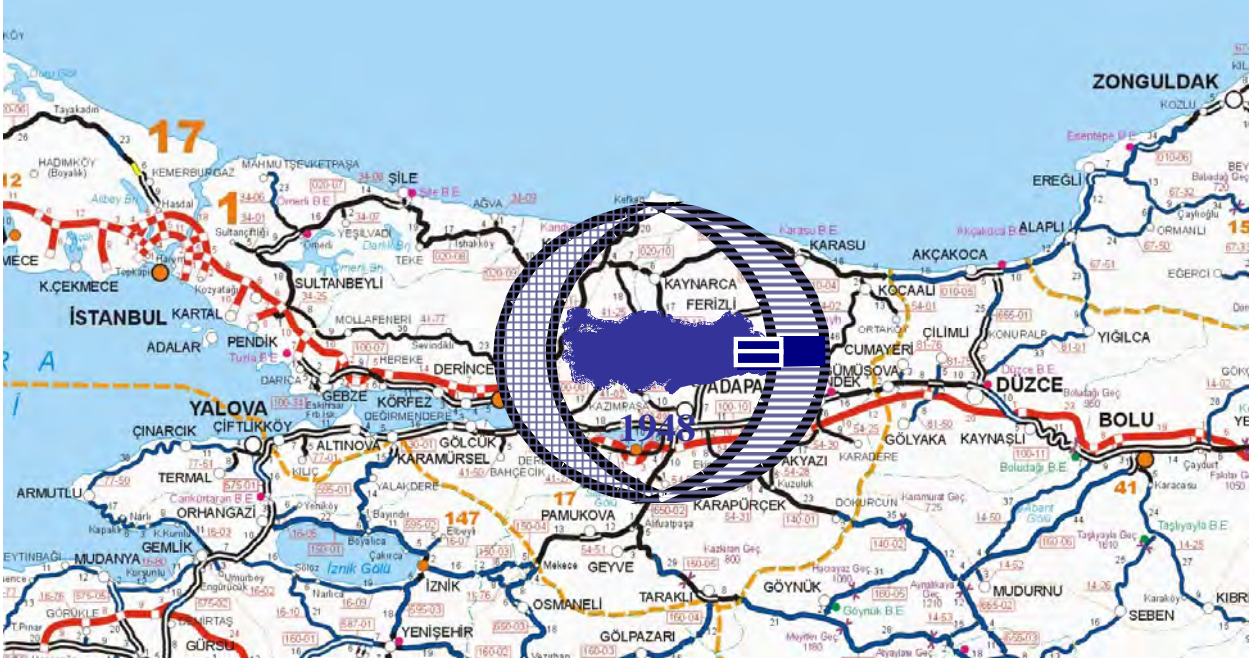
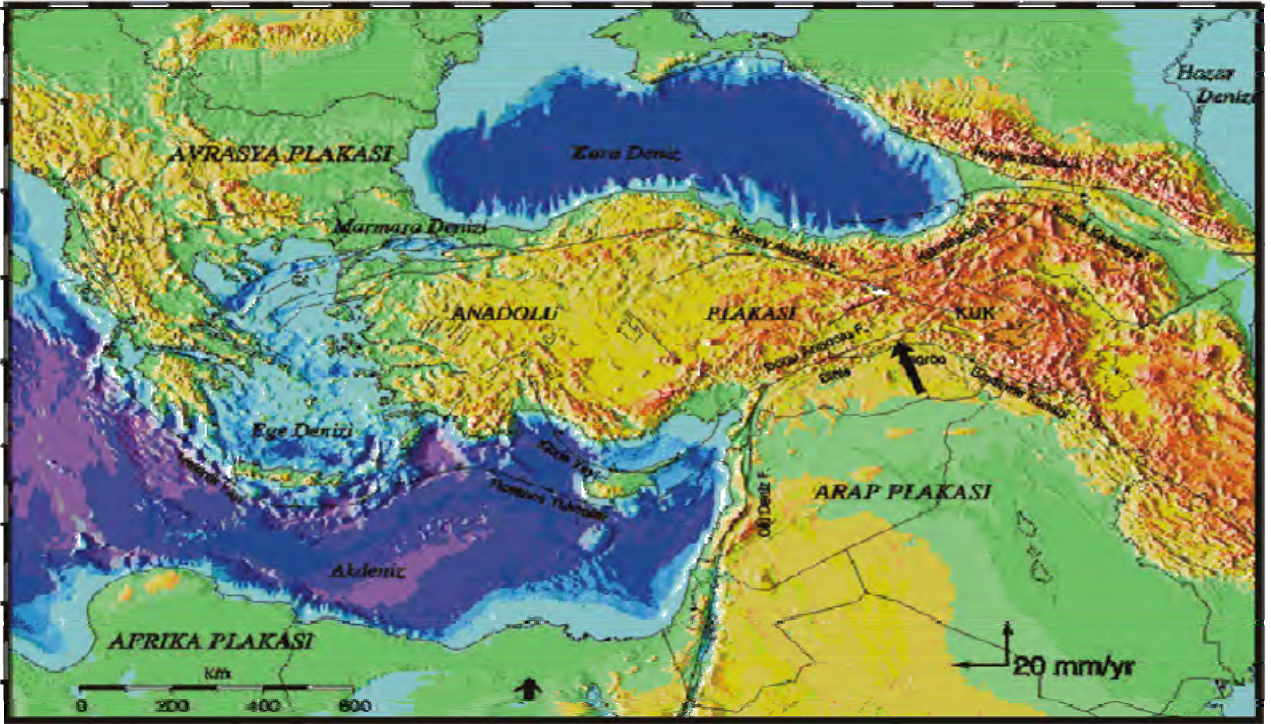


TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ VE JEOFİZİK BİRLİĞİ TUJJB



ULUSAL DEPREM PROGRAMI



HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI
ARALIK 1999 - ANKARA

TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ VE JEOFİZİK BİRLİĞİ (TUJJB)

ULUSAL DEPREM PROGRAMI

Raportörler:

Mehmet Emin AYHAN, Ömür DEMİRKOL, Oğuz GÜNDOĞDU

Katkıda Bulunanlar:

Ahmet AKSOY, Mustafa AKTAR, Bedri ALPAR, Ömer ALPTEKİN, Yıldız ALTINOK, Esen ARPAT, Tefvik AYAN, Aykut BARKA, Emin DEMİRBAĞ, Rasim DENİZ, Berkan ECEVİTOĞLU, Ömer EMRE, Oktay ERGÜNAY, Tuğrul GENÇ, Cemal GÖÇMEN, Hüseyin GÜLER, Onur GÜRKAN, Şerif HEKİMOĞLU, Erdal HERECE, Demir KOLÇAK, Uğur KURAN, İsmail KUŞÇU, Onur LENK, Aral OKAY, Naci ORBAY, Naşide ÖZER, Ergün ÖZTÜRK, Adem SÖMER, Fuat ŞAROĞLU, Tuncay TAYMAZ, Niyazi TÜRKELLİ, Ahmet TÜRKER

ANKARA, KASIM 1999

ÖNSÖZ

Bakanlar Kurulunun 14 KASIM 1983 gün ve 83/7396 Sayılı Kararıyla onaylanan "Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği (TUJJB) Kuruluş, Görev ve Yetki Yönetmeliği" ile kurulan Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği (TUJJB); ülkemizde jeodezi-jeofizik alanındaki araştırma, inceleme ve çalışmaları teşvik etmek, geliştirilmesi için önlemler almak ve tavsiyelerde bulunmak, uluslararası bilimsel kuruluşların faaliyetlerine katılımı sağlamak vb.. hedeflerle yurtiçi ve yurtdışı benzeri kuruluşlar ile işbirliği ve koordinasyon esaslarını belirlemeyi amaçlayan, faaliyetlerinden Başbakan'a karşı sorumlu bir kuruluştur.

Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliğinin faaliyetleri kurum ve kişiler yönünden; jeodezi-jeofizik konularında öğretim, araştırma ve uygulama yapan yükseköğretim kurumları, kamu kurum ve kuruluşları ile diğer ilgili gerçek ve tüzel kişileri kapsar. 1948 yılından bu yana üyesi bulunan Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği organlarına paralel olarak, TUJJB'nin organları; TUJJB Temsilci Kurumu olarak Harita Genel Komutanlığı, TUJJB Konseyi ve yedi TUJJB Komisyonundan oluşur. TUJJB Konseyi; ülkemizde yürütülmek üzere teklif edilecek jeodezi-jeofizik konulu bilimsel projelerin incelenmesi, sıralanması, organizasyonu ve uygulanması ile ilgili karar almak, jeodezi-jeofizik konulu faaliyetlerde ulusal ve uluslararası standardı sağlamak, tekrarlamaları önlemek ve sonuçlarını takip etmekle görevlidir.

Ard arda yaşanan 17 AĞUSTOS 1999 Gölcük ve 12 KASIM 1999 Düzce Depremleri maalesef tarihi zenginliklerinin yanı sıra ülkemizin nüfus ve sanayii yoğunluğunun en yüksek olduğu başta İzmit Körfezi ve Doğu Marmara olmak üzere, hemen tüm Marmara Bölgesini etkilemiş, ülkemiz; meydana gelen fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar açısından Cumhuriyet tarihimizin en büyük felaketi ile karşılaşmıştır.

Son on yıl içerisinde yaşanan; 1992 Erzincan, 1995 Dinar ve 1998 Adana Depremlerine ilâveten Gölcük ve Düzce Depremleri, ülkemizde deprem zararlarının azaltılması çalışmalarına, çok daha fazla önem ve öncelik verilmesi gerektiğini, en acı sonuçları ile yeniden gündeme getirmiştir.

Aslında, ülkemizde deprem zararlarının azaltılması çalışmalarına 1944'lü yıllardan sonra başlanılmış, yasal olarak gereken her türlü kanun, yönetmelik, tüzük vb. mevzuata sahip olunmasına rağmen, deprem zararlarının azaltılmadığı, yaşanan son olaylarda açıkça görülmüştür.

Hızlı nüfus artışı, göçler, denetimsiz şehirleşme ve sanayileşme, yoğun kaçak yapılaşma, her kademedeki bilgi ve eğitim eksikliği, zaman içerisinde doğal afet tehlikesi ve riskini daha da arttırmış, sonuçta maalesef çok ağır bir fatura ödenmek zorunda kalınmıştır.

Gölcük Depreminden hemen sonraki günlerde yerbilimciler ve diğer ilgili disiplinler arasında başlayan, anlamsız ve amaçsız tartışma ve çekişmeler, depremden etkilenen insanlarımızı olumsuz etkilemiş, sonuçta; hem kamu otoriteleri, hem de bilim, önemli prestij kaybına uğramıştır.

Yukarıda kısaca özetlenen gelişmeler üzerine, Gölcük Depremi hemen sonrasında; jeodezik, jeofizik ve jeolojik amaçlarla yapılan çalışmaları değerlendirmek, yapılabilecek çalışmaları tespit, plânlama ve koordine etmek, mükerrer işlemleri önlemek, yerbilimleri alanında mevcut ülke kaynaklarını değerlendirerek, bir program dahilinde seferber edilmesini sağlamak amacıyla, TUJJB Temsilci Kurumu Harita Genel Komutanlığının çağrısı üzerine; TUJJB Konseyinin Genişletilmiş Olağanüstü Konsey Toplantısı, 07 EYLÜL 1999 tarihinde Ankara'da yapılmıştır. Toplantı sonucunda, deprem konusundaki faaliyetleri düzenlemek amacıyla özetle;

- a. "Ulusal Deprem Programı"nın hazırlanması,
- b. Programın, deprem riski taşıyan Marmara Bölgesi başta olmak üzere, Türkiye geneli ve çevresindeki ülkeleri de içine alan bölgeyi kapsamaması,
- c. Programı hazırlamak üzere bir komisyonun görevlendirilmesi kararlaştırılmıştır.

Komisyon; ilk toplantısını 01 EKİM 1999 tarihinde Harita Genel Komutanlığında yapmış ve Marmara Bölgesinde yapılacak çalışmaların bir acil eylem plânı kapsamında ele alınması kararlaştırılarak, yukarıda belirtilen konularda gerekli hazırlıkları yapmak üzere alt çalışma grupları oluşturulmuştur. Komisyon ve alt çalışma guruplarının; 13 EKİM 1999 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesi, 27 EKİM 1999 tarihinde İstanbul Üniversitesi ve 10 KASIM 1999 günü Harita Genel Komutanlığı evsahipliğinde gerçekleştirdiği toplantılarında "Ulusal Deprem Programı" taslağı hazırlanmış ve TUJJB Konseyinin 22 KASIM 1999 günü yapılan olağanüstü toplantısında sonuçlandırılmıştır.

Ulusal Deprem Programının hazırlanmasına katkıda bulunan değerli bilim adamlarına, maddi ve manevi destek sağlayan üniversiteler, kamu kurum ve kuruluşlarına teşekkür eder, bu programın ülkemiz için olumlu olmasını temenni ederim.

(İ M Z A)

Mehmet BAŞPINAR
Tümgeneral
Harita Genel Komutanı
ve
TUJJB Temsilci Kurum Başkanı

KATKIDA BULUNANLAR

ADI SOYADI	KURUMU	UZMANLIK ALANI
Prof.Dr.Ahmet AKSOY	İTÜ.Jeo.ve Fotog.Müh.Bölümü	Jeodezi
Prof.Dr.Mustafa AKTAR	BÜ.Kandilli Rasathanesi ve DAE	Jeofizik
Dr.Bedri ALPAR	İÜ.Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü	Oşinografi
Dr.Esen ARPAT		Jeoloji
Prof.Dr.Tevfik AYAN	İTÜ.Jeo.ve Fotog.Müh.Bölümü	Jeodezi
Doç.Dr.M.Emin AYHAN	Harita Genel Komutanlığı	Jeodezi
Prof.Dr.Aykut BARKA	İTÜ.Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü	Jeoloji
Doç.Dr.Emin DEMİRBAĞ	İTÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Dr.Ömür DEMİRKOL	Harita Genel Komutanlığı	Jeodezi
Prof.Dr.Rasim DENİZ	İTÜ.Jeo.ve Foto.g.Müh.Bölümü	Jeodezi
Doç.Dr.Berkan ECEVİTOĞLU	İTÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Dr.Ömer EMRE	Maden Tetkik ve Arama Gn.Md.lüğü	Jeoloji
Y.Müh.Cemal GÖÇMEN	Maden Tetkik ve Arama Gn.Md.lüğü	Jeofizik
Y.Müh.Hüseyin GÜLER	Afet İşleri Gn.Md.lüğü	Jeofizik
Yrdc.Doç.Dr.Oğuz GÜNDOĞDU	İÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Prof.Dr.Onur GÜRKAN	BÜ.Kandilli Rasathanesi ve DAE	Jeodezi
Prof.Dr.Şerif HEKİMOĞLU	YÜ.Jeo.ve Fotog.Müh.Bölümü	Jeodezi
Y.Müh.Erdal HERECE	Maden Tetkik ve Arama Gn.Md.lüğü	Jeoloji
Prof.Dr.Demir KOLÇAK	İÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Y.Müh.Uğur KURAN	Afet İşleri Gn.Md.lüğü	Jeofizik
Y.Müh.İsmail KUŞÇU	Maden Tetkik ve Arama Gn.Md.lüğü	Jeoloji
Dr.Onur LENK	Harita Genel Komutanlığı	Jeodezi
Prof.Dr.Aral OKAY	İTÜ.Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü	Jeoloji
Prof.Dr.Naci ORBAY	İÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Doç.Dr.Naşide ÖZER	İÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Prof.Dr.Ergün ÖZTÜRK	Kocaeli Üni.Jeo.ve Fotog.Müh.Bölümü	Jeodezi
Y.Müh.Adem SÖMER	Afet İşleri Gn.Md.lüğü	Jeofizik
Dr.Fuat ŞAROĞLU	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı	Jeoloji
Doç.Dr.Tuncay TAYMAZ	İTÜ.Jeofizik Müh.Bölümü	Jeofizik
Prof.Dr.Niyazi TÜRKELLİ	BÜ.Kandilli Rasathanesi ve DAE	Jeofizik
Dr.Ahmet TÜRKER	Sey.Hid.ve Oşi.D.Bşk.lığı	Oşinografi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa Nu.</u>
ÖNSÖZ	2
KATKIDA BULUNANLAR	4
İÇİNDEKİLER	5
1. GİRİŞ	6
2. TEKTONİK YAPI	7
3. DİRİ FAYLAR	8
4. SİSMİK AĞLAR, SİSMİK KIRILMA VE SİSMİK YANSIMA	9
5. MARMARA DENİZİ BATİMETRE, GRAVİTE VE MANYETİK ÖLÇMELERİ	12
6. KABUK MODELİ	13
7. DEPREM ANI YERDEĞİŞTİRME, DEPREM SONRASI VE DEPREM ARASI DEFORMASYONLAR, JEODEZİK AĞLARIN BOZULMASI	13
8. DEPREMLERİN ÖNCEDEDEN BELİRLENMESİ	15
9. MİKRO-BÖLGELEME ÇALIŞMASI	16
10. SONUÇ VE ÖNERİLER	18
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	22
EK-A : TÜRKİYE'DE DENİZ İÇİ DEPREM ARAŞTIRMALARI İLE İLGİLİ İMKÂN, KABİLİYET VE İHTİYAÇLAR	33
EK-B : PROGRAMIN TAHMİNİ BÜTÇESİ	35

GİRİŞ

17 AĞUSTOS 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri; tarihi zenginliklerin yanısıra ülkemizin nüfus ve sanayii tesisi yoğunluğu en fazla olan başta İzmit Körfezi ve doğu Marmara olmak üzere hemen hemen Marmara Bölgesinin tamamını etkilediğinden sosyal yaralar ve ekonomik kayıp üst düzeyde oluşmuş ve kamuoyunun dikkatini çekmiştir. Yaşanan bu depremlerin yanı sıra son on yıl içinde; 1992 Erzincan, 1995 Dinar ve 1998 Adana depremleri ile karşı karşıya kalan Türk halkının depremler ile birlikte yaşamayı alışkanlık haline getirmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Gölcük depreminden hemen sonraki günlerde, Türk yerbilimcilerinin başarılı çalışmaları, kamuoyunda ilgi ile karşılanıp takdir toplamış, ancak bu olumlu düşünceler, yerbilimlerinin belirli konularındaki bilimsel tartışmaların kesin sonuç ve yargılara varmadaki zorluğuna ek olarak, aşağıda belirtilen gelişmeler nedeniyle, yerini olumsuz düşüncelere ve kuşkuya bırakmış, deprem öncesinde, deprem anında ve deprem sonrasında ülkemizin yerbilimleri açısından yeterince hazırlıklı olmadığını açıkça ortaya koymuştur.

a. Gölcük ve Düzce depremlerini izleyen günlerde, depremin büyüklüğü konusunda yerli ve yabancı deprem araştırma merkezlerinden verilen bilgiler arasında tutarsızlık ortaya çıkmıştır.

b. Gölcük depremi sonrasında;

(1) Gemlik çevresinde yoğunlaşan artçı depremler, deprem fırtınasının belirtisi,

(2) Gölcük Depremini izleyen artçı depremlerin etkinlik göstermediği, Düzce çevresi ve Sapanca ile Akyazı arasındaki bölgeler sismik boşluk olarak değerlendirilmiş,

(3) Bu bulguları doğrulayacak, yeterli bilimsel veri ve bilgi olmadan yapılan, açıklamalar, bölgede yerleşik halk arasında panik oluşmasına neden olmuştur.

c. Kuzey Anadolu Fay Kuşağı içinde yer alan fayların, Marmara Denizi içerisinde dağılımını belirlemek amacıyla yürütülen araştırmaların henüz sonuçlanmaması, sonuçlananların ise yeterli bilimsel veri ve bulgu sağlamaması nedenleriyle, Marmara Denizi içerisinde olası bir depremin İstanbul'u önemli derecede etkileyip etkilemeyeceği, depremde kırılacak fayın geometrisi ve konumu, görsel ve yazılı basın organları aracılığı ile, yerli ve yabancı yerbilimcileri arasında yoğun tartışma konusu olmuş, böylece bilimsel tartışmaların görsel ve yazılı basın organları aracılığı ile kamuoyuna yayımlanması dönemi başlamıştır.

d. Merkezi ve yerel düzeyde, deprem öncesinde gerekli plânlama ve hazırlık çalışmalarının yapılmadığı, bu konudaki mevzuata uyulmadığı, deprem sonrasında yapılan arama, kurtarma, acil yardım, geçici ve sürekli iskan yer seçimi çalışmalarında kamu kurum ve kuruluşları ile bilimsel kuruluşlar arasında koordinasyon sağlanamamış, halk ve yerel yönetimler neyi, kimin önerisi ile nasıl yapacaklarını bilemez duruma gelmiştir.

Yukarıda kısaca özetlenmeye çalışılan, Gölcük ve Düzce depremleri sonrasında ortaya çıkan gelişmeler; deprem öncesi, anı ve sonrası önlemlerin belirlenmesi, bir başka deyişle deprem zararlarının azaltılması, depremlerin önceden haber verilmesi, mikro-bölgelendirme, imar planlamaları, yerleşim bölgesi ve konut tipi seçimi v.b. konularda bilimsel araştırmalara ihtiyaç olduğunu ve bu konuda geçmişteki örnek ve ikazlara rağmen yeterince hazırlıklı olunmadığını, ihtiyaç duyulan bilimsel çalışmaları düzenleyen ulusal bir program ile uygulamaya yönelik prensipleri oluşturan, denetleyen ve takip eden organize bir sistemin bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu durumu göz önünde bulunduran Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği (TUJJB) Konseyi, Deprem Ulusal Programını hazırlamak üzere çalışma başlatmış ve gelecek yıllarda izlenecek bilimsel çalışmaları belirlemeyi amaçlamıştır.

Gölcük ve Düzce depremlerinin, Türkiye'nin üzerinde bulunduğu tektonik levhaların hareketleri sonucu oluşması ve bu hareketlerin devam etmesi nedeniyle, gelecek dönemde de ülkemizin değişik bölgelerinde depremlerin olması kaçınılmazdır. Bu nedenle Türkiye ve çevresindeki tektonik levha hareketlerini disiplinler arası yöntemlerle izlemek, mekanizmalarını belirlemek, diri fay haritalarını güncelleştirmek ve benzeri pek çok çalışmayı bir program dahilinde gerçekleştirmek gerekmektedir. Ancak şu an ağırlıklı olarak Gölcük ve Düzce depremleri sonrası oluşan ekonomik ve sosyal sorunların çözümleri ile uğraşıldığı ve bu durumunun en az iki yıllık bir dönem boyunca etkisini sürdüreceği değerlendirildiğinden, program çalışmalarının kısa, orta ve uzun vadeli olarak yürütülmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir. Kısa vadede yapılacak çalışmalar daha çok depremlerin etkilediği Marmara Bölgesinde önümüzdeki iki yıllık dönemde yapılacak çalışmaları, orta vadeli dönem Türkiye'nin tamamında, uzun vadeli dönem ise levha sınırlarının, politik sınır tanımadığı gerçeğinden hareketle, Türkiye çevresinde yapılacak levha hareketlerini izlemeye yönelik iki yıl ve daha uzun süreli oluşumları kapsayacaktır. Marmara Bölgesinde yapılacak kısa dönemli çalışmalar daha çok acil eylem planı biçiminde ele alınmakta, kamuoyunu rahatlatıcı bilgilendirme, kalıcı iskan yeri sorununa çözüm önerme, diri fayların, Gölcük ve Düzce depremleri fay kırıklarının belirlenmesi, depremlerin etkilediği bölgenin tam olarak tespiti ve jeodezik altyapının yeniden kurulması konularını içermektedir.

Ülkemizde oluşan depremleri, depremlerin nedenlerini ve deprem riski altında olan bölgeleri belirlemek amacıyla; Türkiye ve çevresindeki tektonik yapı genel özellikleri ile ikinci bölümde, Marmara Bölgesinde kara üzerinde ve deniz altında kalan diri fayların haritalanması, Gölcük ve Düzce depremlerinde oluşan fay kırıklarının tespiti için gerekli çalışmalar ise üçüncü bölümde verilmektedir. Türkiye geneli ve Marmara Bölgesi özelinde sismik etkinliği izlemek üzere kurulması öngörülen Ulusal Standart Deprem Ağı, Ulusal Deprem Bilgi Sistemi, sismik kırılma ve sismik yansıma çalışmaları dördüncü bölümde, yine Marmara Denizi içindeki fayların geometrisini belirlemek başta olmak üzere çeşitli amaçlarla ihtiyaç duyulan batimetrik, gravimetrik ve manyetik çalışmalar beşinci bölümde ele alınmaktadır. Türkiye ve çevresi ile Marmara Bölgesinde kabuk modellemesi, Gölcük ve Düzce depremlerinin etkilediği bölgede deprem anı yer değiştirmeler, deprem sonrası ve deprem arası deformasyonlar ile jeodezik temel ağlardaki bozulmalar sırasıyla altı ve yedinci bölümlerde incelenmektedir.

Bilim ve teknolojinin bugün ulaştığı noktada depremlerin nerede, ne zaman ve hangi büyüklükte olacağı bilinmemesine rağmen, bu konuda uluslararası düzeyde yapılan çalışmaların paralelinde yapılması uygun görülen çalışmalar sekizinci bölümde, özellikle deprem zararlarının azaltılmasına yönelik mikro-bölgeleme çalışmaları ise dokuzuncu bölümde verilmektedir. Onuncu bölümde ise, uygulamaya dönük olarak önceki bölümlerde açıklanan çalışmaların öncelikleri, programın yürütülmesi için ihtiyaç duyulan idari organizasyon konularında sonuç ve öneriler yer almaktadır.

TEKTONİK YAPI

Alp-Himalaya sıkışma kuşağı içinde, Avrasya, Afrika ve Arap levhalarının birbirlerine göre tektonik levha hareketlerinin etkisi altında karmaşık bir yapıda ve hızlı biçimde deformasyona uğrayan ülkemiz, levha tektoniği araştırmaları için doğal bir laboratuvar niteliğinde dünya üzerinde ender ülkelerden biridir. Arap levhasının Avrasya levhasına göre kuzey yönlü, yaklaşık 20 mm/yıl hızla hareketi sonucu Doğu Anadolu bölgesi sıkışmakta ve yükselmekte, Türkiye levhası saatin tersi yönde dönerek, kuzey sınırı dolayında, batı yönde yaklaşık 22 mm/yıl hızla hareket etmekte, Ege kesimi kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda, kuzeyden güneye doğru artmak üzere güney Ege yayının güneyinde, yaklaşık 30-35 mm/yıl mertebesinde bir hızla Afrika levhasının kuzey kenarının üzerine çıkmaktadır. Bu levha hareketleri sonucunda, Arap levhası ile Afrika levhası arasında Ölü Deniz Fay Kuşağı, Avrasya levhası ile Türkiye levhası arasında Doğu Anadolu Fay Kuşağı ve Ege bölgesindeki graben sistemi oluşmuştur (Şekil 1). Doğu Anadolu'daki sıkışma rejiminin yanısıra İç Anadolu Bölgesi ova rejimi, Ege Bölgesi ise genişleme rejimi altındadır. Şekil 2'de verilen Türkiye'nin rölyef haritasında bu sözü edilen fay kuşakları ve farklı rejimler izlenebilmektedir.

Bu yapısı ile Türkiye levhasının doğudaki sıkışma rejiminden batıdaki genişleme rejimine geçiş bölgesi niteliğinde olan, Marmara Denizi'ni de içeren bir kuşak özel bir karmaşık tektonik yapıya sahiptir. Türkiye levhasının çevresinde oluşan bu üç fay kuşağı ve Ege graben sistemi aktif olup bu bölgelerdeki tektonik levha hareketleri nedeniyle ülkemiz geçmişte olduğu gibi günümüzde ve gelecekte de deprem tehdidi altındadır. Erzincan'ın doğusunda Karlıova'dan başlayan, Kuzey Anadolu dağları boyunca ilerleyip Marmara bölgesine ve Ege denizine ulaşan, doğu-batı uzanımlı Kuzey Anadolu Fay Kuşağı (KAFK), sağ-yanal atım özellikli bir fay olup, hareket hızı yaklaşık 25 mm/yıl mertebesinde dir. Karlıova'dan Bolu'ya kadar tek bir genel hat boyunca uzanan KAFK , Bolu'nun batısından başlayarak doğu-batı uzanımlı kollara ayrılmaktadır. Kuzey kolun İzmit-Mürefte arasında, Marmara denizi içindeki uzanımı uzun zamandır tartışma konusu olmuş, bu konuda değişik modeller ileri sürülmüştür. Günümüzde, halen, kuzey kolun Marmara denizi içindeki uzanımı araştırma konusudur. KAFK yirminci yüzyıl içinde, 1939 Erzincan depremi ile başlayan, fay kuşağı boyunca genellikle batıya doğru ilerleyen ve sonuncusu 12 Kasım 1999 Düzce depremi olan çok sayıda yıkıcı depreme neden olmuştur. Bu yapısı ile KAFK kuzey kolu boyunca Marmara Denizi içinde sismik boşluk oluştuğu, gelecekte bu bölgede yıkıcı depremlerin meydana geleceği anlaşılmaktadır.

Sıkışma rejimi altındaki Doğu Anadolu bölgesi ile Türkiye levhası, Arap levhası ve Afrika levhalarının kesişme bölgeleri çevresinde araştırma çalışmaları yapılmış ancak disiplinlerarası ek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye ve Afrika levhalarının Kıbrıs yayı ve Kıbrıs ile İskenderun arasında uzanan sınırı Akdeniz'in altındadır ve bu bölge tam olarak incelenememiştir. Bunun yanı sıra ülkemiz karaları içinde, özellikleri bulunan bölgelerde, çok disiplinli yer bilim çalışmalarına büyük ihtiyaç duyulmaktadır.

DİRİ FAYLAR

Günümüzdeki Durum:

Marmara Bölgesinde; gerek karadaki, gerekse deniz altındaki diri fayları doğrudan veya dolaylı, ancak araştırmasının temel konularından birisi olarak ele alan çalışmaları yapmış olan araştırmacılar, bu çalışmalarında kullandıkları verilerin çok güvenilir sonuçlara varmak için yeterli olmadığı konusunda birleşmektedir.

Diri fayların yerlerini ve her bir diri fayın yaratabileceği depremler bakımından özelliklerini bilmek; Marmara Bölgesinin çeşitli kesimlerinin karşı karşıya olduğu deprem riskini belirleme çalışmalarında, temel çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Karalarda yer alan diri faylar ile ilgili bilgiler, özellikle, ' bu fayların en son ne zaman oynamış oldukları ve bu faylarda meydana gelmekte olan depremlerin yinelenme aralıkları' konularında çok eksiktir. Oysa bu tür veriler deprem riskini belirlemede en önemli ölçütler arasında yer almaktadır.

Denizde yer alan diri faylar, araştırmacılar tarafından, deniz tabanı morfolojisi, genç çökel istifinin özellikleri ve sismik yansıma kesitlerindeki bilgiler temel alınarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Her araştırmacı veya araştırmacı gurubu; bu veri kaynakları arasında yaptığı seçime ve bu verilerin temelde yetersiz olmasının verdiği geniş hareket serbestliği içinde, yöneldiği farklı yönlere göre çok farklı sonuçlara ulaşmıştır.

Marmara Denizinde çok sayıda sismik yansıma kesiti vardır. Bu kesitler deniz altındaki çökellerin yapıları, kalınlıkları, onları etkilemiş olan faylar hakkında yeterli veri sağlamalarına karşın, deniz altında yer alan diri fayların belirlenmesi konusundaki yetersizliği, fayların diri olup olmadıklarını belirlemek için gerekli olan yüksek ayırım niteliğine sahip olmamalarından kaynaklanmaktadır.

Marmara Denizi altında yer alan diri fayların yerlerini çok güvenilir olarak belirlemenin yanı sıra 17 AĞUSTOS 1999 Gölcük depreminde oynamış olan diri fayın su altındaki bölümünü haritalamak da büyük önem taşımaktadır. Çünkü Marmara Bölgesi için yapılacak sismik risk değerlendirmelerinde bu bilgiye de gerek vardır.

Gerek Duyulan Öncelikli Çalışmalar :

Yukarıdaki bölümde belirtilen gerekçeler temel alınarak öncelikle yapılması gerekli görülen çalışmalar konusundaki öneriler aşağıda sıralanmaktadır:

a. 17 AĞUSTOS 1999 Gölcük depreminde meydana gelmiş olan yüzey kırığının su altındaki kesimi, bu kırığın izleri zaman içinde silineceği için, ivedi olarak, yurt içindeki olanaklar bir araya getirilerek yan-taramalı sonar (side-scan sonar) ile izlenmelidir. Bu çalışma için gerekli olan ve araştırma gemilerimizin bazılarında bulunduğu bilinen deep-tow sistemlerinin derinlik bakımından yetersiz kalmaları durumunda, ek donanım sağlanarak araştırma gemileri amaca uygun duruma getirilmelidir. Ayrıca gerekmesi durumunda bir batiskaf kullanmak için yurtdışı yardım olanakları araştırılmalı, kullanılmasının gerekmesine rağmen bu kullanma bedelinin yardım kapsamında sağlanamaması durumunda ise kiralanması yoluna gidilmelidir.

b. Marmara denizinde, gerek sualtı morfolojisine büyük ölçüde yansımış kenar faylarının, gerekse bu denizi çok belirgin bir morfolojik ifade yaratmadan kesmekte olduğu, en azından bazı araştırmacılar tarafından, düşünülen çok genç fay veya fayların yer aldıkları kesimlerde yüksek frekanslı kaynak (1 metre çözünürlükte) ve ROV kullanılarak sismik yansıma kesitleri alınmalıdır.

c. Karada yer alan diri fayların hareket miktar ve aralıklarını belirlemek için bu fayların elverişli yerlerinde paleosismik çalışmalar kapsamında hendek çalışmaları yapmak gerekir. Bu çalışmalar, arkeolojik değerlendirmeler ile desteklenmelidir. Bölgedeki tarihsel depremler için var olan veri tabanı, fay kuşakları için de, dar alanda, ayrıntılı ek çalışmalar ile geliştirilmelidir.

d. Sayılan bu çalışmalara ek olarak bölgenin ayrıntılı sualtı morfolojisi, mikrosismisitesi, zamana bağlı yüzey deformasyonu özellikleri de bilinmesi gereken ve bölgenin depremselliği konusunda çok önemli ipuçları verecek özelliklerdir. Bu konulardaki öneriler diğer bölümlerde ayrıntılanmaktadır. Bu çalışmaların ve yukarıda önerilen çalışmaların sağlayacağı veriler birlikte kullanılarak bölgenin bir sismotektonik haritası hazırlanmalıdır.

e. Marmara Bölgesi için kısa vade kapsamında yukarıda ifade edilen hususlar orta ve uzun vadede tüm Türkiye için de uygulanmalıdır.

SİSMİK AĞLAR, SİSMİK KIRILMA VE SİSMİK YANSIMA ÇALIŞMALARI

Ülke Genelinde İhtiyaç Duyulan Çalışmalar:

Bilindiği gibi depremler diri fay (kırık) zonlarında, enerji boşalımı sonucunda ortaya çıkan yer sarsıntıları olup bölgenin tektonik yapısını incelemek ve jeolojik evrimini detaylı araştırmak konusunda çok değerli bilgiler sunar. Özellikle yıkıcı depremlerin oluşum mekanizmaları, artçı depremlerin dağılımı, faylanma hareketlerinin yeryüzünde oluşturduğu kırık zonlarının haritalanması, dökümantasyonu ve türlerinin belirlenmesi, bölgenin depremselliğinin anlaşılmasında ve ileriye dönük yatırımların tasarlanmasında oldukça önemlidir. Deprem enerjisinin (elastik enerji) yayınımlı, yayıldığı ortamın fiziksel özelliklerini taşıması nedeniyle deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önem kazanmaktadır. Deprem zararlarının azaltılması ve bir bölgede sismik riskin anlaşılması, depremi oluşturabilecek potansiyel bölgelerin belirlenmesi ve depremi oluşturan mekanizmaların anlaşılmasının yanısıra sismik dalganın yayıldığı ortamın özellikleri olan sismik dalgaların hızlarının ve soğurulmasının belirlenmesi ile olanaklıdır. Soğurulma, sismik dalganın yayıldığı ortamın litolojisine (basınç, sıcaklık, yoğunluk ve akışkana doygunluk) çok duyarlıdır.

Son yıllarda elde edilen jeofizik ve jeolojik bilgiler, Türkiye'de tahmin edilenden çok daha fazla diri fayın varlığını ortaya konmuştur. Türkiye'yi etkileyen diri faylar aynı jeolojik özellikte değildir, ancak bu fayların çoğu Dinar, Erzincan, Adana, Gölcük ve Düzce depremlerine benzer depremleri oluşturabilecek niteliktedir. Ülkemizin hemen tamamı Richter ölçeğine göre 6.0 büyüklüğündeki depremlerin oluşumu açısından tehlike altındadır. Şekil 3 de verilen Türkiye'nin sismisite (deprem etkinliği) haritası incelendiğinde ne kadar büyük bir tehlike altında olduğu kolaylıkla değerlendirilebilir. Ülkemizde, hergün, bir çoğu hissedilmeyen ancak en az yıkıcı depremler kadar önemli, diri fay kuşakları ve sismik etkinliğin işaretçisi binlerce irili-ufaklı deprem olmaktadır. Doğu Anadolu'daki depremlerin büyük bir çoğunluğu doğrultu-atımlı faylanma sonucunda oluşmakta, seyrek olmalarına rağmen yıkıcı oldukları gözlenmektedir (1939 Erzincan, 1971 Bingöl, 1976 Çaldıran, 1983 Narman-Horasan, 1992 Erzincan depremleri bunlara örnek olarak verilebilir). Doğu Anadolu bölgesi ve çevresi; geçmişte ve günümüzde yıkıcı depremlerin odaklandığı bir takım fay kuşaklarının çevrelediği ve etkinliğin yoğunlaştığı bir bölge içerisinde yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fayı, Kuzeydoğu Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve diğer bazı küçük ölçekli fayların bulunduğu bölgeler potansiyel deprem riski altındadır. Ege bölgesi ve çevresinde genel olarak normal faylanma (açılma) türündeki mekanizmalar sonucunda oluşan çok sayıda deprem olmasına rağmen, Doğu Anadolu'da gözlenen depremlere oranla daha küçük ölçeklidirler. Bu depremleri izlemek amacıyla, birbirinden bağımsız, aralarında koordinasyon bulunmayan bölgesel ve yerel ölçekte sismik ağlar; üniversiteler, kamu kurum ve kuruluşları tarafından kurulmuş ve işletilmektedir. Ancak koordinasyonsuzluk, ağ istasyonlarında uluslararası standartta ekipman olmaması, standart değerlendirme yöntemlerinin kullanılmaması, ölçülerin kullanımında kısıtlamalar olması v.b. nedenlerle; Türkiye'deki sismik etkinliği tam ve doğru olarak izlemek olanaklı olmamaktadır. Diğer ülkelerde, çok sayıda kurum, uluslararası standartlarda ölçü yapan sismik ağlar çalıştırmakta ve deprem veri sistemi oluşturmaktadır, örneğin: ABD İçişleri Bakanlığı'na bağlı USGS-NEIC (United States Geological Survey- National Earthquake Information Center), IRIS (The Incorporated Research Institutions for Seismology), GEOSCOPE (Fransa), GEOFON (Almanya), MedNet (İtalya), International Association of Seismology and Physics of Earth's Interior (IASPEI), Rensselaer Polytechnic Institute-Troy, (New York-USA), British Geological Survey (BGS-U.K). Bu kurumların topladığı verilere internet aracılığı ile ulaşmak mümkündür.

Ülkemizde kullanıma açık uluslararası nitelikte iki deprem istasyonu bulunmaktadır; ANTO (IRIS- ODTÜ, Afet İşleri Gn.Müd.lüğü) sayısal istasyonu Ankara'da olup bu istasyon halen kullanım dışıdır, ISP sayısal istasyonu İsparta'da olup GEOFON ve BÜ Kandilli RDAE tarafından ortaklaşa işletilmektedir. ISK (BÜ Kandilli RDAE) istasyonu İstanbul'da olup ulusal bir istasyondur ve verilerine yurtiçi ve yurtdışından ulaşılabilir. Ulusal nitelikte ise iki ağ bulunmakta olup bunlardan biri Afet İşleri Genel Müd.lüğü, diğeri ise BÜ Kandilli Rasathanesi ve DAE tarafından çalıştırılmaktadır. Her iki ağda on-line ve çoğu analog olan istasyonlar bulunmakta, iki ağ arasında idari ve teknik nedenlerle real time veri bağlantısı olmadığından sismik etkinliği tam ve doğru olarak izlemekte yeterli olmamaktadır. Bunların dışında Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Japon Uluslararası İşbirliği Kurumu (JICA) ortaklığında yürütülen "Deprem Zararlarının Azaltılması" projesi kapsamında Orta Karadeniz Bölgesinde on istasyonlu modern bir sismik ağ çalıştırılmaktadır. Sismik istasyonların dağılımı Şekil 4'de gösterilmiş olup, bu istasyonlarda üç bileşenin yanısıra mutlak zamanda ivme ölçen sayısal modern broadband (0.018 - 100 Hz) sismometreler yer almakta, ölçüler telemetrik olarak değerlendirme merkezine ulaştırılmaktadır. Aralık 1999 sonuna kadar TUBİTAK-MAM/BÜ Kandilli RDAE/ITU/Harita Gen. Kom. işbirliğinde yürütülmüş olan GPS projesi kapsamında dört broadband istasyonu daha kurularak çalıştırılması planlanmaktadır. Ayrıca Erzurum Üniversitesi DAE, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin broadband kayıtçıları olduğu bilinmekte ancak bunlar hakkında ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır. Değişik kurum ve kuruluşlar tarafından kurulan bu broadband sismik istasyonlardan çoğunluğunun konumları ve topluca değerlendirildiğinde ülke içinde uygun dağılımı sağlayıp sağlamadıkları konularında bilgi bulunmamaktadır.

Yukarıda belirtilen tespitler gözönünde bulundurularak, Türkiye'de uluslararası standartlarda deprem gözlemleri ve çalışmaları yapılabilmesi için aşağıdaki konuların gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır:

a. En küçük depremin (> 2) yeri ve büyüklüğünü doğru olarak saptamaya uygun, ülkenin her tarafına dağılmış, jeolojik ve sismolojik etkinlik açısından sağlam zemin üzerinde, sürekli kayıt yapan, sayısal, üç bileşen ve geniş-bantlı sismometre ve mutlak zamanda ivme ölçer bulunan, verilerin gerçek zamanlı iletişim hattı (kiralık hat, uydu veya telemetri bağlantısı) üzerinden ulusal merkeze ulaştırılması sağlanan, başlangıçta yaklaşık 50 istasyondan oluşan Türkiye Ulusal Standart Deprem Ağı (TUSDA) 'nin kurulması,

b. TUSDA'dan elde edilecek verilere kullanıcıların kolaylıkla erişebileceği Türkiye Ulusal Deprem Bilgi Sistemi (TUDBİS) 'nin kurulması,

c. Her deprem sonrasında ivme ölçer ve gezici sismometreler ile artçı depremlerin dağılımı ve bölgesel titreşim yoğunluğunu incelemeye uygun donanım, araç ve gereçten oluşan bir alet parkının oluşturulması ve deprem sonrasında arazi çalışmalarında kullanılması,

d. Teknik donanımı ve bakımı tümüyle ABD tarafından karşılanan Ankara'daki ANTO sismik istasyonu, uzun bir süredir teknik olmayan nedenlerden ötürü devre dışı kaldığından, tekrar veri toplar duruma getirilmesi,

e. Veri kalite kontrolünü ve yerli yabancı araştırmacıların ülkemizdeki deprem sorunlarına eğilmelerini sağlamak amacıyla, sismik verilerin Türkiye ve dünyadaki araştırmacılara açık olması, ayrıca TUSDA istasyonlarından bir bölümünün IRIS tarafından tanınan istasyon statüsüne geçirilmesi gerekli bulunmaktadır.

Marmara Denizi ve Çevresinde Deprem Aktivitesinin İzlenmesi :

Şekil 5'de görüldüğü gibi Marmara Denizi ve çevresi sismik etkinliği oldukça fazla olan bir bölgedir. Zeminin deprem sırasındaki sismik davranışı ve jeolojik yapıyla ilişkisinin araştırılması, Marmara Denizi ve çevresinde kaydedilecek küçük depremlerin ivme spektrumlarının ve deprem kaynak parametrelerinin belirlenmesi, bölgesel sismik soğurma ve yerel yer yapısı etkilerini anlamak için büyük öneme sahiptir. Marmara Denizi altındaki mikrodeprem etkinliğini ve bu depremlerin yerlerini çok sağlıklı belirleyerek izlemek öncelikli bir hedef olmalıdır. Bu kapsamda yapılması uygun olan çalışmalar aşağıdadır:

a. Genelde Marmara Bölgesinde ve özelde İstanbul'un çevresindeki deprem etkinliğini (sismik etkinlik) belirlemek ve bu depremlerin oluşum süreçleri konusunda bilimsel araştırmalar için, TUSDA'ya dahil, yaklaşık 150 km aralıkta dağılım gösteren yeterli sayıda istasyonun yerleştirilmesi gerekmektedir. Böylece büyük manyitüdü ($M > 5.5$) depremlerin çözümleri için uluslararası ağlar (IRIS, GEOSCOPE, GEOPHONE, vb)'dan sağlanan verilere ek verilerle çözüm yapmanın yanısıra, orta büyüklüklü depremlerin ($5.5 > M > 4.0$) çözümü için ihtiyaç duyulan yerel veri de sağlanmış olacaktır. Yeni kurulacak istasyonların bölgede mevcut sismik istasyonları tamamlayacak bir geometride yerleştirilmesine özen gösterilmelidir.

b. Marmara'nın güncel sismik etkinliği mikrodepremleri de kapsayacak şekilde ($M > 2.0$) gerçek zamanda izlenmelidir. Öncelikle, episantr ve büyüklüğün en fazla 3 dakika içerisinde belirlenmesi ve bu belirlemede episantr hatasının 6 km 'nin altına inmesi hedeflenmelidir. Daha ayrıntılı çalışmaların yapılabilmesi için, deprem sonrasında bir hafta içerisinde, yöredeki tüm istasyon verileri bir araya getirilerek değerlendirilmeli ve sonuç episantr hatalarının 3 km 'nin altına inmesi sağlanmalıdır. Bugün için Marmara Bölgesi depremleri gerçek zamanda, MARNET (Kandilli Rasathanesi DAE) sismik ağı ile izlenmektedir. Yeni güncelleştirilen MARNET teknolojik açıdan uygundur, ancak istasyon sayısı yeterli değildir (8 istasyon). Gerçek zamanda veri toplamayan istasyonların sayısı ise 20 civarında olup veri kalitesi açısından yeterli olsalar dahi, verilerin merkeze iletimi açısından yeterli değildirler. Özellikle Doğu Marmarayı (Çınarcık-Gebze-Yeşilköy üçgeni) yakından izlemek üzere bir bölümü adalar (Büyükada, Kınalıada, Sivri Ada, İmralı dahil) üzerinde yer alan bir ağ kurulmalı, denizaltına yerleştirilecek (Oceanbottom Seismometer) sismometreler ilk aşamada olmasa da ikinci aşamada gözönüne alınmalıdır.

Sismik Yansıma ve Sismik Kırılma Yöntemleri :

Marmara Denizi ve çevresindeki sismik hız (kabuk) yapısının belirlenmesi için derin sismik yansıma (min. 15 sec TWT) ve kırılma çalışmaları bir kaç profil boyunca karadan ve denizden (örneğin Two-Ship-Experiment) koordineli olarak alınmalıdır. Sismik profiller boyunca gravite ve manyetik gözlemler eş zamanlı olarak yapılmalı ve bu verilerin jeodezik yöntemlerle elde edilecek verilerle beraber değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

Sismik yansıma ve kırılma yöntemleri zahmetli ve çok masraflı olduğundan ulusal ve uluslararası işbirliğini gerektirmektedir.

MARMARA DENİZİ BATİMETRE, GRAVİTE VE MANYETİK ÖLÇÜLERİ

Deniz tabanında diri fayların meydana getirebileceği küçük boyutlu, ancak karakteristik yer şekillerini teşhis etmek için, öncelikle +/-2.5 metre hassasiyetle batimetrik çalışma gerekmektedir. Böylece Marmara Denizi tabanında değişik modellere göre varlığı öngörülen çok sayıda diri fay adayları arasından gerçek tehlike gösteren diri fayların ayırt edilmesi olanaklı olabilecektir. Adalar-Çınarcık-Darıca ve Marmara Ereğlisi-Marmara Adası-Mürefte bölgeleri, değişik modellere göre öngörülen, çok sayıda fayın birbirine çok yaklaştığı bölgelerdir. Buralarda diri fay adayları arasından dar bir bölgede seçim yapma şansı vardır. Yassıada-Büyükçekmece kuşağı bölgesi ise İstanbul'a en yakın konumdaki diri fay adayını araştırmak için seçilmiştir. Bu kuşak şeklindeki bölgenin güneydoğuya devamı Adalar-Çınarcık-Darıca bölgesi için de ele alınmalıdır.

Türkiye bölgesel Bouguer gravite anomali haritasında, Marmara denizinin kuzey ve güneyinde iki farklı anomali gözlenmekte, ancak Marmara denizi içinde gravite ölçüsü bulunmadığından Marmara denizinde izlenememektedir. Kara üzerinde Kuzey Anadolu Fay Kuşağı ile bu kuşak boyunca gelişen havzalar, gravite anomali haritalarında belirgin olarak gözlenebilmektedir. Bu nedenle Marmara denizi içinde var olduğu düşünülen havzalar hakkında, yapılacak gravite ve manyetik ölçülerinden önemli ipuçları elde edilebileceği beklenmektedir.

Bu düşüncelerle yapılacak çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- a. Adalar-Çınarcık-Darıca bölgesi batimetri çalışması (A. 40° 41' 30" N, 29° 25' E, B. 40° 46' N, 29° 25' N, C. 40° 45' 30" N, 29° 21' E, D. 40° 48' 30" N, 29° 18' E, E. 40° 53' N, 29° 00' E).
- b. Yassıada-Büyükçekmece kuşağı batimetri çalışması (A. 40° 58' 30" N, 28° 45' E, B. 40° 59' N, 28° 33' N, C. 40° 48' 30" N, 29° 00' E, D. 40° 53' N, 29° 00' E).
- c. Marmara Ereğlisi- Marmara Adası- Mürefte bölgesi batimetri çalışması (A. 40° 00'N, 27° 49' E, B. 40° 40' 30" N, 27° 49' N, C. 40° 40' 30" N, 27° 14' E).
- d. Bilimsel amaçlarla kullanılmak üzere, Marmara Denizinin sismotektonik özelliğini ele alan, bölgesel nitelikli çalışmalarda temel veri kaynağı olan Marmara Denizi'nin 20 metre kontur aralıklı batimetrik haritasının hazırlanması,
- e. Gravite ve manyetik ölçü noktalarında konumun +/- 5 metre, derinliğin ise % 10 doğrulukta ölçülmesi,
- f. Kara ve deniz verilerini birleştirilerek bölgesel gravite ve manyetik anomali haritalarının hazırlanması,
- g. Marmara Denizinde yapılacak çalışmalarda kullanılmak amacıyla kıyı DGPS istasyonlarının tesisi gereklidir.

KABUK MODELİ

Kıtasa ve okyanusal kabuğun bölge içinde dağılımı, kabuk yapısının isostasi modellerine uygunluğu ve efektif elastik kalınlığının bilinmesi; sismolojik modelleme, tektonik levha hareketlerinin yorumlanması, fay modelleme ve jeodezik çalışmalar için önemlidir. Arap levhasının kuzey yönlü sıkıştırması sonucu Doğu Anadolu'da kabuğun kalınlaştığı, Ege Bölgesinde ise genişleme rejiminin etkisi ile kabuğun incelendiği bilinmektedir. Marmara Denzinde kabuk modellemesi amacıyla sismik çalışmalar sonucu bir ilk yaklaşım sayılabilecek Moho haritası lokal olarak hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra, çevre denizlerde, deniz sismik ve gravite ölçülerinden yararlı kabuk modeli çalışmaları yapılmış, bunlardan ve ülkemizdeki kısıtlı verilerden yararlı global anlamlı kabuk modelleri de hazırlanmıştır. Ülkemizde ve Marmara Bölgesinde ayrıntılı kabuk modelini oluşturmak amacıyla:

- a. Türkiye'yi çevreleyen denizlerde ayrıntılı batimetrik haritaların hazırlanması,
- b. Uydu altimetresi ölçüleri kullanılarak çevre denizlerde jeoid, gravite ve batimetrisinin belirlenmesi,
- c. Çevre denizlerde gravite ve manyetik ölçülerinin yapılması,
- d. Yerli ve özellikle yabancı petrol şirketlerince bugüne kadar çevre denizlerde yapılan gravite, manyetik, batimetri, kabuk modellemeye uygun sismik yansıma sismik kırılma ölçülerinin kullanıcılara açılması ve ulusal bir veri merkezinde toplanması,
- e. Komşu ülkelerin ayrıntılı veya genel özellikli gravite ve topografya ölçülerinin temini,
- f. Ülkemiz sınırları içinde kara üzerinde geniş açılı sismik yansıma ölçüleri,
- g. Manyetotellürik ölçülerin yapılması,

uygun görülmektedir.

DEPREM ANI YER DEĞİŞTİRMELER, DEPREM SONRASI VE DEPREM ARASI DEFORMASYONLAR, JEODEZİK TEMEL AĞLARIN BOZULMASI

Deprem sırasında oluşan deprem anı yer değiştirmeler topografyada yatay ve düşey yer değiştirmeler (yer değiştirme) biçiminde görülür. Gölcük Depreminde oluşan, Şekil 6'da verilen, yüzey kırığı ve kırık boyunca ölçülen yatay ve düşey ötelemelerden yararlı, elastik yarı-uzayda deprem anındaki yer değiştirmeler modellenmiştir. Henüz 12 KASIM 1999 Düzce depremi yüzey kırığı ve öteleme değerleri tam olarak belirlenmediğinden Düzce depremi için bir modelleme yapılabileceği olmamıştır. Gölcük depremi için oluşturulan modelden elde edilen deprem anı yatay ve düşey yer değiştirmeler sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8 'de gösterilmektedir. Deprem anı yatay yer değiştirmeler; 110-130 km uzunluğundaki yüzey kırığı üzerinde en büyük değerine ulaşmakta, yüzey kırığından uzaklaştıkça azalmakta ve Sapanca Gölü merkez olmak üzere yaklaşık 300 km yarıçaplı bölgede etkili olduğu görülmektedir. Bu bölgenin kenarlarında birkaç santimetre olan deprem anı yatay hareket bölge merkezine yaklaştıkça artmakta ve +/- 240 cm değerine ulaşmaktadır. Şekil 8'de verilen deprem anı düşey yer değiştirmeler incelendiğinde 30° enlem ve 40° 50' boylamlı nokta merkez olmak üzere kuzeybatı- güneydoğu doğrultusunda çökme, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda ise yükselme görülmektedir. Yüzey kırığı çevresinde 40-50 km genişlikte ve 130 - 150 km uzunluğundaki bölgede düşey yer değiştirmeler farklı bir yapıdadır. Bu bölgenin kenarlarında düşey yer değiştirme olamamasına rağmen yüzey kırığına yaklaştıkça düşey yer değiştirme artmaktadır. Hersek Deltası batısından Sapanca Gölünün doğusuna kadar olan bölgede fayın kuzeyi güneyine göre çökmüştür. Fayın kuzey ve güneyindeki noktalar arasında toplam düşey yer değiştirme 0-150 cm arasında, Kavaklı/Gölcük güney-doğusunda lokal olarak 250 cm olduğu bilinmektedir.

Sapanca Gölünün doğusundan itibaren yüzey kırığının doğu ucu olan Eften Gölüne kadar olan bölgede, fayın güneyinin kuzeyine göre çöktüğü düşey yer değiştirmenin yüzey kırığı yakınlarında yaklaşık 20-30 cm olduğu ölçülmüştür.

Ülke genelinde tektonik plaka hareketlerini izlemek amacıyla Ankara Harita Genel Komutanlığınca işletilen bir sabit GPS istasyonu, Dünya Bankası desteği ile temin edilen ve TÜBİTAK-MAM tarafından çalıştırılan, Marmara Bölgesinde faal olan altı sabit GPS istasyonu, BKG (Almanya) ile ortaklaşa çalıştırılacak olan İstanbul (İTÜ)'da bir ve Trabzon (KTÜ)'de bir ve Diyarbakır (HGK, MIT-ABD, Dicle Üniversitesi) olmak üzere halen on sabit GPS istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonların bir bölümü yoğun olarak Marmara Bölgesinde bulunduğundan ülke genelinde uygun dağılım ve sıklık sağlanmamakta ve bu istasyonlar arasında tam bir koordinasyon bulunmamaktadır.

Deprem bölgesindeki jeodezik temel ağlar; Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA), Türkiye Ulusal Yatay Kontrol (Triangülasyon) Ağı (ED-50, TUD-54), Türkiye Ulusal Doppler Ağı (TUDD-92), Türkiye Ulusal Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı (TUTKA-92), Türkiye Ulusal Gravite Ağı (TUGA-56) ve Türkiye Ulusal Manyetik Ağıdır. Mevcut jeodezik temel ağlardan TUTGA, TUD-54 ve TUDD-92 deprem anı yatay yer değiştirmelerin etkisi altında bozulma uğramıştır. Şekil 7'deki deprem anı yatay yer değiştirmeler, jeosentrik üç boyutlu koordinat sisteminde, TUTGA, TUD-54 ve TUDD-92 noktalarındaki yaklaşık mutlak konum değiştirme değerleridir. Deprem anı yatay yer değiştirmeler yüzey kırığının kuzeyinde doğu, güneyinde batı yönlü olduğundan yaklaşık 600 km uzaklıkta yüzey kırığının kuzey ve güneyinde yer alan noktaların birbirine göre birkaç santimetre hareket ettiği söylenebilir. Buna göre TUTGA, TUD-54 ve TUDD-92 noktalarından deprem bölgesinde yer alan noktalardan yüzey kırığının kuzey ve güneyinde yer alan noktalar birbirlerine göre birkaç santimetre ile 480 cm arasında hareket etmiştir. TUDKA-92 ve TUGA-56 ise deprem anı yer değiştirmelerin düşey bileşenlerinden etkilenmiştir.

Gölcük Depremi ve Düzce Depremi ile oluşan deprem anı yatay ve düşey yer değiştirmeleri, deprem sonrası ve deprem arası deformasyonları, bölgede değişen strain birikimini, jeodezik temel ağların bozulmaları ile ülke genelinde tektonik plaka hareketlerini ve plaka içi deformasyonları belirlemek amacıyla aşağıdaki çalışmaların yapılması gerekmektedir:

a. Bölgede deprem sonrasında yapılacak kadastro, imar plânlama ve uygulama ve benzeri çalışmalara altlık oluşturmak üzere, elastik yarı-uzay modelleme sonucu ortaya çıkarılan santimetre mertebesine kadar etkilenen bölge içinde ; 1992 yılından itibaren periyodik GPS ölçüsü yapılan, hızları bilinen noktalar ile, 1997 yılında tesis ve ölçüsü yapılan Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA) noktaları arasından seçilecek bir GPS ağında, acilen GPS kampanyası düzenlenmesi,

b. Deprem anı yer değiştirmelerin etkilediği bölgenin genişliğini ve yüzey kırığının uzanımını incelemek üzere; deprem; öncesi ve deprem sonrası SAR görüntülerinin değerlendirilmesi,

c. Depremden etkilenen bölge içindeki Türkiye Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı noktalarından, seçilecek olanlarda GPS ölçüsü yapılması,

d. Deprem arası ve deprem sonrası deformasyonları belirlemek amacıyla; Batı Karadeniz ve Marmara Bölgelerini kapsayan bölgede, mevcut GPS noktalarından seçilecek ağda, periyodik GPS ölçülerinin yapılması, mümkün olması durumunda bu ağın Yunanistan sınırları içinde genişletilmesi,

e. Ülke genelinde uygun dağılmış, gerçek zamanda veri transferi yapabilen, kendi başına çalışabilen ve sürekli ölçü yapılacak GPS istasyonlarının oluşturduğu Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı (TUSAGA) kurulması,

f. Marmara Bölgesinde mevcut sabit GPS istasyonları arasında, koordinasyon ve veri akışının sağlanması, bu istasyonların TUSAGA 'ya dahil edilip navigasyon ve jeodezik konumlama amacıyla DGPS özelliğine kavuşturulması, nokta dağılımının uygun düzenlenmesi suretiyle ihtiyaç duyulmayacak GPS istasyonlarının, ülke boyutundaki tektonik hareketleri izlemek amacıyla başka bölgelere kaydırılması,

g. Kuzey Anadolu Fay Kuşağının batı kesiminde ve ülke genelinde diri faylar boyunca, strain birikimini izlemek amacıyla , TUTGA noktalarını sıklaştıracak biçimde, GPS ağı kurulup periyodik olarak ölçülmesi,

h. Ülke boyutunda deprem arası deformasyon ve strain birikimini ayrıntılı belirlemek amacıyla Şekil 9'daki 600 noktalı TUTGA'nın 2003 ve 2006 yıllarında yeniden ölçülmesi,

i. Şekil 10'da gösterilen, bölgede mevcut TUTKA-92 noktalarını kapsayan birinci ve ikinci derece nivelman hatlarından, Gölcük ve Düzce depremlerinden etkilenenler boyunca, duyarlı nivelman ölçü tekrarı yapılması,

j. Ülke genelinde, daha önceki depremlerin neden olduğu düşey yerkabuğu hareketlerini belirlemek ve bunların TUTKA-92 üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla, ülke genelinde nivelman tekrar ölçülerinin yapılması,

k. Bölgede, yüzey kırığının hemen yakın çevresinde düşey yerdeğiştirme 2.5 metreye ulaştığından, gravite ölçülerinde en çok 0.5-1 mGal düzeyinde değişim beklenmektedir. TUGA-56 noktalarının yanısıra, özellikle bölgede mevcut bölgesel gravite ölçülerini üzerindeki bozulmaları belirlemek üzere yüzey kırığı çevresinde, deprem öncesinde orijinal ölçüleri bulunan, bölgesel gravite noktalarında yeniden ölçü yapılması,

l. Gölcük ve Düzce depremleri öncesinde tesis ve ölçüsü gerçekleştirilen Gerede-Adapazarı arasındaki iki mikro-gravimetrik ağı birleştirilerek yeniden ölçülmesi,

m. Marmara Denizi ve çevre denizlerde, deniz seviyesindeki değişimleri izlemek, deniz yüzeyi eğimi, ve depremlerin neden olduğu tsunami çalışmaları amacıyla Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Ağı (TUDES) kapsamında mevcut mareograf ağının geliştirilmesi,

n. Gelecekte olası bir deprem sonrasında, deprem anı yerdeğiştirmeler, deprem sonrası ve deprem arası deformasyonlar ile jeodezik temel ağlarda oluşabilecek bozulmaların tespiti için benzeri çalışmaların yapılması ve ihtiyaç duyulan araç, gereç ve alet parkının oluşturulması gerekli bulunmaktadır.

DEPREMLERİN ÖNCE DEN BELİRLENMESİ

Bilim ve teknolojinin bugün ulaştığı noktada depremlerin ne zaman, nerede ve hangi büyüklükte olacağını önceden kestirmek olanaklı değildir. Buna rağmen depremi önceden belirlemeye yönelik çalışmalar amacına uygun bir şekilde yönlendirilip sürdürülmelidir.

Türkiye'de depremlerin önceden belirlenmesine yönelik çalışmalar 1970'li yılların başlarından itibaren yapılmaktadır. Birbirinden bağımsız olarak farklı kurumlar tarafından yürütülen bu çalışmalar sınırlı süreler içinde ve dış destekli olarak sürdürülmektedir. Bu nedenlerle söz konusu çalışmalarda amaca yönelik önemli sonuçlar elde edilememiştir.

Depremleri önceden belirlemeye yönelik araştırmalara, Marmara Bölgesinde bazı temel çalışmalarla devam edilmelidir. Yörede yapılması gereken çalışmaların büyük bir bölümü diğer bölümlerde önerilmekte olup önerilen konulara ek olarak aşağıdaki başlıklar altında belirtilen çalışmaların, optimum koşulları sağlayan pilot bölge ve/veya bölgelerde, yapılmasında yarar görülmektedir:

- a. Yer manyetik alanındaki değişimlerin sürekli ve periyodik izlenmesi,
- b. V_p / V_s hız oranının değişimi,
- c. Elektrik özdirenç ölçümleri,
- d. Elektrik potansiyel alanındaki değişimler,
- e. Yatay ve düşey kabuk deformasyonlarının GPS, mikrogravimetri, nivelman vb. ölçüler ile gözlenmesi,
- f. SAR görüntüleri aracılığıyla ufak boyuttaki yüzey deformasyonu ölçümleri,
- g. Tiltmetre, strainmetre ve creep ölçümleri,
- h. Öncelik kazanabilecek noktalara kaydırılabilecek taşınabilir aletlerle su ve karada radon gazı değişimleri,
- i. Yeraltı suyu düzeyi değişimleri,
- j. Termal kaynaklarda ısı, debi ve kimyasal bileşimlerindeki değişimler,
- k. Sismik etkinliğin izlenmesi: En az $M=1$ büyüklüğüne kadar ve güvenilir dış merkez belirlenmesini sağlayacak şekilde deprem istasyon ağı kurulması,
- l. Manyetotellürik elektrik alan ölçümleri,
- m. Aktif sismik ölçüler,
- n. Göllerin tiltmetre olarak kullanılmasıdır.

MİKRO BÖLGELEME ÇALIşMALAR

Mikro-Bölgeleme Çalışmalarının Önemi :

Deprem ve diğer doğal afet tehlikesine sahip tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de ülke ölçeğinde deprem tehlikesi haritaları mevcuttur ve çağdaş teknolojik gelişmelere paralel olarak geliştirilmektedir.

Ancak bu haritalar deprem tehlikesini ortalama bir zemin cinsi için veren ve bir büyük deprem sırasında yerel zemin yapısına bağlı olarak meydana gelen, sıvılaşma, farklı oturma, zemin büyütmesi, heyelanlar vb. gibi yerel tehlikeleri göstermeyen haritalardır. Gölcük Depremi sırasında zeminin dinamik davranışının hasar üzerinde çok önemli etkisi olduğu bir kere daha anlaşılmıştır. Daha önce Burdur (1971), Erzincan (1992), Dinar (1995) ve Adana-Ceyhan (1998) depremlerinde gözlenen zemin sıvılaşması, zemin büyütmesi bu depremde özellikle Adapazarı, Değirmendere, Ulaşlı ve Yalova gibi yerleşim yerlerinde çok önemli boyutlarda gözlenmiştir. Hasarın bu nedenle artması can kaybını önemli oranda artırmıştır.

Halbuki deprem ve diğer doğal afet zararlarının azaltılmasında en etkili yöntem, her ölçekteki fiziksel plânlamayı hazırlarken bu tür tehlikeleri ortaya çıkarmak, bölge kararları ile yerleşme yoğunluklarını ve tüm altyapı sistemlerini bu yerel tehlikelerden en az etkilenecek şekilde önceden plânlamaktır.

Ülkemizde mikro-bölgeleme çalışmalarına 1968 yılında Afet İşleri Genel Müdürlüğünce başlanmış ve o yıllarda çağdaş yöntemlerle Aydın-Kuyucak, Bolu-Gerede, İzmit ilâve imâr plânı, Gediz'in yeni yerleşme yerlerinde bu çalışmalar başarı ile uygulanmış olmasına rağmen özellikle 1985 yılında 3194 Sayılı "İmâr Kanunu"nun çıkarılması ile her ölçekteki fiziksel plânlamada yapılması gereken bu çok disiplinli çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır.

3194 Sayılı "İmar Kanunu" fiziksel plânlama kademelerini Devlet Plânlama Teşkilâtınca yapılması gereken; Bölge Plânları, Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca yapılması gereken; Çevre Düzeni Plânları; Valilik ve Belediyelerce yapılması gereken; Nazım ve Uygulama İmâr Plânları gibi kademelere ayırmış olmasına rağmen, bu kademelerin hepsinde plânlamaya esas olacak temel veri olan; deprem ve diğer doğal afet tehlikesinin, bu plânlama kademeleri ölçeğinde belirlenmesi çalışmalarını, maalesef gözardı etmiş ve bu plânların hazırlanmasında basit ve yüzeysel bir jeolojik etütle yetinilmiştir.

Ülkemiz son yıllarda meydana gelen, Dinar, Adana ve Gölcük Depremlerinde maalesef bu plânlama anlayışının faturasını çok ağır ödemiştir.

Günümüzün çağdaş fiziksel plânlama anlayışında, deprem ve diğer afet zararlarının azaltılması; herşeyden önce doğal afetlerden en az etkilenecek yerleşim ve doğal afetlere dayanıklı yapılaşmaların gerçekleştirilmesi ile sağlanabilecektir.

Gölcük ve Düzce Deprem Bölgelerinde Yapılması Gereken Çalışmalar :

Yukarıda özetlenen yaklaşımların ve çağdaş mikro-bölgeleme tekniklerinin ışığı altında; hem Gölcük ve Düzce Deprem Bölgelerinde yapılacak yeni yerleşimler, hem de ülkemiz genelinde deprem tehlikesine sahip bölgelerde bundan sonra yapılacak fiziksel plânlama aşamalarında aşağıdaki çalışmaların yapılmasında zorunluluk görülmektedir.

a. Plânlama yapılacak alandaki;

- Yerel sismik etkinlik ve diri fayların meydana getireceği, yüzey kırıklarının ve diğer mühendislik jeolojisi verilerinin,

- Farklı yerel zemin cinslerinin neden olabileceği sıvılaşma, farklı oturma, heyelanlar, zemin büyütmeleri, zeminlerin davranış spektrumlarının,

- Deniz dalgası (tsunami), su baskını, kaya düşmesi, çığ vb. gibi diğer doğal afet tehlikelerinin belirlenmesi,

b. Belirlenen bu verilerin üst üste getirilerek, bütünleştirilmiş afet tehlike haritalarının hazırlanması,

c. Bu haritalar üzerinde, doğal afetlerden en az etkilenebilecek, bölgeleme, altyapı, yapı yoğunlukları ve yapı nizamları kararlarının alınması,

Yukarıda özetlenen bu çalışmalardan açıkça anlaşılacağı üzere mikro-bölgeleme çalışmaları çok disiplinli ekip çalışmalarıdır.

Bu çalışmalarda;

- Aktif fayların, muhtemel yüzey kırıkları ile yüzey jeolojisinin, heyelan, çığ, kaya düşmesi vb. gibi diğer doğal afet tehlikelerinin belirlenmesi için jeoloji mühendislerine,

- Bölgedeki yerel depremsellik ve azalım ilişkilerinin belirlenmesi için sismologlara;

- Yerel zeminlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için zemin mekanikçilerine,

- Zeminlerdeki büyütme, sıvılaşma, farklı oturma, zeminlerin dinamik özellikleri ve davranış spektrumlarının belirlenmesi için de jeofizik mühendislerine ihtiyaç vardır.

Bu nedenle, plânlama kararları; şehir plâncıları ve yukarıda sayılan meslek mensupları tarafından birlikte alınmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir deprem ülkesi olan Türkiye 'de deprem riskinin, günümüzün bilgi ve teknoloji düzeyinin elverdiği ölçüde, kaynak ve zemin özelliklerini de belirterek tanımlanması konusunda istenilen düzeyin çok gerisinde bulunduğu, Gölcük ve kısmen de Düzce depremi ile her türlü tartışmadan uzak olarak bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Ülkemizin tümü için geçerli olmak üzere, bir deprem ülkesinde yapılması kaçınılmaz nitelikteki yerbilim çalışmalarından günümüze kadar gerçekleştirilmiş olanların, soruna sağlıklı çözümler getirebilmek bakımından, yetersiz olduğu gerçeğini bir kez daha ve çok açık bir şekilde ortaya koymuştur. Yerbilim çalışmalarındaki bu büyük açığın tüm ülke düzeyinde giderilmesinin hedeflenmesi gerekmektedir birlikte, son depremlerden en fazla etkilenen ve halen yüksek deprem riski taşıdığı düşünülen Marmara bölgesinden başlanılmasının, Gölcük ve Düzce depremleri sonrasında, bu bölgede oluşan özel durum nedeni ile, doğru bir yaklaşım olacağı görüşüne varılmıştır.

Ülkemizde depremler ile ilgili yerbilim çalışmalarının istenilen düzeye erişememiş olmasının, bu niteliklerdeki çalışmalara yeterli kaynak ayrılmamış, ayrılmış olan kaynakların doğru önceliklere yönlendirilmemiş ve ülkemizin bu konudaki teşkilatlanmasının yeterli olmayışından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Bu saptamadan hareket ile, bu programda belirlenen çalışmaları yürütebilecek, öncelikleri gözetebilecek, etkin bir eşgüdüm sağlayabilecek ve belirlenen hedeflere bir an önce varabilmek için kaynakları doğru yönlendirebilecek bir yeniden yapılanma modeli de tartışılmalıdır.

Gerçekleştirilmesi için etkin bir şekilde girişimde bulunulması ve yeterli kaynak ayrılması gerekli görülen öncelikli araştırmalar aşağıda özetle sıralanmıştır.

a. Marmara bölgesinde deprem yaratabilecek özelliklerdeki diri faylar karada ve denizde ayrıntılı olarak haritalanmalıdır. Bu amacı gerçekleştirmek için;

(1) 17 AĞUSTOS 1999 Gölcük depreminde meydana gelmiş olan yüzey kırığının denizde yer alan kesimi, ivedi olarak, haritalanmalıdır. Bu amaçla yurt içindeki olanaklar birleştirilerek 'side-scan sonar', gerekirse yurt dışından temin edilecek yardım kapsamında veya bu yardım sağlanamazsa kiralanarak, batiskaf kullanılmalıdır.

(2) Marmara'da deniz altında varlığından kuşkuyla diri fayları içeren kuşaklar yüksek ayırmalı 'dar açılı-çok kanallı-eko sounder' (multi-narrow-beam-echo-sounder) ve "Çok Yüksek Ayırmalı, Çok Kanallı Sismik Yansıma" (very high-resolution multichannel seismic reflection) yöntemleri kullanılarak incelenmelidir.

(3) Marmara bölgesinde karada yer alan diri fay adaylarında 'hendek' çalışmaları yaparak bu fayların geçmişte yol açmış oldukları depremlerin büyüklükleri ve zamanları öğrenilmeye çalışılmalıdır.

(4) 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ile oluşan yüzey kırığı acilen haritalanmalı, Bolu kuzeyindeki olası uzanımı belirlenmelidir.

b. Günümüzde yeterli olmayan ulusal deprem ağı, Marmara bölgesinden başlanarak geliştirilmeli, kara ve deniz altındaki ufak depremlerin (>2 büyüklüğündeki depremler) merkezüstleri ve derinlikleri büyük bir doğruluk ile belirlenmelidir. Bu hedefi gerçekleştirmek üzere:

(1) Ülke boyutunda dağılmış standart ve modern sismometre, kayıtçı ve veri transferi donanımına sahip Türkiye Ulusal Standart Deprem Ağı (TUSDA) kurulmalıdır.

(2) TUSDA'nın oluşturulmasında halen Marmara bölgesinde çalışmakta olan sismik istasyonların bu ağa katkıda bulunma olasılığı ilgili kuruluşlar ile bağlantı kurularak araştırılmalıdır.

(3) Marmara Denizi kıyılarında yerleştirilecek istasyonlar, denizin altındaki ufak depremleri kaydetmekte istenilen ayrıntıyı sağlayamadığı takdirde, bu denizin tabanına yeterli sayıda 'deniz tabanı sismometresi (OBS)' yerleştirilmelidir.

(4) Yukarıda boyutları tanımlanan standart ağın dışında kalan, bilimsel amaçlı projelere bağlı geçici sismograf ağları kurmayı amaçlayan çalışmalar desteklenmelidir.

(5) Sismik ağlardan elde edilecek ölçüler bir ulusal merkezde toplanmalı ve kullanıcıların kolaylıkla verilere ulaşabileceği Türkiye Ulusal Deprem Bilgi Sistemi (TUDBİS) kurulmalıdır.

(6) TUSDA ve TUDBİS'in bir kamu kurum veya kuruluşu koordinatörlüğünde kurulup işletilmesini sağlamak üzere yeni bir düzenlemeye gidilmelidir.

c. Tüm Marmara Denizinin, bu denizde yapılacak her türlü araştırma için güvenilir bir altlık oluşturacak, genel ve deniz altındaki diri fayları belirlemede kullanılacak çok ayrıntılı özel derinlik, gravimetrik ve manyetik haritaları hazırlanmalıdır. Bu amaçla:

(1) Tüm Marmara Denizini kapsayacak şekilde 20 metre kontur aralıklı derinlik haritası tamamlanmalıdır.

(2) Marmara Denizi tabanında diri fayların yer aldığı tahmin edilen ve Marmara'yı kabaca uzun eksenli boyunca kat eden üç ayrı kuşaktan oluşan alanın +/- 2.5 metre hassasiyete sahip kuşak derinlik haritaları yapılmalıdır.

(3) Marmara Denizinin tamamında, olası fay kuşaklarının çevresinde daha yoğun olmak üzere, gravite ve manyetik ölçüleri yapılmalıdır.

d. Faylanma mekanizmaları, yerel gerilim birikimleri veya serbestlemeleri hakkında bilgi sahibi olmak, ayrıca depremleri önceden belirleme çalışmalarında kullanmak üzere, deprem öncesi, deprem sırası ve deprem sonrasında yeryüzünde meydana gelen bozulmalar izlenmelidir. Bu amaçla:

(1) Deprem bölgesinde yer alan mevcut GPS istasyonları ve yeni seçilecek noktalardan oluşan bir ağda periyodik GPS ölçüleri yapılmalıdır.

(2) Marmara bölgesi ve ülke genelinde, 1940 'lı yıllardan bugüne kadar meydana gelen depremler sonucu, yatay ve düşey kontrol ağları noktalarında oluşan yerdeğiştirmeler, GPS ve nivelman ölçüleri ile belirlenmelidir.

(3) Ülke genelinde tektonik levha hareketlerini izlemek üzere, ülke içerisinde uygun dağılmış, standart GPS alıcısı, kayıtçı ve veri transfer donanımına sahip istasyonlardan oluşan, Türkiye Sabit GPS Ağı (TUGASA) kurulmalı, işletim sorumluluğu tek bir kamu kurumuna verilmelidir

(4) Ülkemizde halen değişik kurumlarca çalıştırılmakta olan sabit GPS istasyonları TUGASA içine dahil edilmeli, ölçüler ulusal bir merkezde toplanmalı ve kullanıcıların kolaylıkla ulaşmaları sağlanmalıdır.

(5) Marmara Bölgesindeki mikrogravimetrik ağların periyodik ölçülmesi sağlanmalıdır.

(6) Deniz seviyesini izlemek üzere kurulan TUDES, yeni istasyonlar eklenerek geliştirilmelidir.

(7) Yapay açıklıklı radar (Synthetic Aperture Radar; SAR) uydu görüntüleri düzenli aralar ile elde edilerek yer değiştirmeler interferometrik olarak incelenmelidir.

e. Gölcük ve Düzce depremleri sırasında ve sonrasında bölgeden elde edilmiş, şu sırada da edilmekte olan sismik kayıtlar, modelleme çalışmalarında kullanılarak, bu depremde hareket etmiş olan düzlemlerin geometrileri, bu düzlemler boyunca hareketin özellikleri, gerilim serbestleme ve gerilim aktarma miktar ve yerleri bulunmaya çalışılmalıdır.

f. Marmara bölgesinde meydana gelen depremleri litosfer ve yerel üst kabuk yapısı bakımından açıklamakta kullanılacak, dolayısıyla, bölgedeki fayların zaman içindeki etkinliklerini belirlemek ve bu fayların birbirleri ile gerilim iletimi bakımından ilişkilerini kurmaya yarayacak verilere büyük gereksinim vardır. Bu veriler, aynı zamanda, depremlerin odaklarını büyük bir doğruluk ile saptamak için gerekli olan kabuk yapısı bilgilerini de sağlayacaktır. Söz konusu bu verileri amaca uygun ayrıntıda sağlamak için:

(1) Birisi Marmara denizini, diğeri Adapazarı ovasını yaklaşık orta kesimlerinden kesecek şekilde, kuzey-güney doğrultuda iki ve Marmara denizini ve Adapazarı ovasını doğu-batı yönde kesecek bir tane olmak üzere toplam üç kesit boyunca 'çok kanallı sismik yansıma' kesiti alınmalı, bölgeyi kapsayacak şekilde geniş-açılı yansıma çalışması yapılmalı, kesitler boyunca gravite ölçülmelidir.

(2) Benzer çalışmalar, Ege Bölgesi, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde doğu-batı ve kuzey-güney doğrultulu kesitler boyunca yinelenmelidir.

g. Depremin yapılarda yarattığı hasar, yapıların üzerinde buldukları zeminin özellikleri ile yakından ilişkilidir. Pilot bölge olarak ele alınan Marmara'daki büyük kentlerin yerleşim alanındaki zemin türlerini gösteren mikrobölgelendirme haritaları hazırlanmalıdır. Bu amaçla: Çalışmalarda birinci aşamayı oluşturacak mühendislik jeolojisi haritaları tamamlanmalı, bu haritanın verilerinin doğrultusunda belirlenecek yerlerde zeminin taşıma gücü, sismik hızlar, egemen titreşim periyodları, genlik büyütme özellikleri, sıvılaşmaya yatkınlık, yer altı suyu düzeyinin mevsimsel konumu, heyelana yatkınlık derecesi saptanmalı ve bu parametreler kullanılarak yerleşim alanının zemin bakımından alt bölgelere ayrıldığı mikro-bölgelendirme haritaları hazırlanmalıdır. İmar planlamaları, imar uygulamaları ve tapu kayıtlarında bu bilgilere yer verilmelidir.

h. Depremlerin önceden haber verilmesini hedefleyen çalışmalar büyük deprem riski altındaki ülkelerde sürdürülmektedir. Bu konuda başarının çok yakın olmadığı genelde kabul edilmektedir. Ancak bu yönde toplanan verilerin değeri veri toplama süresine bağlı olarak artmaktadır. Bir deprem ülkesi olan Türkiye'nin bu konuda bir izleyici konumunda kalması kabul edilemez. Ülkemizde günümüzde bu konuda yapılan çalışmalar gerçek amacına hizmet edecek bir düzeyde değildir. Marmara bölgesi pilot olarak ele alınıp önce az sayıda yöntem uygulayarak önceden haber alma çalışmalarına gereken önem verilmelidir. Bu amaçla: Yukarıda diğer maddelerde önerilmiş olan mikrosismik etkinliğin izlenmesi ve jeodezik çalışmaların sürekliliğini sağlamanın yanı sıra, öncelik kazanabilecek noktalara kaydırılabilecek nitelikte bir sistem ile, belirlenecek noktalarda yer altı suyundaki radon gazı sürekli olarak ölçülmeli, bölgedeki termal kaynaklarda ısı, debi ve kimyasal yapı sürekli olarak denetlenmelidir.

Bölgede uygun yerlerde açılacak derin su kuyularında, basınçlı akiferlerdeki basınç düzeyi ve jeofizik log (SP doğal potansiyel, rezistivite ve gamma ray), tiltmetreler ile eğim ve ısı değişimi ölçümleri periyodik olarak yapılmalıdır. Bu çalışmalara ek olarak, büyük parasal kaynak gerektirmemesi durumunda, diğer çeşitli yöntemlerin uygulanmasına da fırsat verecek bir yaklaşım kabul edilmelidir.

ı. Yukarıdakiler ile örtüşen, devam eden ve planlanan çalışmalar bu program kapsamında ele alınarak uygun bulunanlar desteklenmelidir.

j. TUJJB;yerbilimleri konusunda öğretim ve eğitim yapan yüksek öğretim kuruluşlarının müfredat programlarında yapılacak düzenlemeler , ilgili meslek odaları, sivil toplum örgütleri ve kamu kurum ve kuruluşlarınca düzenlenecek kurslar ile jeolojik, jeofizik etütler ve mikro-bölgelendirme konularında teknik personelin,Depremler, tehlikeleri, deprem etkilerini azaltma yöntem ve tedbirleri konusunda, okullarda düzenlenecek seminer, konferans ve eğitim programları ile öğrencilerin, görsel ve yazılı basın ve yayın organları aracılığı ile halkın eğitilmesi ve bilgilendirilmesinin tavsiye edilmesini yararlı değerlendirmiş olup, görev düşmesi halinde bu tür çalışmaları destekleme ve bilimsel katkıda bulunmaya hazırdır.

k. Deprem sonrası dönemde yerbilimcileri tarafından özellikle yazılı ve görsel basın organları aracılığı ile kamuoyu önünde yapılan tartışmaların uygun olmadığı, özellikle İstanbul ve çevresinde deprem ile ilgili olarak ileri sürülen farklı düşüncelerin kamuoyunda değişik yorumlara, hatta paniğe neden olduğu dikkate alınarak, deprem konusunda hükümete danışmanlık yapmak ,ihtiyaç duyulduğunda kamuoyuna açıklamalarda bulunmak Ulusal deprem programını TUJJB Konseyi adına yürütmek, koordine ve takip etmek üzere, TUJJB bünyesinde, bir "Danışma, Değerlendirme ve Yönlendirme Kurulu" oluşturulmalıdır.

l. "TUJJB Kuruluş, Görev ve Yetki Yönetmeliği"nde ihtiyaç duyulan idarî düzenlemeleri ve TUJJB'yi ekonomik imkânlarla kavuşturmak üzere mali düzenlemeleri yapmak üzere bir çalışma grubu oluşturulmalıdır.

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye evresinde Tektonik Yapı

Şekil 2. Türkiye'nin Relief Haritası

Şekil 3. Türkiye'nin Sismisite (Deprem Aktivitesi)

Şekil 4. Deprem Zararlarını Azaltma projesi Kapsamındaki Sismik İstasyonlar

Şekil 5. Marmara Bölgesinin Sismisitesi (Deprem Aktivitesi)

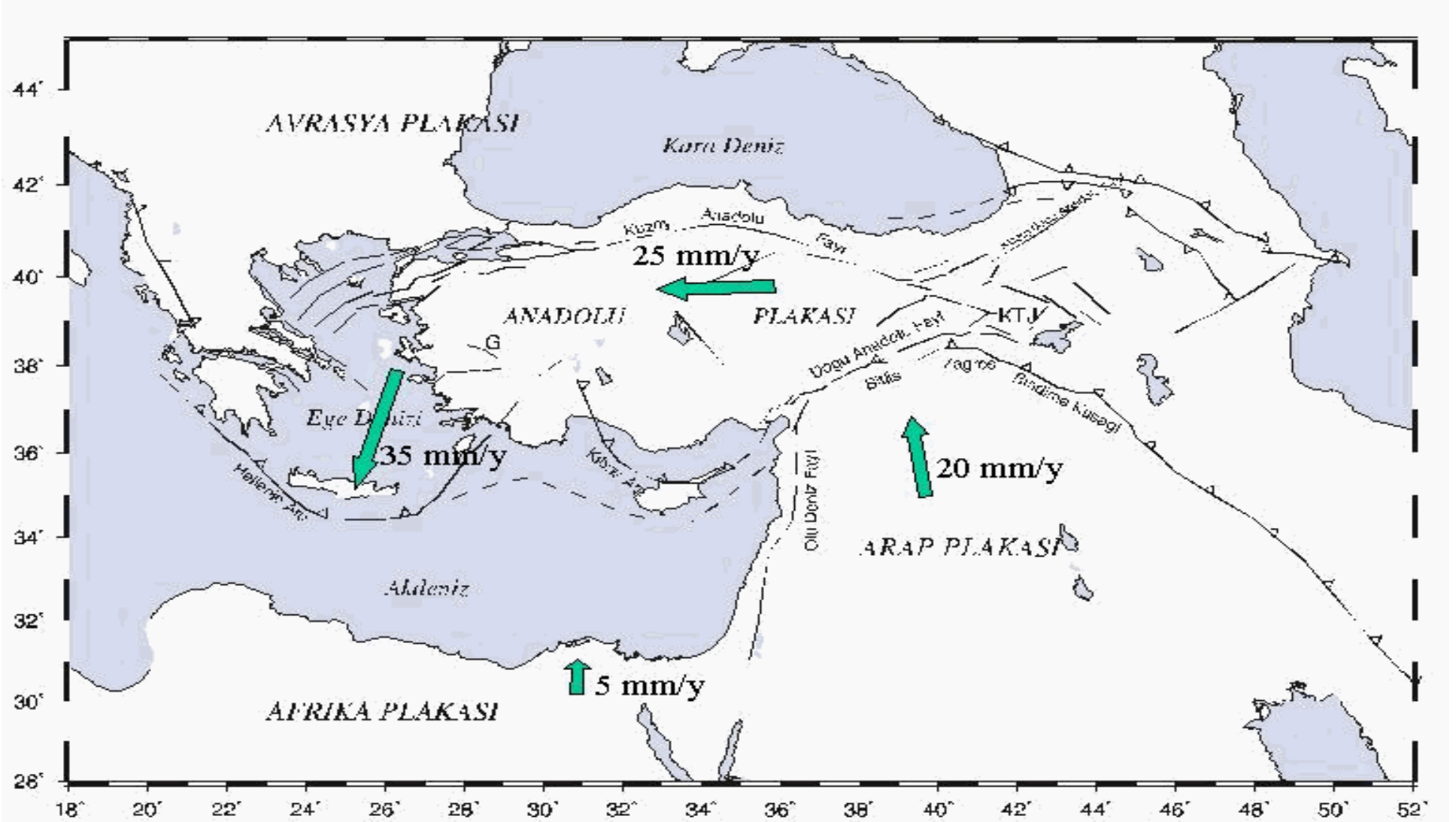
Şekil 6. 17 AĞUSTOS 1999 Gölçük Depremi Yüzey Kırığı.Emre v.d.(1999)'dan alınmıştır

Şekil 7. Deprem Anı Yatay Yer Değiştirmeler. Birim cm.

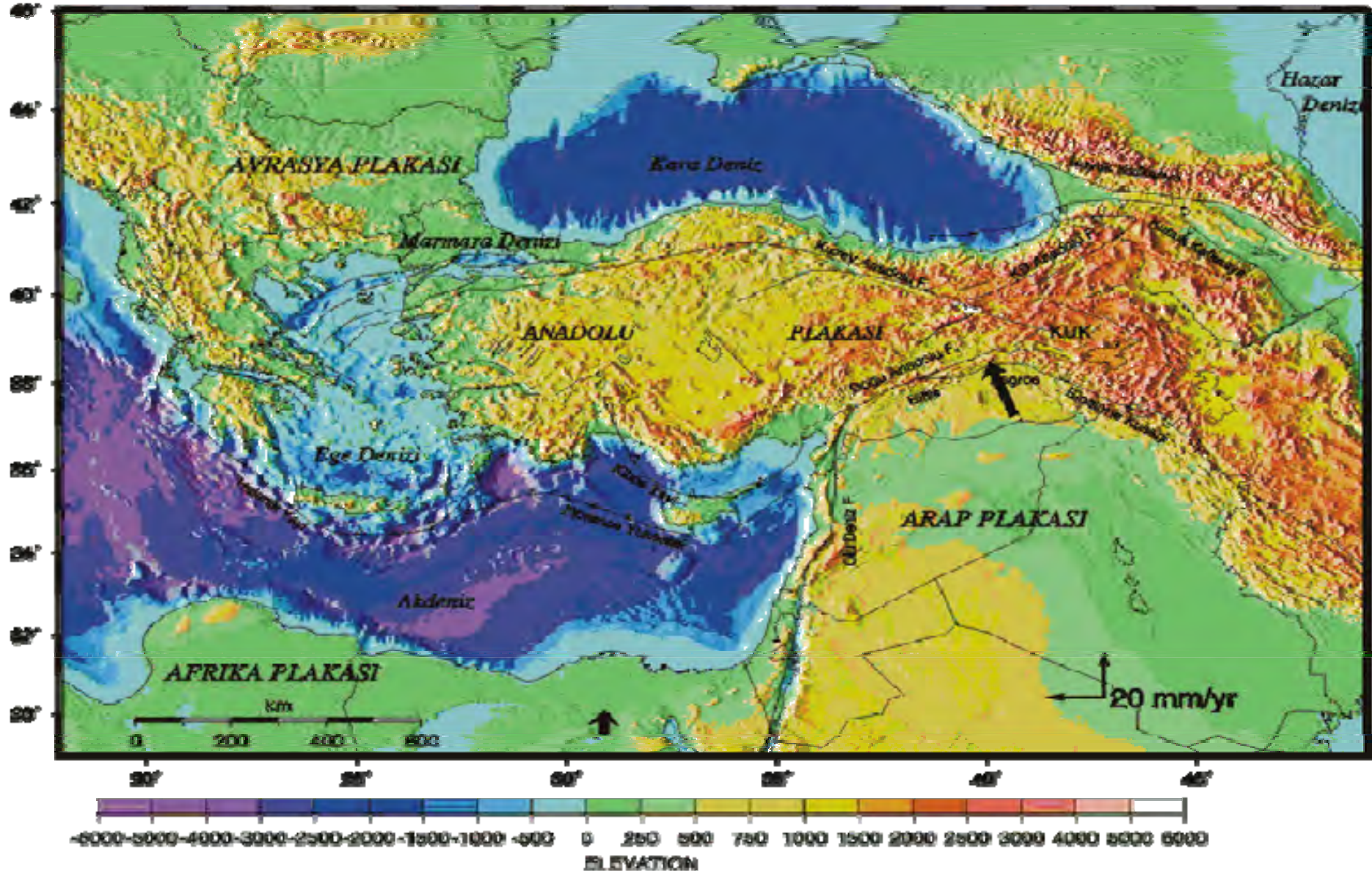
Şekil 8. Deprem Anı Düşey Yer Değiştirmeler. Birim cm.

Şekil 9. TUTGA Noktaları.

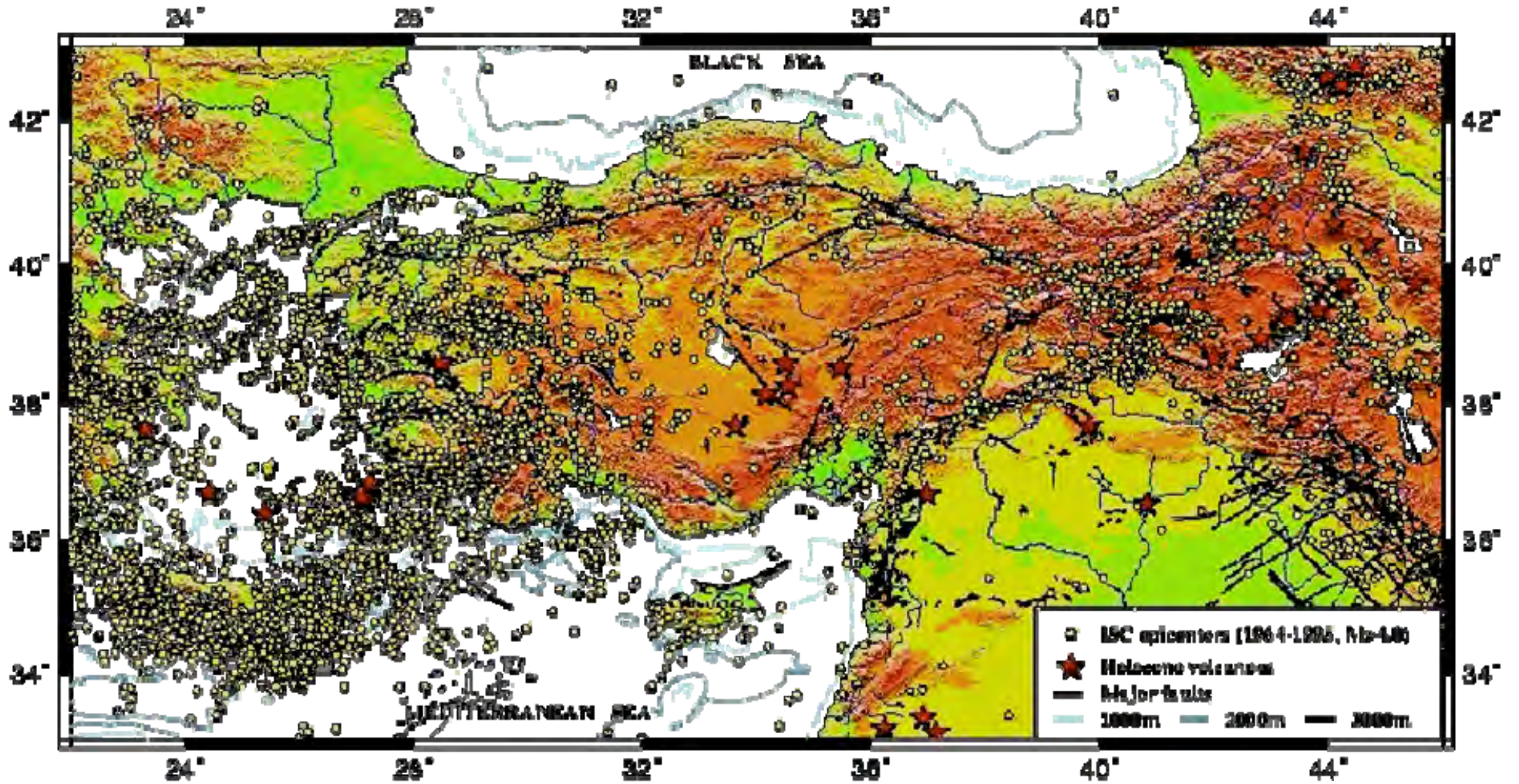
Şekil 10. Deprem Bölgesi evresindeki TUTKA-92 Birinci ve İkinci Derece Nivelman Geçkileri



Şekil 1. Türkiye ve Çevresinde Tektonik Plaka Hareketleri. McClusky v.d.(1999)'dan alınmıştır.



Şekil 2. Türkiye Kabartma Haritası.



Şekil 3. Türkiye Sismisite (Deprem Etkinliği) Haritası.

TÜRK-JAPON ORTAK PROJESİ

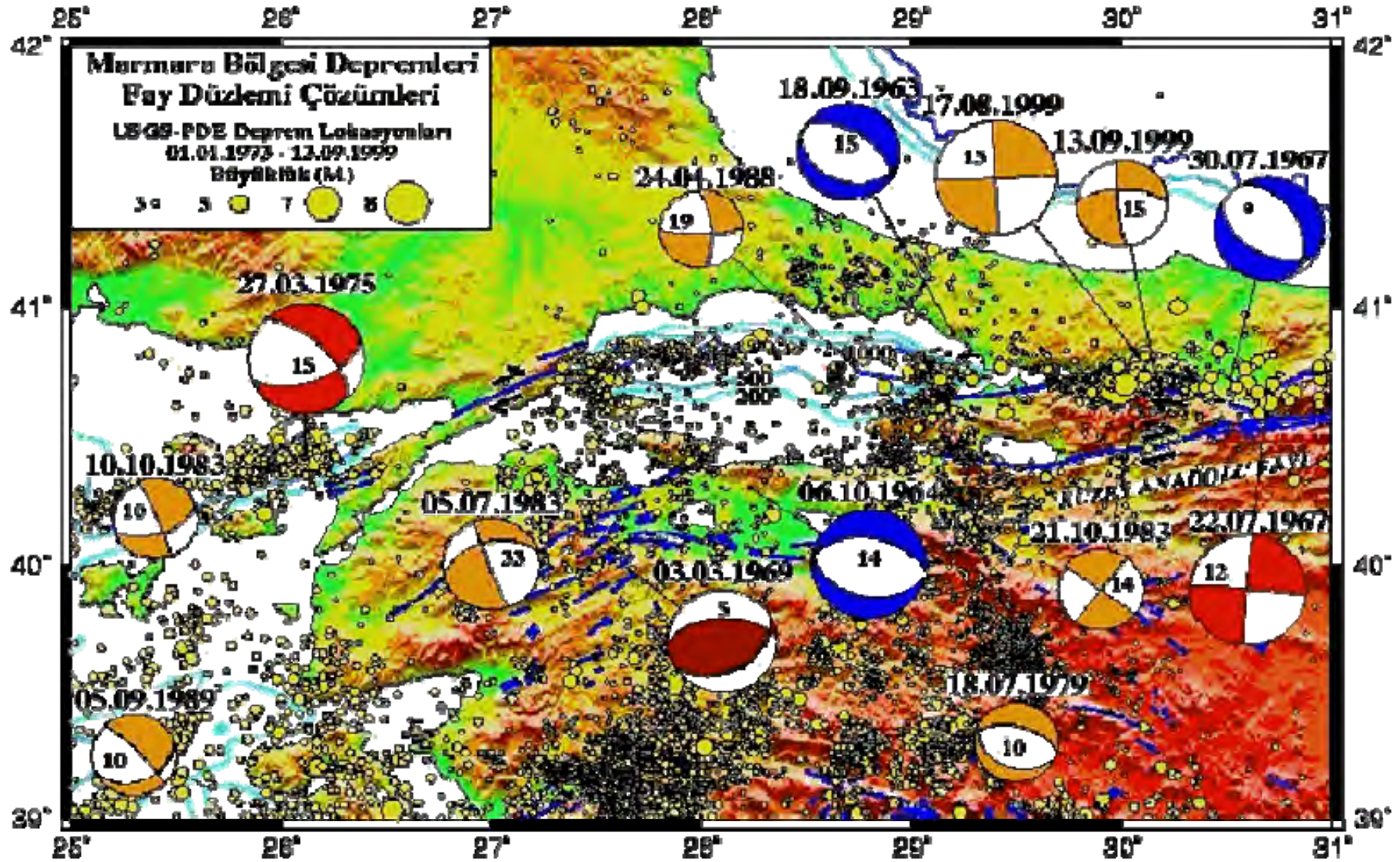
SİSMİK İSTASYON YERLERİ



Şekil 4. Deprem Zararlarını Azaltma Projesi Kapsamındaki Sismik İstasyonlar

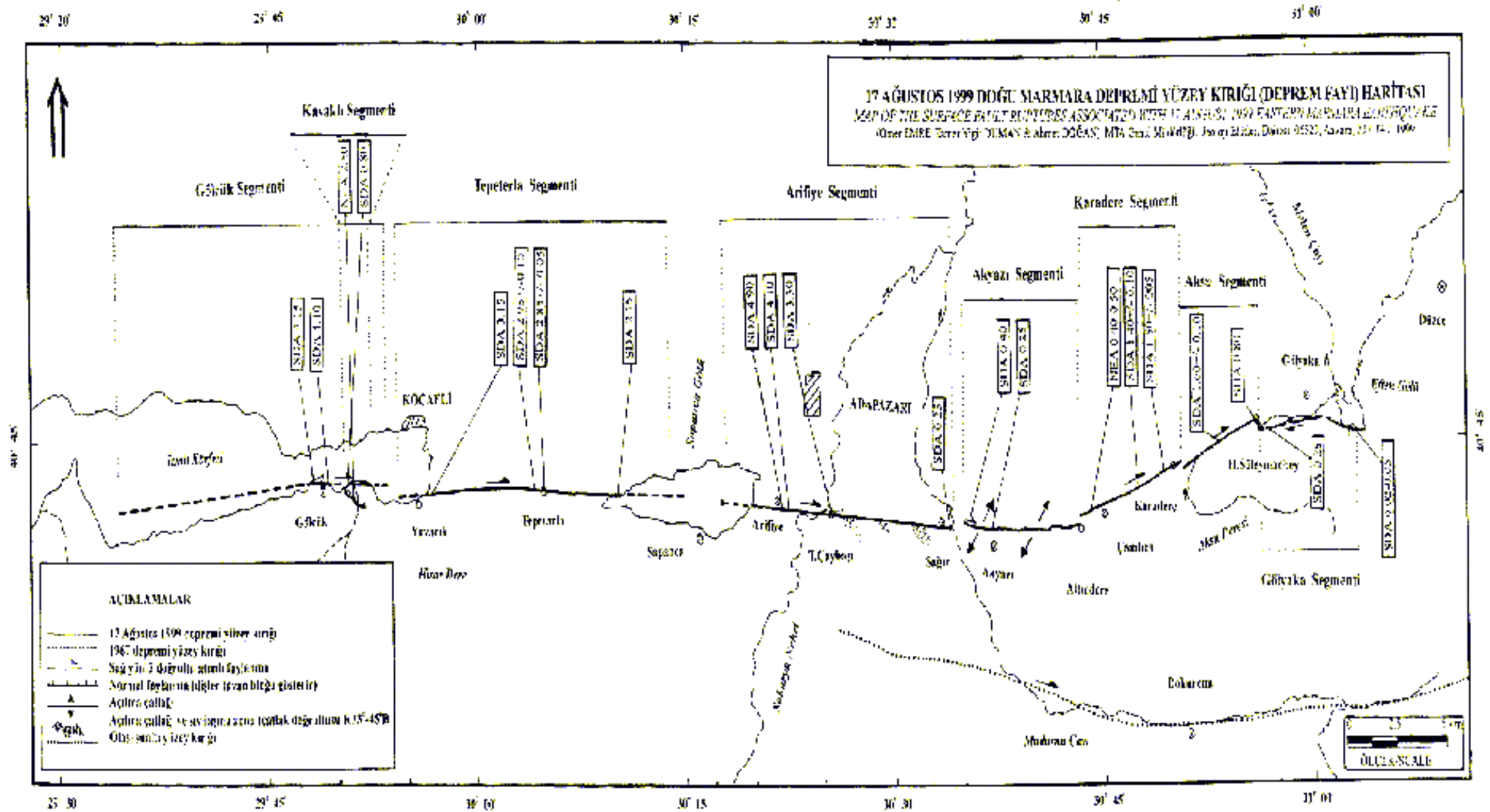
Deprem Zararlarının Azaltılması ve Araştırılması Merkezi, EDCVE Altmerkezi, ANKARA
CBS & VERİ TOPLAMA Grubu tarafından hazırlanmıştır. (Bülent Özgen, Murat Nurlu)

Afet İşleri Genel Müdürlüğü
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ
ANKARA-TÜRKİYE



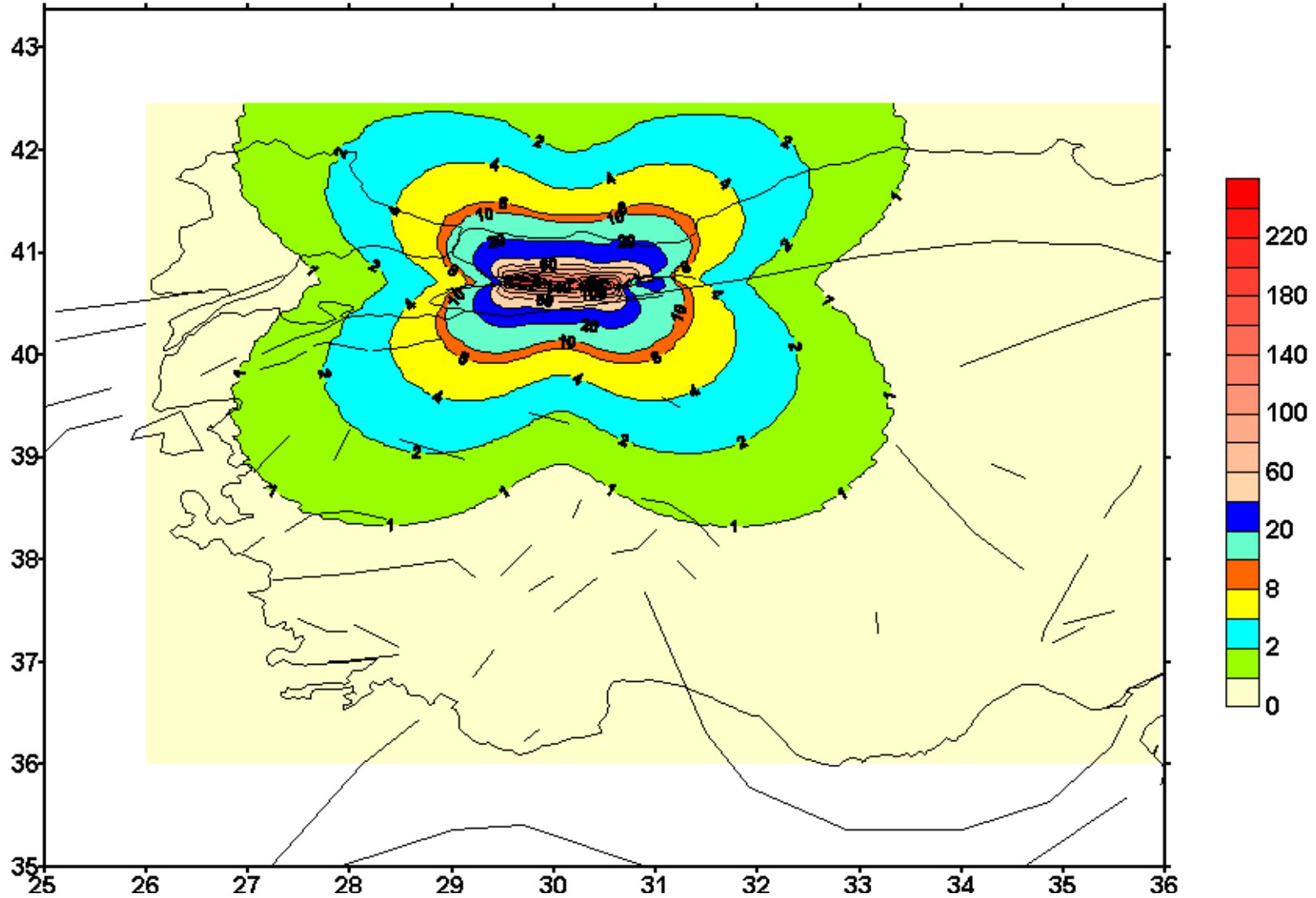
Ömer TAN and Tuncay TAYMAZ, Istanbul Technical Univ. - Dept. of Geophysics.
 Tuncay et al. 1991 CEI 104 211-220

Şekil 5. Marmara Bölgesinin Sismisitesi (Deprem Etkinliği).



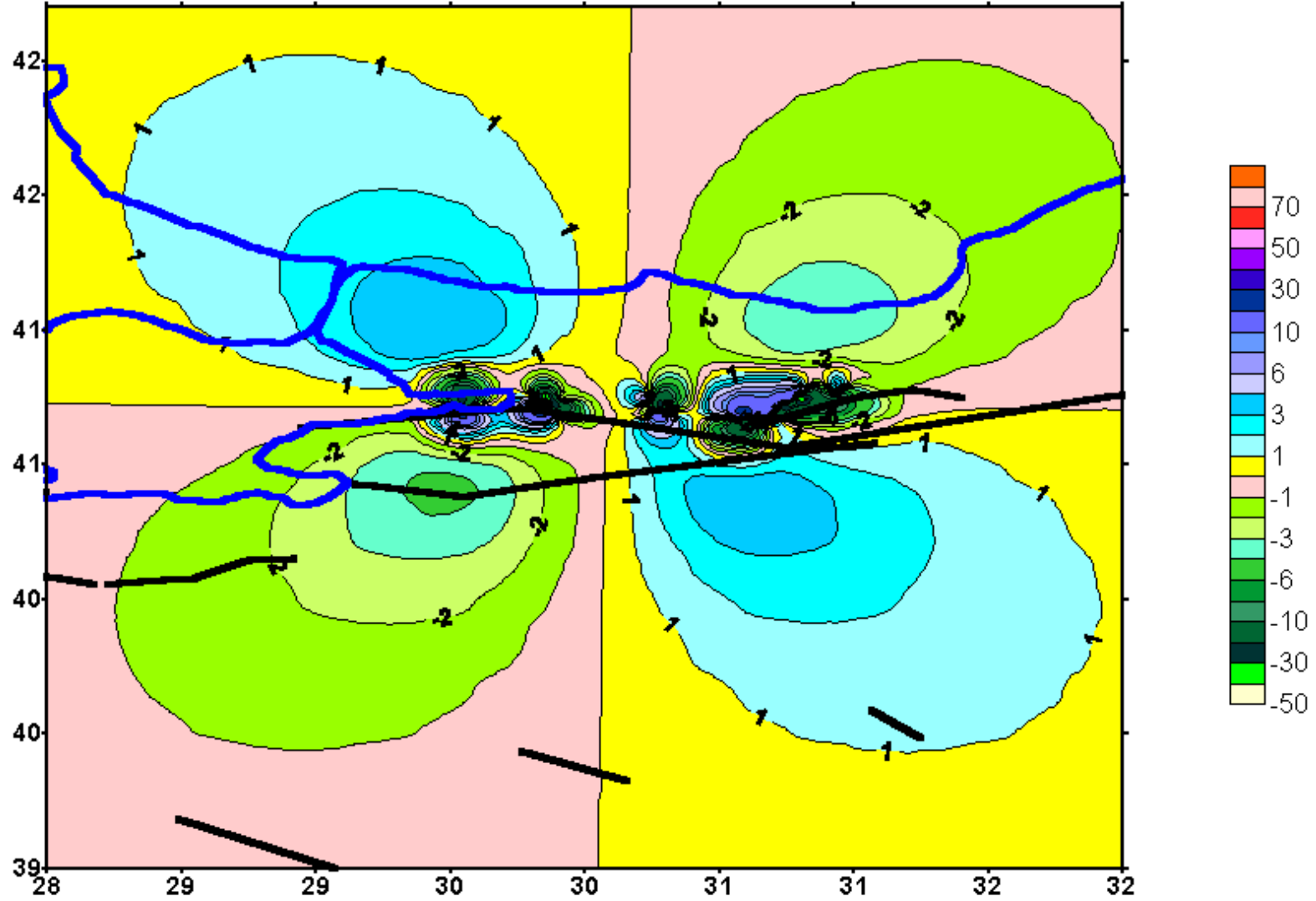
Şekil 6. 17 Ağustos 1999 Gökçek Depremi Yüzey Kırığı. Emre v.d.(1999)'dan alınmıştır.

17 AGUSTOS 1999 GOLCUK DEPREMININ ETKILEDIGI BOLGE



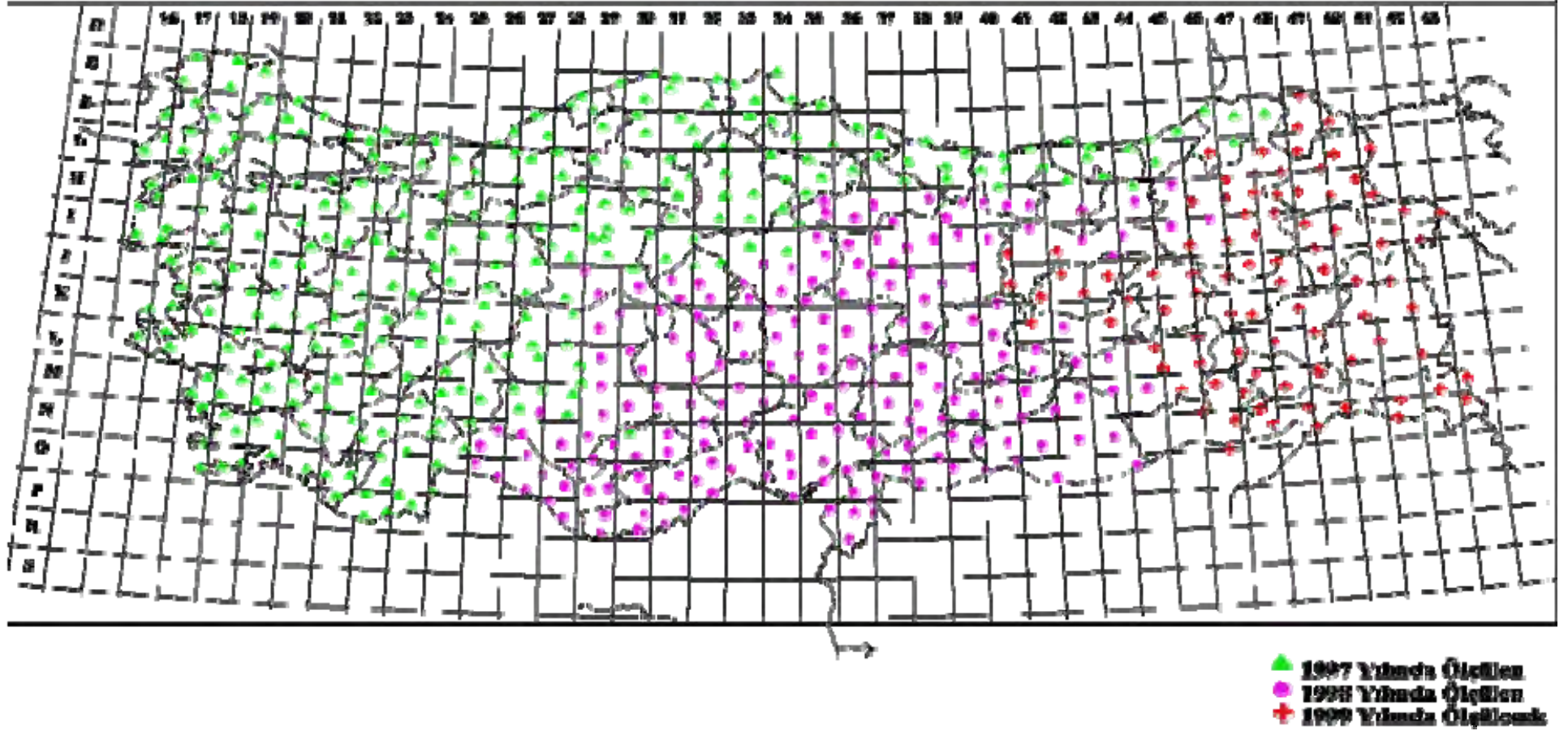
Şekil 7. Deprem Anı Yatay Yer Değişirmeler Birim cm.

17 AGUSTOS 1999 GOLCUK DEPREMINDE DUSEY HAREKET EDEN BOLGELER

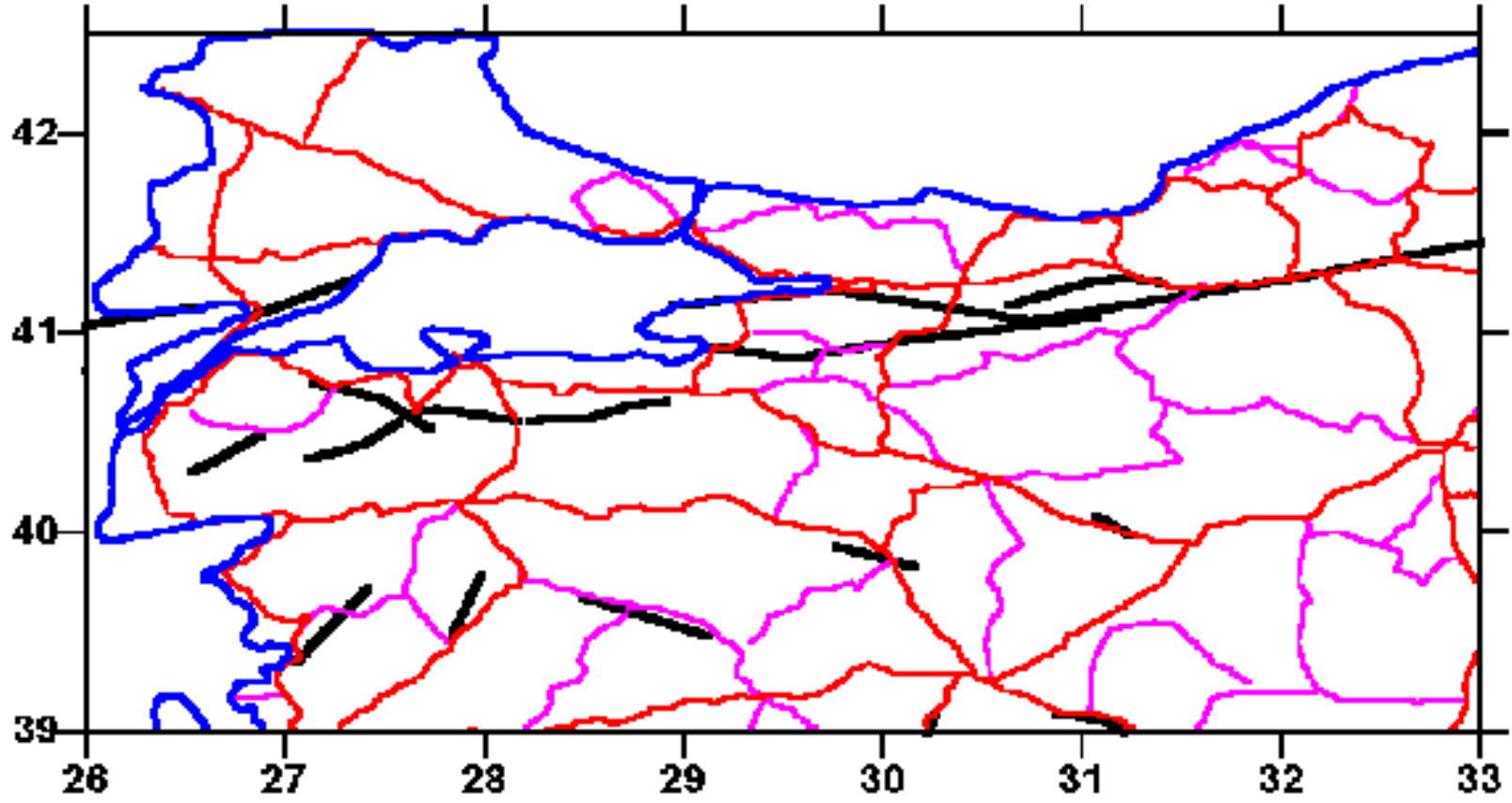


Şekil 8. Deprem Anı Düşey Yer Değiştırmeler Birim cm.

TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI ÇALIŞMALARI



Şekil 9. TUTGA Noktaları.



Şekil 10. Deprem Bölgesi Çevresindeki TUDKA-92 Birinci ve İkinci Derece Nivelman Geçkileri.

**DENİZ İÇİ DEPREM ARAŞTIRMALARI İLE İLGİLİ
TÜRKİYE'DEKİ İMKÂN VE KABİLİYETLER**

KURULUŞ	CİHAZ VE SİSTEMLER	AÇIKLAMALAR
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)	1. Stramer	(1500 m)
	2. Air Gun (GI)	10 x 210 Cu
	3. Gravite	
	4. Kor Alınması	
	5. Çok Kanallı Sismik Veri Toplama Sistemi	
	6. DGPS'li Seyir Sistemi	
	7. İskandil	
Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi (SHOD)	1. Sığ Sismik (250 Joule)	40 - 50 m penetrasyona sahip
	2. Spark Array (1000 Joule)	
	3. Yandan Taramalı Sonar Sistemi	Kablo Kısıtlaması nedeniyle maksimum 100 m derinlikten etkin veri alma imkânı
	4. Yandan Taramalı Sonar Veri İşlem ve Digital Veri Toplama Sistemi	100 m'den Veri Toplama
	5. Kor Alma imkânı	
	6. Yüzey Sediment Toplama imkânı (Orange peel Türü aletlerle) Kor Alma imkânı	Kor alma imkânı 2 m boyunda
	7. Çok Bimli İskandil ile Haritalama imkânı	56 Bimli Derin Su Sistemi
İstanbul Üniversitesi	1. Digital Sığ Sismik Sistemi	Sparker türünde 1250 Joule 100 - 200 m Penetrasyona sahip
	2. Kor Alma imkânı	
	3. Veri Toplama Sistemi	
Dokuz Eylül Üniversitesi	1. Analog Sığ Sismik Sistemi	3.5 KHz
	2. Air Gun	
	3. Sparker	
İstanbul Teknik Üniversitesi		Bu maksatla kullanılacak deniz araştırma cihaz ve sistemleri yoktur.
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	1. Boomer	
	2. Yandan Taramalı Sonar	
	3. Yüzey Sediment Toplama imkânı	
DzKK.Kurtarma ve Sualtı Komutanlığı	1. Yandan Taramalı Sonar Sistemi	ROV Maksimum 100 m dalabilir
	2. Yandan Taramalı Sonar Veri İşlem ve Digital Veri Toplama Sistemi	Robotik Kamera Maksimum 300 m dalabilir
	3. ROV	
	4. Sualtı Robotik Kamera	

**DENİZ İÇİ DEPREM ARAŞTIRMALARI
İLE İLGİLİ
İHTİYAÇ DUYULAN DİĞER CİHAZ VE SİSTEMLER**

1. DERİN SU ARAŞTIRMALARI İÇİN GEREKEN SİSTEMLER :

- a. Çok Kanallı Sayısal Sismik Kayıt Sistemleri
 - Kayıtçı
 - Stramer
 - Air Gun (GI)
 - Derin Su Yandan Taramalı Sonar Sistemi
 - Çok Bimli İskandil Sistemi (Bim sayısı dolayısıyla ayırım gücü en yüksek olan Derin su için dizayn edilmiş)

2. SIĞ SU ARAŞTIRMALARI İÇİN GEREKEN SİSTEMLER :

- a. Sub Bottom Profiler (2-16 KHz Chirp Teknolojili)
- b. Sismik Kaynak (Water Gun)

PROGRAMIN TAHMİNİ BÜTÇESİ

1.	DİRİ FAYLAR.....	3.800.000.-US\$
2.	SİSMİK AĞLAR, SİSMİK KIRILMA, SİSMİK YANSIMA.....	6.000.000.-US\$
3.	MARMARA DENİZİ BATİMETRE, GRAVİTE VE MANYETİK ÖLÇMELERİ.....	1.000.000.-US\$
4.	KABUK MODELİ.....	2.000.000.-US\$
5.	DEPREM ANI YER DEĞİŞTİRME, DEPREM SONRASI VE DEPREM ARASI DEFORMASYONLAR, JEODEZİK AĞLARIN BOZULMASI.....	4.100.000.-US\$
6.	DEPREMLERİN ÖNCEDEN BELİRLENMESİ.....	1.000.000.-US\$
7.	MİKRO-BÖLGELEME ÇALIŞMASI.....	2.000.000.-US\$
TOPLAM		<u>19.900.000.-US\$</u>