareketini ifade etmeyecek kadar büyük olduğu ortaya çıkmış olup, bu hareketin depreme bağlı bir co-seismic hareket olduğu belirlenmiştir. Bu miktar, basit displacement/dislocation modeli (Chinnery, 1961) ile fay zonuna taşındığında, Erzincan Baseninin doğu yarısında Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yaklaşık 1 m'lik bir co-seismic yerdeğiştirme olduğu hesaplanmıştır (Benneth ve Toksöz, 1992). Sonuc olarak yukarıda konu edilen, Kuzey Anadolu Fayının Erzincan baseni doğusundaki S-1 segmenti üzerinde yer alan sismik boşluğun sadece batı ucunun 1 m hareket ettiği ve dolayısıyla bu boşluğun halen deprem riskini koruduğu ortaya çıkmaktadır.

1992 Yılı Eylül Kampanyasında ilk tekrar ölçüleri yapılan 15 noktalık Erzincan Sıklaştırma Ağının yapılacak yeni ölçü ve değerlendirmelerin bölgedeki aktiviteyi daha anlamlı ortaya koyması mümkün olacaktır.



56

Şekil-7 : Erzincan Depremi Öncesi ve Sonrasında Hesaplanan Kenar Uzunluk Farkları

K A Y N A K L A R

- /1/ Ambraseys,N.N. : Studies in historical seismicity and tectonics,in Geodynamics of Today, pp.7-16, the Royal Soc.London, 1975.
- /2/ Arpat ve : Some recent tectonic events in Turkey, Bull.Geol.Şaroğlu,F. Soc. Turkey, 19, 91-101, 1975.
- /3/ Barka,A.A., : Complex evolution of the Erzincan basin (easternGülen,L. Turkey) and its pull-apart and continental escape origin. J.Struct. Geol. 11, 3, 275-283, 1989.
- /4/ Barka,A.A. : Surface Cracks of the March 13, 1992 Erzincan earthquake. March 13, 1992 Erzincan Earthquake preliminary report. Boğaziçi Üniversitesi yayını, 1992.
- /5/ Barka,A.A. : The North Anatolian Fault Zone. Anneles Tectonicae. (Baskıda).
- /6/ Barka,A.A., : Seismotectonics and seismic gaps of the easternToksöz,M.N. part of the North Anatolian fault zone. Geophysical J, (Baskıda).
- /7/ Chinnery,M.A. : The deformation of the ground around surface faults. BSSA, 51, 335-372, 1961.
- /8/ Benneth,R., : Source parameters of the 1992 Erzincan earthquake,Toksöz,M.N. Turkey. October 1992 DOSE Meeting, USA, 1992.
- /9/ Ketin,İ. : Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezzenniums. Geol. Rdsch. 36, 77-83, 1948.
- /10/ Kınık,İ., : Başlangıçtan Günümüze Türkiye'de Yapılan Uydu Jeodezisi Faaliyetleri, Hrt.Gn.K.lığı Harita Dergisi,Şanlı,İ. Sayı: 109, Temmuz 1992.
- /11/ Koçyiğit,A. : Suşehri Basin; An active fault wedge basin. Tectonophysics, 167, 13-29, 1989.
- /12/ McKenzie, D. : Active tectonics of the Mediterranean Region.Geophys. J.R.Astr. Soc. 30, 109-185, 1972.

- /13/ Oral,B., Reillenger,R., : Preliminary results of 1989 and 1991
Toksöz,M.N. Barka,A.A. : GPS Measurements in eastern Turkey and
their tectonic implications J.Geophy.
Res. (Baskıda).
- /14/ Reallenger,R.,Oral,B., : Rapid GPS response to the M 6.9 March
Toksöz,M.N.,Barka,A.A. : 1992 Erzincan Turkey earthquake: Ini-
tial estimates of coseismic deformati-
on. October 1992 DOSE Meeting, USA.1992.
- /15/ Şengör,A.M.C., : Strike-slip faulting and related basin
Görür,N. & Şaroğlu,F. : formation in zones of tectonic escape:
Turkey as a case study. In, Strike-slip
faulting and Basin Formation, I, eds.
Biddke, K.T. and Christie-Blick, N.Soc-
iety of Econ. Paleont. Min. Sp.Publ.
227-264, 1985.
- /16/ Tatar,Y. : Tectonic investigations on the North
Anatolian fault zone between Erzincan
and Refahiye, Publ. Inst. Earth. Sci.
Hacettepe Univ.4, 101-136, 1978.