

# 17 Ağustos 1999 Gölotik-Arifiye Depremi ve Yerbilimleri

**17** Ağustos, 1999 Salı günü sabah saat 03.<sup>m</sup>de Merkez üssü Kocaeli (Gölcük) olan, Richter ölçeğine göre 7.4 büyüklüğünde çok yıkıcı bir depremi meydana gelmiştir. Deprem olduğu ilk gün derhal deprem bölgesine gidilmiş» depremi ve depremi oluşturan fay hattının tüm izleri henüz taze iken arazi çalışmalarını başlanmıştır. Bu yazı,, hepimizi yasa boğan bu büyük deprem felaketini yerbilimleri, yer hareketleri ve zemin dinamiği açısından inceleyi ve deprem ile oluşan hasarlar arasındaki ilişkileri araştırmayı ve irdelemeyi amaçlamaktadır.

## DEPREM BÖLGESİNE ULAŞIM VE ÇALIŞMA SÜRESİ

Deprem bölgesi ulaşımı ve çalışma 2 ayrı seferde gerçekleşmiştir,

İlk gidiş: 17-19 Ağustos 1999 tarihleri arası: Depremi bölgesine araştırma amaçlı ilk gidiş ve çalışma. Deprem haberinin duyulmasından hemen sonra (Depremi ilk günü) yapılmıştır. Ankara üzerinden Bolu\*ya ulaşmış, ancak buradan sonra depremin etkileri görülmeye başlanmıştır. Karayolunun hasarlı bulunması ve otobanın yaralı nakli ve acil ulaşım maksadı ile normal trafik akışına kapalı bulunması dolayısıyla, Düzce "den itibaren araçlara Akçakoca- Kandıra istikametine (Karadeniz kıyısı boyunca) yol verilmiş» bu hat boyunca kalabalık konvoy halinde gidiş dolayısıyla deprem merkezi Kocaeli'ne ancak 15 saat sonra ulaşılabilmiştir., Bu seyahat esnasında deprem bölgesinde özellikle Adapazarı ve Kocaeli yerleşim alanları ile fay hattının geçtiği yakın yörelere arazi incelemelerinde bulunulmuştur.

İkinci gidiş: 25-28 Ağustos 1999 tarihleri arası: Bu seyahat süresince bu rapor ile ilgili daha kapsamlı inceleme, araştırma faaliyetleri yapılmıştır. Bu gidişle ilgili çalışma süresi boyunca Bolu, Arifiye, Düzce, Adapazarı, Kocaeli, Gölcük dolaylarındaki depremden hasar gören yerleşim alanlarında ve fay hattının geçtiği arazi üzerinde araştırma ve incelemeler yapılmıştır.

## DEPREMLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Depremi nedeni ve yeri: Kuzeydoğu Marmara bölgesinde 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen deprem» Kuzey Anadolu fay kuşağının batı ucunun, yani Gölcük-Arifiye seçmeninin etkinlik kazanması ve bunun sonucunda önemli miktarda enerji ve sarsıntı açığa çıkmasıyla oluşmuştur. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi aletsel verilerine göre depremin ana merkez üssü izmit'in 11 km kadar güneybatısında bulunan Gölcük ilçesidir. Ancak 45 saniyelik deprem- süresi esnasında aynı fay hattı üzerinde, Arifiye bölgesinde ikinci bir deprem merkez üssünün de devreye girmiş olduğu konusunda kuvvetli jeolojik ve aletsel veriler vardır. Çünkü, aynı fay hattı üzerinde fakat özellikle birbirlerinden uzak mesafeli iki ayrı bölge arazisinde çok yüksek atımlar ölçülmüştür. Örneğin Arifiye bölgesindeki sağ yanal atım 4.55 m civarında; Gölcük'te ise 4.12 m civarındadır.. Bu iki bölge arasında ise, çoğu kez daha düşük fay atımları ölçülmektedir. Bu durum 45 saniye süren bu deprem' esnasında,, ilki Gölcük dolayları olan ana merkez üssünden başka, fay kuşağı üzerinde doğuda özellikle Arifiye bölgesinde bir

başka deprem merkez üssünün devreye girmiş ve işlemiş olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü, arazi gözlemlerindeki jeolojik ve makrosismik özellikler de bu durumu ' yansıtmaktadır

Depremi büyüklüğü: Depremi büyüklüğü, KAF kuşağı üzerindeki Gölcük-Arifiye segmenting kırılması sonucu ortaya çıkardığı ve etrafına yaydığı enerji miktarını belirtir. Buna göre, 17 Ağustos 1999 Gölcük-Arifiye depreminin aletsel büyüklüğü Richter ölçeğine göre, 7.4 dür,

Depremi oluşturduğu önemli yüzey deformasyonları: Depremi oluşturduğu en önemli yüzey deformasyonu Bolu ile Gölcük arasında yaklaşık 120 km lik arazi boyunca meydana getirdiği yüzey kırığıdır., Bu yüzey kırığı (segment), yeraltında 15 km derinliğe kadar uzanmaktadır. Bu segmentin, KAF deprem hattı boyunca çok uzun zamandan beri» yüksek enerjili bir birikimi alan« (sismik boşluk) olduğu» ve depremsellik yönünden risk taşıdığı ilgili jeoloji literatüründe ve sismik tarihte bilinmektedir. Yoğun yapılaşma ve nüfus projeksiyonuna sahip bu segment boyunca kırılmanın gerçekleşmesi, bölgede ağır hasar ve yüksek oranlı can kayıplarına neden olmuştur. Ortalama D-B gkfişli aktif yüzey kırığı çizgisel bir gidiş sunmakla birlikte, çoğu yerde doğudan batıya doğru, yer yer fay atlamaları yaparak devam etmektedir. Bu durumu benzer yapı tüm doğrultu atımlı faylarda son derece olağandır. Dolayısıyla» bölgedeki tüm depremi hasarlarının sadece tek bir çizgisel hat üzerinde sıralanmayıp, ana çizgi dışı yerlerde de deprem hasan görülmesinin nedenlerinden

birisi bu olağan fay atlamalarıdır. Maksimum kırılma aralığı Ârifiye-Gölcük arasında gerçekleşen bu deprem esnasında, ana fay uzanımı boyunca ortalama 40 millik sağ yanal ötelenme (doğrultu atım) meydana gelmiştir. Fay atımı farklı arazi kesimlerinde değişken olmakla birlikte maksimum yanal atım Arifiye bölgesindeki köy yolunda ölçülmüş ve by kesimde yaklaşık 4.55 m civarında sağ yanal atımı belirlenmiştir. Diğer yandan Gölcük içerisinde (Donanma Komutanlığı batı bahçe duvarı) fay zonundaki toplam sağ yanal atım ise 4.12 m olarak belirlenmiştir., Yanal atımın maksimum olduğu bu iki nokta arasında ise genellikle 1.20 ile 3.60 m arasında daha düşük değerli yanal kaymalar ölçülmektedir., Arazide yaklaşık 120 km boyunca aktif bir yüzey kırığı ve yarıkların oluşturduğu fay segment, doğrudan Gölük ilçesi Bolu dolaylarından başlar ve daha batıya doğru İzmit Körfezi civarında Değirmendere belde-sine kadar izlenir ve buradan itibaren denize girerek kaybolur. Deniz içerisindeki devamı konusunda henüz yeterli bilgi ettirilememiştir. Ancak» deprem kırılımı,, Değirmendere'de denize girdiği yerden itibaren kesilip birden sona eremeyeceği düşünüldüğünden ve deniz kıyısında yaptığı bazı hasarlardan, kırılım Değirmendere'den batıya doğru deniz içerisinde bir miktar daha (15-20 km civarında) devam etmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Depremi meydana getirdiği can kaybı ve hasar oranı: Deprem, Marmara bölgesinde başta Adapazarı, Kocaeli, Yalova, Bursa,, Zonguldak ve İstanbul gibi 7 ayrı ilimizde değişik oranlarda yıkım, ağır hasar ve ölümlere neden olmuştur. Diğer yandan bu deprem, Türkiye genelinde çok geniş alanlarda örneğin Ankara, Afyon,, Burdur, Antalya gibi birçok ilimizde de hissedilmiş ve bu

nedenle insanlarımızda korku ve paniğe neden olmuştur. By yazının hazırlandığı zamana kadar depremin üzerinden; iki aydan fazla bir süre geçmiştir.. Depremi meydana getirdiği hasar oranı ve kesin can kaybı sayısı henüz belirlenememiştir. Kayıp listelerindeki bir çok insanın Sse hayatını kaybetmiş oldukları ancak henüz kayıtlara geçirilmemiş oldukları sanılmaktadır. Kayıp vatandaşlarımızın bir kısmı,, henüz kesin can kaybı listelerinde yer almamaktadır.. Hasar tespiti ve can kaybı sayısının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar halen sürmektedir. Depremi bölgesinde yapılan inceleme ve gözlemlere göre» sağlam kalan bina oranının % 30 civarında bulunduğu; can kaybının ise 25 000 (yirmibeşbin)'den çok olduğu sanılmaktadır. Can kaybının yüksek olmasının bir diğer önemli nedeni depremin gece geç saatlerde olması, insanları evlerinde uyurken yakalaması ve Gölük» Yalova, Karamürsel gibi tatil beldelerinde ve yaz mevsiminde meydana gelmiş olmasıdır.

#### DEPREME NEDEN OLAN KUZEY ANADOLU FAYI VE DEPREMİ OLUŞTURAN MEKANİZMA

Ülkemiz dünyanın en önemli aktif kuşaklarından Alp-Himalaya dağ kuşağı üzerinde yer alan bir konuma sahiptir. Bu kuşak eski jeolojik, dönemler boyunca hareketli ve tektonik yönden aktif bir kuşaktır. Dolayısıyla bu kuşak üzerinde yer alan ülkemizde, Alp-Himalaya dağ kuşağının tektonik özelliklerini bünyesinde taşımaktadır. Ülkemizde çeşitli zamanlarda deprem üreten iki önemli kırık hattı vardır Bunlar;

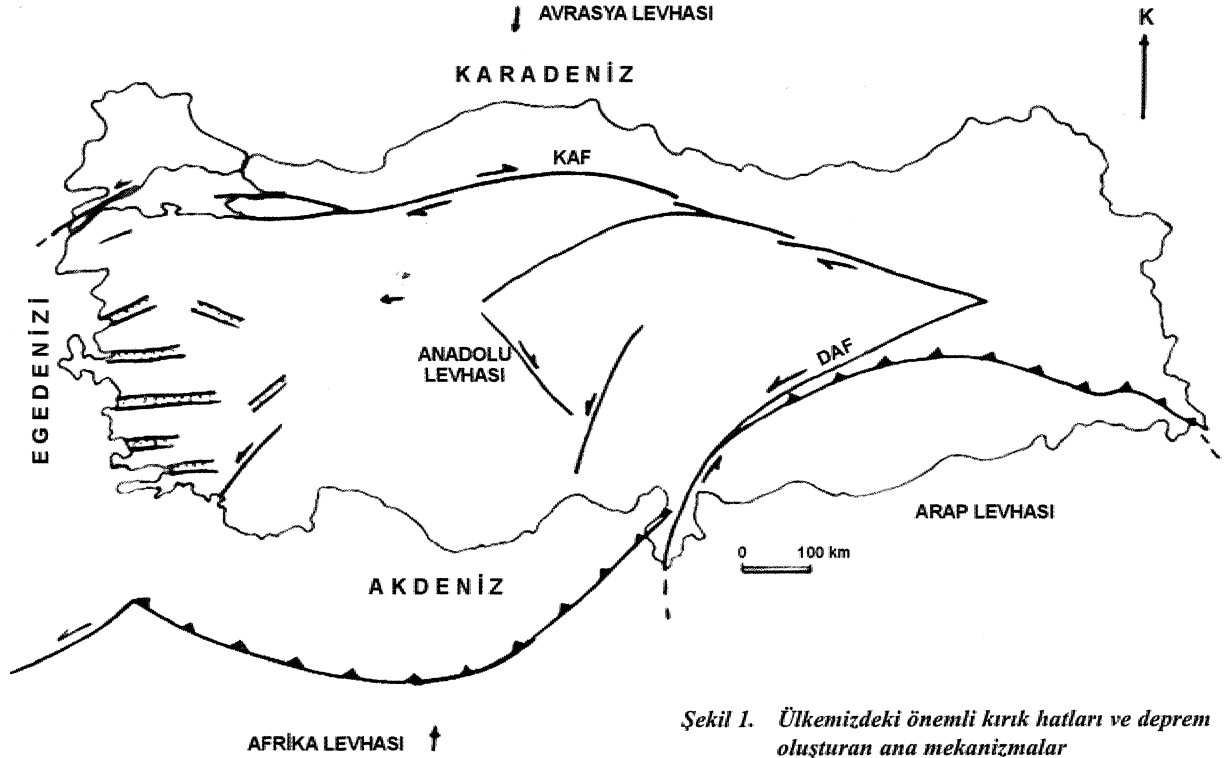
I. Kuzey Anadolu Fayı veya kısaca KAF

II. Doğu Anadolu Fayı veya kısaca DAF'dır.

Afrika-Arap kıtası ile kuzeydeki Avrupa-Asya (Avrasya) kıtası arasında

K-G sıkışma gerilmeleri altında bulunan ülkemizde, KAF ve DAF hatları boyunca biriken enerji zaman zaman, boşalarak, deprem olaylarına neden olmaktadır. Diğer yandan bölgede etkili olan K-G sıkışma gerilmeleri, bu iki ana fay hattı arasındaki bulunan Anadolu kara parçasını da değişik yerlerdeki segmentler boyunca batıya doğru kaydırmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde meydana gelen depremler bu hareketlerden kaynaklanmaktadır. 17 Ağustos 1999 depremi, Kuzey Anadolu fayının batı ucundaki Gölcük - Arifiye segmenting kırılması ve bu kırık hattının güneyindeki kara parçasının batıya doğru ortalama 4.00 m civarında kayması sonucu meydana gelmiştir. Kuzey Anadolu Fayı, esasında Biga yarımadası ve Marmara denizi çevresinden itibaren daha doğuya doğru uzanan ve Karadenize yaklaşık paralel bir şekilde Bollu, Gerede» Kargı» Reşadiye, Erzincan Karlıova, Varto ve Van gölü boyunca devam eden ve ülkemiz sınırları içerisinde yaklaşık 1.400 kilometre uzunlukta sağ yönlü bir doğrultu atımın faydır. Kuzey Anadolu fayı üzerinde yapılan çalışmalarda bu fayın tek bir kayma düzleminde ibaret olmadığı, yer yer 500-1000 m genişliğinde bir fay zonu durumunda bulunduğu ortaya konmuştur. Bu zonda kayaçlar parçalanmış, ezilmiş, yer yer soğuk ve sıcak su kaynakları çıkmış, su birikintileri vb, oluşmuştur.

Ülkemizin deprem haritalarının hazırlanmasında KAF'ın çok önemli bir yeri vardır. Yer yer 40 km'ye ulaşan depremsellik etki alanlı genişliği olan. KAF,, çok sayıda segmentlerden oluşmaktadır, Son deprem:» KAF'ın Gölcük-Ârifiye segmenting kırılmasıyla meydana gelmiştir. KAF'ın bütün parçalarında sağ yönlü kayma, hareketleri hakim olmuş, aynı zamanda fakat daha küçük ölçeklerde düşey hareketler



Şekil 1. Ülkemizdeki önemli kırık hatları ve deprem oluşturan ana mekanizmalar

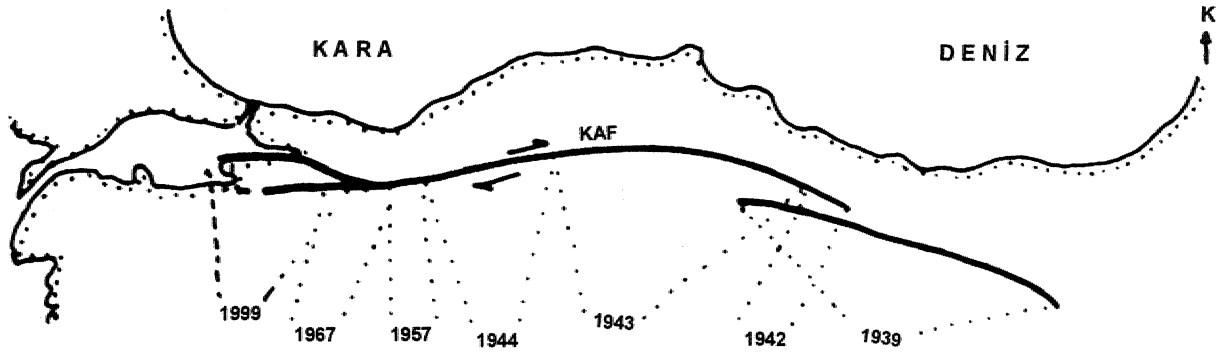
de kendini göstermiştir KAF zonu boyunca depremler esnasında ölçülen yatay kayma miktarı 1.5 ile 4.5 m. civarında değişmektedir. Düşey kaymalar ise 0.40 ile 1 m. arasında değişmektedir. KAF zonunda depremler esnasında oluşan hareketin sağ yönlü oluşu, depremlerden sonra gözlenen yol ve duvarların bu yönde yer değiştirmeleri, fay hattının kestiği yerlerdeki sağ yönlü ötelenmelerden (kaymalardan) faydalanarak ortaya konmaktadır. KAF boyunca sağ yanal kayma, Pliyosen başlarından itibaren daha etkin ve belirgin olmaya başlamıştır. Fayın sağ yanal atımlı olduğu ilk kez Ketin, 1948 tarafından belirtilmiştir. Bugüne değin yapılan çalışmalarda KAF boyunca meydana gelen toplam atım miktarı, değişik bilim adamlarınca ve farklı yerlerde yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Fayın atımı bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Ancak 4 milyon yıl önceki oluşumundan günümüze değin Kuzey Anadolu Fayının yanal uzanımı

boyunca toplam yer değiştirme miktarı ortalama bir değerle 40 km kadardır, Kayma miktarı için ortalama yıllık değerler vermek gerekirse, KAFın keserek geçtiği değişik bölgelerde, bir yıldaki kayma miktarları ortalama bir değerle 0.4 cm ile 2 cm arasında değişmektedir. Bu değerler yaklaşık olup, kayma miktarı batıda göreceli daha fazladır. Bu demektir ki KAF, ortalama 1000 yılda en fazla 20 m. lik sağ yanal atım yapmaktadır. 1.000 yıllık periyotta 20 m lik atım yapan KAF üzerinde Gölcük-Arifiye boyunca 45 saniye içerisinde yaklaşık 4.0 m civarında dev sağ yanal atım meydana gelmesi ve büyüklüğü bu bakımdan çok önemlidir,

Kuzey Anadolu Fayı ülkemizde deprem üreten önemli bir kırık hatıdır. Bu fay boyunca değişik dönemlerde bir çok deprem olayı yaşanmıştır KAF boyunca Anadolu levhasının kuzeydeki Karadeniz kara parçasına nazaran, batıya doğru hareket etmesi, bu kırık hattı üzerinde bulunan depremlerin de

batıya doğru göç etmesine neden olmaktadır, Ketin» 1948, Kuzey Anadolu'da oluşan depremlerin,, KAFın sağ yanal hareketi sonucu meydana geldiğini öne sürmüştü ve bu fay boyunca Anadolu levhasının batıya doğru hareket ettiğini işaret etmiştir.,

KAF ve DAF hatlarının oluşumu ve etkinliklerinden sonra, genelde tüm jeolojik dönemler boyunca depremlerin doğudan batıya doğru taşındığını görmekteyiz. Eskiden başlayan bu özellik günümüzde de benzer şekillerde sürmektedir. Bunun nedeni» K-G yönlü sıkışmadan kaynaklanan gerilmelerin KAF ve DAF boyunca sürekli olarak batıya aktarılması işlemidir. Ülkemizde önemli hasar yapmış olan 1939 Erzincan depreminden itibaren 17 Ağustos Gölcük-Arifiye depremine kadar meydana gelmiş son 7 ayrı depremi incelediğimizde, KAF boyunca oluşan depremlerde batıya doğru bu göç olayı yine izlenir, KAF boyunca doğudan batıya doğru olan bu depremi göçü ilk kez 1944 yılında



**Şekil 2. 1939 Büyük Erzincan depreminden günümüze kadar, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde oluşan ve sürekli doğudan batıya doğru göç eden önemli depremlerin yaklaşık yerlerini gösterir sadeleştirilmiş harita**

dikkati çefgnıştir, Son deprem de bu göçüm halen devam ettiğini göstermektedir. Can kaybı ve hasar'yaratan büyük depremler arasında bunun tek istisnası 1992 Erzincan depremidir. KAF boyunca doğudan, batıya doğru göç eden ve büyüklüğü 7.0 ve üstü olan bu büyük depremler, oluşum tarihlerine göre aşağıda sıralanmıştır.

- 1939 Erzincan Depremi
- 1942 Erbaa-Niksar depremi
- 1943 Tosya İlgaz depremi
- 1944 Bolu-Gerede depremi
- 1957 Bolu-Abant depremi
- 1967 Mudurnu depremi
- 1999 Gölcük-Arifiye depremi
- ?

Büyüklüğü 7 civarında olan bu depremlerde sıralanışın yerbilimleri ve depremsellik açısından anlamı, bir önceki oluşan depremin» KAF üzerinde doğudan batıya doğru bir sonraki oluşacak olan depreme yoğun gerilme aktarması yapmasıdır.

#### DEPREM BÖLGESİNDE YAPILAN ARAŞTIRMA VE GÖZLEMLER

Depremin ilk gününden itibaren henüz deprem etkileri ve arazi verileri taze iken» deprem bölgesinde araştırma ve incelemelere başlanmıştır.

öncelikle depremin oluştuğu Bolu ile Yalova arasındaki bölge, tüm kırık hattı boyunca incelemeye alınmıştır. Bu incelemede, depremi oluşturan aktif ymey kırığının (ana kırık hattının) sağ yanal doğrultu atımlı olduğu ve fay gidişi boyunca maksimum kırılma aralığının, Gölcük ile Arifiye arasındaki bölgede en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Arazideki en yüksek yanal atımlar, Gölcük'te 4.12 m» Arifiye bölgesinde ise 4.55 m. olarak belirlenmiştir.

Fayın sağ yanal hareketi, fay çizgisinin ozanımı boyunca kestiği yol, demiryolu, bahçe duvarları, elektrik-telefon hatları vb nin, fay çizgiselliği boyunca, sağ yönlü ötelenip kaydırılmasından anlaşılmıştır. Belirtilen fay hattı boyunca arazi ölçümleri yapılmış\* fayın kestiği yo! ve bahçe duvarlarını ortalama 4.0 m civarında sağ yana! yönde kaydırıp ötelediği belirlenmiştir. Fayın karakteristik özeliği olanı sağ yanal hareketi dolayısıyla, fayın güneyindeki blok da batıya doğru ortalama 4.0 m lik bir kayma hareketi (doğrultu atım) yapmıştır. Fayın yüzeyde oluşturduğu doğrultul atımı, net olarak Arifiye civarında kesip\*\*\* geçtiği yol ve demiryolu hatları ile daha batıda özellikle Gölcük Donanma Komutanlığı batısındaki bahçe duvarı ile diğer komşu evlerin duvar-

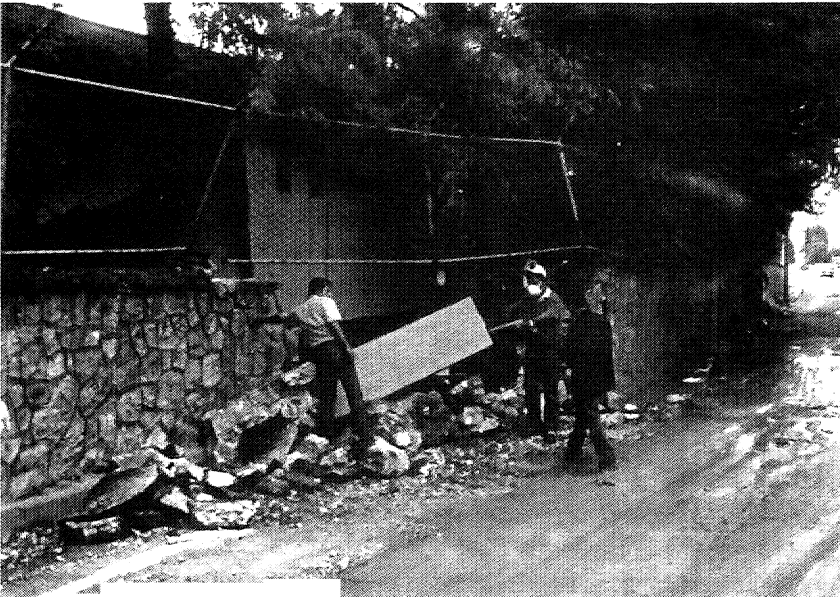
larının ayırdımından ölçülmüştür. Diğer yörelerde ise, genelde daha az olmakla birlikte benzer ölçümler teyidi edilmiştir, örneğin Kullar beldesinde yol ve kaldırımların ötelenmesi ile Aşağı Yuvacık köyünden geçen dere duvarının ötelenmesi gibi. Bu kaymanın şiddeti ile Botu ile Yalova arasındaki kırık hattı boyunca kilometrelerce uzunlukta yaklaşık doğu-batı istikametli olmak üzere arazide çizgisel yarılmalar ve kabarmalar meydana gelmiş ve bu çizgisel fay hattının arazi takibi yapılmıştır. Bu yarıklar boyunca ortalama 0.54 m civarında açılmalar ve toprakta kabarmalar meydana gelmiştir Fay hattından kuzeye ve güneye doğru yaklaşık 1'er kmJik genişlikteki koridor» etkin fay zonu olarak belirlenmiş, bu zon boyunca binalarda ve yerleşim alanlarındaki hasar oranının yaklaşık .% 70-90 dolayında olduğu görülmüştür. Fay çizgisinin tam üzerinde bulunan binalar ise tamamen yerle bir olmuş», binalar tanınmaz hale gelmiş, bu tür yerlerdeki maddi hasarın ve can kayıplarının ise çok büyük boyutlara ulaştığı görülmüştür. Aşağıdaki bölümlerde deprem bölgesinde yerinde yapılan bazı inceleme ve arazi gözlemleri sonuçları belirtilmiştir.

Gölcük çevresi incelemeleri: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli

Rasathanesi aletsel verilerine göre depremin merkez üssü Gölcük ilçesidir. Gölcük ilçesinde yapılan gözlemler, depremin şiddetini ve oluşturduğu hasarı net bir şekilde gözler önüne sermektedir. Gölcük'te jeolojik ve tektonik anlamda dikkati çeken en önemli olay, deniz kenarındaki kara parçaları üzerinde aktif ana yüzey kırığından denize doğru basamak basamak alçalma olaylarıdır. Gölcükte fay etkisiyle sahil kesiminde yarılma ve denize doğru kara parçasının çekilme olayı meydana gelmiştir. Bu durum, yerbilimi ve gerilme tektoniği açısından karakteristik bir özellik yansıtmaktadır. Çünkü Gölcük'ten itibaren fay denize girip kaybolmaktadır. Ancak deniz kenarındaki kara parçasında, denize doğru giderek alçalma, ve 2-3 metrelik sık aralıklarla 30'ar cm'lik düşümlerin meydana gelmesi, fayın geçtiği bu yöreden itibaren denize doğru» kademeli normal fayların geliştiğini göstermektedir. Bu durum Gölcük ve deniz cephesi için ilginçtir, Çünkü KAF'nın karadaki uzanımı boyunca, bu tür kademeli normal faylanmaların sürekli olarak sergilendiği alanlar yoktur. Gölcük yöresinden

geçen fay çizgisinden denize doğru, gerilme tektoniğinin egemen olmaya başladığı görülmektedir. Doğru atımlı fay bölgelerinde, bu tür normal fay yapılarının meydana gelebilmesi için ana fay atlama olması ve bir kolda taşınan doğru atım kuvvetinin diğer kola kopyalanması ile mümkündür. Bu durum ise Marmara denizi içerisindeki bir kısmı normal fay mekanizmalarının muhtemelen işlemiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu ise, Gölcük sonrası Marmara denizi içerisinde doğru atım mekanizmasında işleyen pull-apart (çek-ayır) gerilme tektoniğine bağlı çökme-çukurlaşma olması ve olası deprem mekanizması hakkında bir fikir vermektedir. Bu konu bir başka makale konusu olduğundan burada ayrıntısına girilmeyecektir. Deprem, aynı zamanda Gölcük bölgesinde çok sayıda yüzey deformasyonuna da neden olmuştur. Denize doğru olan normal fay aktivitesi sonucu» Gölcük feneri (sığılık feneri) denize doğru 1 m civarında kaymıştır. Fay çizgisi boyunca arazide 0.5 ile 1 m'ye varan açıklıklar ve yarılmalar meydana gelmiştir. Arazi üzerinde ana fay hattının 6-10 m yakınlarında olmak

üzere ana faya paralel kırılmalar meydana geldiği tespit edilmiştir. Fayın atımı, Gölcük ilçesinde net bir şekilde görülebilmekte ve ölçülebilmektedir. Gölcük şehir stadyumu duvarında 1.36 m'lik sağ yanal ötelenme ölçülmüştür. Depremin oluşturduğu hasar Gölcük ve yakın civarında çok yüksektir. Depremin olduğu kırık hattının jeolojik ve tektonik özellikleri, Gölcük Donanma Komutanlığı bahçesinin batı bahçe duvarı ve civarındaki yerleşim alanlarında net bir şekilde görülmektedir. Fay hattının kesip geçtiği Gölcük Donanma Komutanlığının batısını sınırlayan bahçe duvarında fayın izi ve yapısal özellikleri incelenmiştir. Bu kesimdeki ana fay hattı, denizden itibaren Gölcük içerisine doğru yaklaşık 85 m den geçmektedir. Bu faydaki kayma sağ yönlü bir şekilde gerçekleşmiştir ve bu fay zonunda, fayın sağ yönlü toplam doğru atımı net 4,12 m olarak ölçülmüştür (2.92 m + 1.20 m). Bu fayın daha batıya doğru uzanımı: takip edilmiş, denize inen yolda aynı atım gözlenmiştir. Hatta fayın buradaki yüksek atımı dolayısıyla, bu yolun batısındaki kaldırım 4 m civarında batıya (sağ yönlü) kaymıştır. Ayrıca, bu kesimde, kaldırım ve apartmanların da sağ yönlü ötelenmesi dolayısıyla, deprem öncesi kaldırım ve binaların kuzey-güney istikamette düzenli sıralanışı, depremde göze batacak bir şekilde sağ yanal harekete maruz kalmıştır. Ancak daha önceden de belirttiğimiz üzere fay hattı genel olarak tek bir çizgisel hat olmakla beraber, bazı kesimlerde ana faya paralel yan kırıklar da meydana gelmekte ve bu kırıklar üzerinde de fay atımı gerçekleşmektedir. Örneğin. ana faydan yaklaşık 6-7 m denize doğru oluşmuş bir yan kırık hattı üzerinde de bahçe duvarının net 1.20 m'lik bir sağ yönlü atıma sahip olduğu ölçülmüştür.



Gölcük 'te, Jay tarafından kesilip 2.92 m sağ yanal ötelenen bahçe duvarı

Değirmendere Beldesi incelemeleri: Deprem etkileri bu beldede de yüksek oranda tahribat yapmıştır. Belde sahilinde, Değirmendere Belediye binası ve Polis karakolunun alt tarafındaki deniz kıyısı bölgesinde, depremden önce denizden kazanılarak taşıma toprak ve molozla doldurulmuş olan yapay zeminin yaklaşık 100 imlik, bir kısmı, deprem sonrasında deniz içinde kaybolmuş, yani deniz,, bu dolgu kararı yutmuştur. Gölcük ilçesi şahinde meydana gelen» kıyadaki alçalma ve denize doğru düşümler, Değirmendere beldesinde de izlenmiştir. Bu yöredeki kara parçasının denize doğru çekilmesi olayı, Gölcük'teki benzer mekanizma dolayısıyladır. Değirmendere "de sahile yakın olan arazi üzerindeki düşüm ve denize doğru kaymalar, KAF'ın bu kesime normal gerilme,, aktarması yapması ve bunun etkisiyle de bu beldenin Marmara denizine doğru olan kesiminde deniz içerisinde eğim atımlı fay morfolojisinin işlemiş olabileceğini düşündürmektedir. Değirmendere beldesinde yapılan incelemelerde depremin bu bölgede çok büyük hasarlara neden olduğu gözlenmiştir., Değirmendere Polis Karakolundan denize doğru olan kesimde bulunan otel ve 2 çay bahçesinin deniz içerisine 75-100 m kayarak yok olduğu ve deprem esnasında yöre sakinleri tarafından,, denizden kuvveti bir sarı jirik çıktığı belirtilmiştir 75 m ileride bulunan vapur iskelesinde duran vapur, oluşan şiddetli dalgalar etkisiyle halat koparmış ve bu küçük vapur 500 m denize doğru bir kesimde alabora olarak batmıştır. Değirmendere sahil sol kesiminde evlerin önünde 15-20 m genişlikti park kayarak denizin içerisine çekilmiştir ve ayrıca Değirmendere oteli denizin içerisine kaymış vaziyettedir.. Gözlemlerin dışındaki bazı mahalli bilgiler, belde sakinlerinden alınmıştır. Belde sakinlerinden

bir kısmı» deprem esnasında denizde bulunan Deniz İşletmeleri vapur kaptanları ile daha sonradan konuşmalarını ve kendilerine» denizdeki dalgaların boyunun 12 nfyeye ulaştığını söylediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca kaptanların dalga yüksekliği dolayısıyla, Çınarlık sahilinde bulunan yüksek çınar ağaçlarını göremediklerini veya en tepesini görebildiklerini belirtmişlerdir., Çınarlık sahili, deniz içerisine doğru dil şeklinde bir kara parçası üzerinde bulunur. Sahile çok yakın geçen D-B gidişli fay, bu dolgu kara dilini tahrip ederek bir kısmını deniz içerisine almıştır. Halbuki daha batısında yer alan Kuruçeşme sahili ise geniş açılı bir koy şeklindedir, Fay hattı koyun önünden geçtiği için Kuruçeşme sahilinde fazla hasara neden olmamıştır., Kuruçeşme sahilinde sadece 2 veya 3 binada yıkılma gözlenmiş olup, Bu yıkılmaların ise inşaat ve müteahhit hatasından veya sarsıntının yersel etkisinden kaynaklanmış olabileceği sanılmaktadır. Bu Kuruçeşme sahilinin de daha batı kesiminde (Yalova istikametine doğru), deniz içerisine doğru olan karasal taşı dili mevcuttur. Halidere ve Ulaşlıs beldeleri bu kesimlerde yer alır. Karanın deniz içerisine sokulduğu bu tür kıyı dillerinde de, fay hareketi etkili olmuş ve yıkımlar yapmıştır, Örnek Halidere mevki., Çünkü depremi oluşturan fay hattı deniz kenarına çoğu yerde paralel-teğettir. Gölcük- Değirmendere-Yalova hattı boyunca Marmara denizinin güney kıyılarının büyük bir kısmı fay denetiminde geliştiğinden, fay hattı gidişine rastlayan kıyı-kara kesimlerinde çökme, denize doğru kara düşümü ve deprem hasarları yüksek olmuştur.

Kullar Beldesi incelemele~  
• ri: İzmit-Gölcük yolu üzerinde İzmit körfezinden batıya doğru olan bölge incelenmiştir. Bu kesimlerde fay etki-

sinin yoğun gözlendiği Kullar beldesi civarında arazi ve yerleşim alanları incelemesi yapılmıştır. Depreme neden olan aktif kırığın Kullar beldesi içerisinden boylu boyunca geçtiği gözlenmiş, fay çizgiselliği üzerinde binaların tamamen yıkık,, ve yakınındaki fay zonu boyunca binaların büyük çoğunluğunda önemli hasarların meydana geldiği görülmüştür. Zon dışındaki hasarlı binaların ise sarsıntıdan etkilene, kirleş ve kolon kırılması,, zemin ve yapı hatalarından kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Kocaeli Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu'na giden yol üzerinde yer yer doğal tümsekler oluşmuştur. Yolu faya yakın kesimlerindeki binalarda çok hasar var. Yollarda parke taşlar oynama ve kabarmalar yapmış vaziyettedir. Bu kesimlerde yer alan Yaylacık mahallesinin Yarışalanı Caddesi'nde yarıklar oluşmuştur.. Yaylacık Mahallesi'nde fayın atımı 3,5 m civarında ölçülmüştür., Fayın gidişi istikametindeki yeni yapılmış (5 yıllık) tüm binaların tamamen yıkılmış olduğu görülmüştür. Bu bölgeden geçen ana fayın batı uzantısı boyunca özellikle tarla, bahçe ve otlak alanlarda fayın arazi takibi yapılmıştır. Kilometrelerce takibi yapılan yarık (ana fay hattı) 1/25 000 ölçekli topoğrafik harita üzerine işlenmiştir. Fayın genel olarak D-B doğrultusunda ve yarığın yüzey derinliğinin 1m civarında olduğu ölçülmüştür. Kullar fayının geçtiği yörede D-B gidişli bir vadi bulunmaktadır. Bu vadinin genişliği bir tepeden diğer tepeye 1 km kadardır. Bu vadi fay tarafından oluşturulmuş bir jeomorfolojik yapıdır. Daha batıya doğru 2 km kadar gidilerek, bu vadi içerisinde fayın çizgisel - gidişi arazide gözlemlenmiştir. Fayın geçtiği yerlerde binalar tamamen yıkılmış bir vaziyettedir. (Önemli not Fayın geçtiği ve fayın oluşturduğu bu vadi içerisinde hiçbir şekilde bina yapılmamalı. Çünkü hepsi yıkılmış,

Aksine vadinin dışında ve sırtlardaki evlerde hiçbir hasar yoktur veya çok azdır). Bu vadi, KAF denetiminde gelişmiş bir paleo-vadidir. Muhtemelen eskiden borayı oluşturan kırk hattı bu depremde yeniden aktif hale gelmiş durumdadır, Çünkü köy sakinleri BOSS sene öncesinde oluşan depremlerde bu vadi içerisinde benzer yarımalardan bahsetmektedirler. Aşağı Yuvacık köyünde fay zonu ve çevresinde binalarda çok hasar vardır, fayın oluşturduğu vadi yukarılarında, dağda veya vadi sırtlarında ise hasar azdır. Depremi Kocaeli Üniversitesi merkez kampüsündeki binalarda büyük hasarlar meydana getirmiştir. Ama kırk hattının çok yakınından geçtiği kampus çevresinde özellikle zeminin kum, çakıl, kil gibi sıkışmamış, gevşek malzemelerden oluşması ve yeraltı su seviyesinin yüksek oluşu dolayısıyla binaların önemli kısmı hasarlıdır. Özellikle İdari Bilimler Fakültesi yıkılmış,, kullanılamaz ve onarılamaz haldedir

**Aşağı Yuvacık Civan Gözlemleri:** Aşağı Yuvacık köyü çevresinde arazi ve yerleşim alanı incelemelerinde, ana fay çizgisinin DB istikametinde olmak üzere 10-50 m aralıklı olmak üzere bir diğerine atladığı izlenmiştir. Bu bölgede ana kırk hattının her iki yanında çok sayıda kırılmalar ve çatlaklar meydana gelmiştir, Genel olarak Aşağı Yuvacık köyü çevresinde 1-3 katlı binalarda hasar ya yok veya çok az iken, yıkılmaların daha çok 3'den fazla katlı binalarda olduğu görülmektedir. İlköğretim okulu,, 4-5 m genişlikli fay kırığının tam üzerinde bulunduğundan yerle bir olmuş ve fay hattında bir çöküntü meydana gelmiştir.,

**Adapazarı Civan İncelemeleri:** Depremin yıkıcı etkilerinin en iyi gözlenebildiği yerleşim alanlarından birisi, Adapazarı ve dolaylarıdır.



*Aşağı Yuvacık Beldesi'nde, fay tarafından kesilip ötelenen dere duvarı*



*Aşağı Yuvacık Beldesi'nde, fay zonu üzerindeki ilköğretim okulunda hasar*

Ana fay hattının geçtiği gerek Adapazarı merkezinde ve gerekse arazide önemli yırtılmalar ve ötelenmeler meydana gelmiştir. Bu bölgede KAPın fay atlamaları yaptığı görülmektedir İzmıt Arifiye demiryolu üzerinde fay ötelenmesi yaklaşık 2.8 m. dolayındadır, Fayın geçtiği yerleşim alanlarında önemli tahribat gözlenmiştir, Arifiye otoyolunda Toyota fabrikasının güneyindeki üst geçitte 3.60 m lık sağ yanal atım ölçülmüştür. Burada fayın

kuzey bloğunun aynı zamanda 2 m'lik bir düşey atımı vardır, Aşağı Kirazca - Arifiye arasındaki patika yolda yaklaşık 3.55 - 4.55 m'lik sağ yanal ötelenmeler ölçülmüştür. Anifiye Ağaç kaplaması atelyesi kenarlarındaki demir çit üzerinde ve fayın tek bir çizgisi boyunca net 4,33m'lik, çok yüksek bir sağ yanal atım belirlenmiştir., Arazi incelemelerinden sonra Adapazarı merkezî kuzey kesimindeki yerleşim alanlarına gidilmiş, DB uzanımh fay



*Adapazarı'nda, sulu ve gevşek zemin üzerindeki bina hasarları*

kuşağının Adapazarı civarında yer yer fay atlaması yaparak devam ettiği görülmüştür. Sakarya Devlet Hastanesi yanından D-B istikametinde uzanan ve caddeyi kesen ve uzanıp giden bir yank (fay hattı) gözlenmiştir. Belirtilen asfalttaki bu fay hattı boyunca 10 m genişlikli ve 50 cm derinlikli bir çöküntü oluşmuştur. Bu fay hattının çok yakın çevresinde ve kuzeyinde deprem hasarının çok büyük boyutlara ulaştığı tespit edilmiştir, Eski yerleşimi alanları bu fayın kuzeyinde olduğu için, biraz daha kuzeye gidilmiş, bu kesimlerde tüm binalarda hasar oranının %80-90 dolayında olduğu görülmüştür. Belirtilen kesimdeki Adnan Menderes caddesi boyunca ve çevresinde incelemeler yapılmış, cadde boyunca depremin çok büyük yıkımlara neden olduğu gözlenmiştir. Ancak yüksek oranda hasar gören bina ve yapıların yakınındaki yüksek, tepelik kesimler üzerinde bulunan tüm bina ve yapılar da hiçbir hasar görülmeyince, arazinin jeolojik, ve zemin yapısı incelenmiştir., Bu kesimlerde arazinin, hasar gören diğer bina tabanlarındaki gibi alüvyon zemin olmadığı, jeolojik temel kaya olduğu (muhtemelen fliş), bu nedenle



*Akyazı Beidesi'nde, iki komşu binanın zemin koşullarına bağlı ayrı yönlerde yatması*

de temel kaya üzerinde bulunan binaların deprem hasarından korunabilirdiği bizzat arazide görülmüştür,

**Akyazı beldesi incelemeleri:** Adapazarı incelemesinden sonra, Adapazarı&olu karayolu istikametinde Hendek ilçesine doğru gidilmiş, yol kenarlarında ve çevrede arazi ve yerleşim alanları incelemesi 've gözlemleri yapılmıştır. Bölge sakinleri ile yapılan görüşmelerde arazi kırık-

ların ve yarılmalarının Akyazı beldesi civarında yoğun olarak olduğu bilgileri üzerine, Hendek ilçesine yaklaşık 10 km kala, güneye doğru 7 km kadar gidilerek Akyazı, beldesinde incelemelere başlanmıştır. Belde girişinde bulunan BP benzin istasyonuna 50 m kala, sol taraftaki tali yola girilmiş, bu tali yol boyunca D-B istikametinde uzanan kırık ve kabarma hatları izlenerek haritaya işlenmiştir. Fayın geçtiği hat boyunca yollarda ve binalarda yoğun hasarlar meydana gelmiştir.

#### 5. 17 AĞUSTOS 1999 DEPREMİNDE HASAR VE CAN KAYBINI ARTIRAN NEDENLER

Bu depremdeki can kaybı ve maddi hasarın bu denli yüksek olmasının en önemli nedenleri hakkında, çok kısa da olsa aşağıda bazı bilgiler verilecektir.

1. Aktif Fay Zonyı: Aktif fay hattı önceden bilinmesine karşılık bu hat boyunca yoğun yapılaşma ve yük-



sek nüfus potansiyeli hasar ve can kaybını artırmıştır. Fay zonundan uzaklaştıkça özellikle yamaçlarda ve dağ eteklerinde hasarın olmadığı veya çok az olduğu görülmektedir. Bu durum, kent ve bölge planlamasında, sanayi, yapılaşma ve konut alanlarının aktif fay hattı üzerinde kurulmasının sakıncaların» acı bir şekilde bize göstermiştir.

Deprem esnasında, bu tür zeminlerin binalarda depremi büyütmesi yapması için, inşaat ve binaların temel kaya ve sağlam zeminlerde yapılması gereği acı ve üzücü bir şekilde tekrar karşımıza çıkmıştır.

3- Yapım hataları: Bölge 1. derece deprem bölgesi sınırları dahilindedir. Üstelik,, buradaki fay kuşağının, potansiyel tehlike oluştura-

cak şekilde, enerji birikim alanı olduğu, ilgili literatür çalışmalarında sürekli olarak belirtilegelmektedir. Hal böyleyken ve deprem yönetmeliklerine uyulması zorunlu iken, depremdaki ağır hasar ve yüksek oranlı can kayıplarının önemli bir bölümü de,, yapım hataları, zemin şartlarına uymayan yanlış temel tasarımları, kötü işçilik ve inşaatlarda kullanılan yapı malzemesi hataları ve çürüklüğünden kaynaklanmaktadır. Kocaeli merkezinde deprem yönetmeliklerine uygun olarak yapılmış binalarda hasar ve can kaybı yoktur veya çok azdır. Örneğin Kocaeli merkezi, Yahya Kaptan siteleri veya Akarca konutları vb gibi Yapı hataları konusunda yoğun bilgi birikimimize rağmen ve üstelik deprem bölgesinde çok fazla sayıdaki tespitlerimize rağmen, bu konuların ayrı mühendislik disiplinlerinin işi ve uzmanlık alanı olduğuna inancımız ve bu alanlara üniversiteler saygımız ve bu konulardaki yapım hata ve kusurlarının ilgili uzmanlar tarafından belirlenmesi gereği ve tekrar ettirilmeyeceğine inancımız nedeniyle burada bunlara değinilmeyecektir. Diğer yandan çalışma alanları ve uzmanlıklar konusunda



*Depremın ikinci günü İzmit'te» enkaz altındaki canlı insan/ara ulaşma çabaları*

2. Sulu alüvyon zemin: Bolu-Yalova arasında fay zonu ve yakın çevresi, son derece yumuşak ve gevşek tutturulmuş kil, kum ve çakıl depolarından ve alüvyon zeminden oluşmuştur. Bu tür zeminler mevcut deprem şiddetini birkaç misli artıracak olumsuz özelliklere sahiptir. Üstelik tüm fay hattı boyunca yeraltı su seviyesi çok yüksektir. Çoğu yerde yeraltı su seviyesi» yüzeyden itibaren 05-1 m derinlikte bulunmaktadır., Hem gevşek ve hem de yer altı su seviyesi yüksek bulunan zeminler, normal şartlarda dahi tehlikeli ve yüksek yapılaşmaya uygun değilken, deprem esnasında yöredeki bu tür zemin "zemin sıvılaşması" meydana getirerek hasarı çok büyük boyutlara ulaştırmıştır.



*İzmit'te, jeolojik eirimler üzerinde çok katlı inşa edilmiş binalardaki kasarsızlık*

aynı duyarlılığın bu depremden sonra diğer bilim dalları tarafından yerbilimleri için de gösterileceğine inanmaktayız.

## 6. DEPREM BÖLGESİNDE DEPREM SONRASI YAPILACAK BAZI İŞLER

1. Başbakanlığımız veya ilgili bakanlığlarımız koordinasyonunda yapılacak toplantılarda yine ilgili Valilikler» Üniversite bilim adamları, Meslek Odaları ve Tübitak organizasyonu ile olmak üzere, depremi bölgesi yerbilimleri açısından mutlaka ele alınmalı, gerekli çalışmalar ve tedbirler kısa sürede sonuçlandırılmalıdır.

2. Adapazarı, Gölcük gibi depremden yüksek oranda etkilenmiş yerleşim alanları, tekrar aynı yerlerde ve aynı şartlarda yerleşime açılmamalıdır. Yeni yerleşime açılacak alanlarda mevcut zemin şartlarına ve yeraltı jeolojik yapısına çok dikkat edilmelidir.

3. Depremden büyük oranda hasar gören bina ve yerleşim alanlarının büyük bir kısmında yeraltı su seviyesi yüksektir. Bazı kesimlerde su seviyesi yüzeyde, bazı kesimlerde ise yüzeyden 0,5 ile 1 m derinliktedir. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerler yerleşime açılmamalıdır.

4. Deprem bölgesinin yeraltı jeolojik yapısı yeniden revize edilerek ve yersel yapılmış tüm çalışmalar aynı jeolojik ve haritada birleştirilerek, yeni yerleşim alanı belirlenmesi konusunda değerlendirmeye alınmalıdır. Bunun için bölgenin 1/5000 lik ve 1/1000 lik veya daha detay jeolojik haritaları, enine ve dikine jeolojik kesitleri, mühendislik jeolojisi haritaları hazırlanmalıdır. Bundan sonraki muhtemel depremlerde deprem şiddetini artıracak yönde rol oynayan son derece gevşek tutturulmuş, kil, kum, çakıl depoları üzerine veya alüvyon zemin üzerine yerleşim alanı kurulmasına

veya yüksek katlı bina yapımına müsaade edilmemelidir. Ayrıca depreme neden olan aktif fay hattının jeolojik haritalaması yapılmalıdır, fay çizgiselliğini her iki yarandaki deprem sarsıntısına yüksek oranda hassas olan fay zonu koridoru belirlenmeli, bu zon içerisinde yerleşim alanı açılmasına ve yüksek katlı konut yapımına müsaade edilmemelidir.

4. Bölgedeki sanayi kuruluşları aynı zamanda birer milli servettir. Bölgede yer alan çeşitli sanayi kuruluşları ve fabrikaların büyük bir kısmı depremden etkilenmiş ve yüksek oranda "hasara uğramışlardır. Zemin şartları uygun olmayıp ve aktif fay zonu içerisindeki fabrikalar için yeni sanayi bölgeleri belirlenmeli ve bu tesislerin belirlenen uygun yerlere taşınması mutlaka sağlanmalıdır.

5. Deprem bölgesinde kırılmanın Gölcük-Arifiye seğmeni boyunca gerçekleşmesi dolayısıyla, aynı segment üzerinde nispeten büyük oranlı bir deprem beklenmemektedir. Ancak KAF'nin doğal uzanımı olan ve izmit Körfezi içerisinde güney kolu temsil eden bu kırık hattı boyunca boşalan enerjinin önemli bir kısmı kuzey kola aktarılmıştır. Depremlerini tarihsel göçü ve enerjinin kuzey kola aktarılmış olması medeniyetle depremsellik riski açısından Marmara Denizi içerisindeki kırık hatlarının durumlarının araştırılması ve buna göre alınacak tedbirlerin açıklanması önemlilik arz etmektedir.

## 7. ÜLKEMİZDE OLASI DEPREMLERE KARŞI ALINABİLECEK BAZI ÖNLENİLER

1. Ülkemizin % 95 gibi neredeyse tamamına yakın bir bölümü değişik dereceli deprem bölgeleri kapsamında bulunur. Deprem olayı jeolojik nedenlere dayanır. Bunun da özünde

fay hareketleri ve levha tektoniği vardır. Ülkemiz üzerinde meydana gelen depremlerin tamamına yakını, fay hatları, levha sınırları gibi hareketli kuşaklar boyunca meydana gelmektedir. Ülkemizde şehir ve bölge planlamalarında fay ve diğer kırık hatlarının yeterince göz önüne alınmadığı görülür, Son Marmara depreminde bu ihmalin faturası ülkemize çok ağır olmuştur. Ülkemizin büyük bir kısmı deprem, bölgesi olduğuna göre ve bu depremleri fay ve kırıklar meydana getirdiğine göre, bölgelerimizdeki risk taşıyan bu fayları belirleyip olası tehlikelerini şehir ve bölge planlamalarından önce mutlaka öngörmeliyiz. Türkiye'nin Diri Fay Haritası 1991 yılında MTA tarafından yapılmıştır, Ancak bu harita tüm bölgelerdeki ayrıntılı sismik durumu tek başına yansıtmaz. Çünkü bu harita eskiden beri bilinen genel fay hatlarını yansıtmaktadır. Halbuki ülkemizin hemen her yerinde, bu ana hatların haricinde aktif, pasif, gömülü, gizli, örtülü, şimdilik suskun sayılamayacak kadar çok sayıda fay mevcuttur. Bunlar yerleşim alanları için çok önemlidir. Bu tür fay-kırık haritaları mutlak surette hazırlanmalı, bunların olası depremlerde bina ve yerleşim alanlarına olumsuz etkileri önceden öngörülmelidir, Fay ve levha hareketlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi ve bununla ilgili çalışmaların tamamı, yapısal jeoloji-tektonik bilim dalının asıl işidir. Şimdiye kadar ki uygulamalarda genelde yerbilimleri, özelde yapısal jeoloji ve tektonik bilim dalının önemi ne yazık ki, yeterince göz önünde tutulmamış ve bunun da bedelli çok ağır ödenmiştir.... Bölge bazında 1/5000 veya 1/1000 ölçek bazında diri fay haritaları yapılmalıdır. Bölgesel büyük faylar segmentlere ayrılmalı, her bir segmentin kayma hızı saptanmalı» her bölgedeki paleo ve neotektonik dönem fayları ayrı ayrı belirlenerek ilgili fay haritaları üzerine

istenmelidir. Ayrıca depreme ve kırılmaya neden olabilecek en büyük sıkışma doğrultusu arazide mutlaka deprem öncesinde belirlenerek konut şehir ve bölge planlamasında bu bilgiler kullanılmalıdır Çünkü depremlerdeki bina yıkılmaları ve hasarlarında, bina cephesifuzun-kısa eksen) ile by sıkışma kuvvet yönü arasında yakın ilişkiler vardır, Son deprem örneğinde by sıkışma kuvvet yönlerine» geniş yüzeyi ile bakan yani uzun eksen ile oturan binalarda hasar çok yüksek olmuştur.. Halbuki jeolojik arazi çalışmaları ile bu kuvvet yönleri o kadar net ve kolay belirlenebilir ki. Yeter ki şehir ve bölge planları ve ilgili mimar ve mühendisler by bilgileri yerbilimleri uzmanlarından istesinler ve planlarında değerlendirsinler. Çözüm o kadar zor değildir, Çözüm interdisipliner çalışmalarda yatmaktadır,

2. Kentsel planlama ve gelişmede, bina ve çeşitli mühendislik yapılarının yer seçiminde,, zeminin jeolojik yapısının» aktif ve pasif fay hatlarının, depremselliğin, zeminin jeoteknik özelliklerinin ve jeolojik çevre koşullarının, bu inşaatlar üzerindeki gelecekteki etkilerinin, inşaat öncesinde çok iyi şekilde değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin zamanında alınması kaçınılmaz bir sorumluluktur. Oysa bugün kentleşmede» özellikle inşaat sektöründe jeolojinin önemi, ne yazık ki ve ne acıdır ki, ancak tamamıyla jeolojik nedenlerle oluşan depremi taşkın» heyelan sonucu gelişen göçme ve yıkılma gibi olaylardan ve bunların neden olduğu can ve mal kayıplarından sonra ilgililere ve halka malolabilmektedir. Örneğin Senirkent sel baskını, Karadeniz Bölgesi heyelanları, Ceyhan» Dinar depremleri ve en son olarak da Gölcük-Arifıye depremi, Bu durumun en önemli nedenlerinden birisi de, pek çok inşaat projesinde ve genelde kent planlamasında, jeolojik

çevrenin aktif fay, zeminin jeolojik yapısı, yeraltısuyu durumu vb gibi sınırlayıcı etkilerinin yeterince düşünülüp değerlendirilmemiş ve gerekli önlemlerin zamanında alınmamış olmasıdır. Yerbilimleri uzman mühendisleri ve bilim insanlarının kentsel planlama ve bina zemin etütlerinde aktif görev alması» bu tür sorunların daha az yaşanmasında önemli rol oynayacaktır. ÇOrkO yerbilimleri uzmanları» özellikle inşaat mühendisleri,, mimarlar ve şehir ve bölge planlarının çok ihtiyaç duydukları arazi kullanım potansiyelleri ve bu potansiyeli kontrol eden jeolojik faktörleri, inşaat ve planlama öncesinde onlara rapor edebileceklerdir. Deprem olayında bina yıkılmasının nedeni, sadece veya tek başına kolon veya kiriş kırılması! veya kötü işçilik, malzeme hatası değildir., Son deprem örneğinde de görüldüğü gibi, en önemli neden Jeolojik risk faktörlerinin yeterince göz önüne alınmamış olmasıdır. Bu nedenle bundan sonraki her türlü bina ve mühendislik yapısının yer üzerinde projelendirilmesi öncesinde (sonra değil), bina ölçeğinden başlayarak, yer seçimi, şehir ve bölge planlaması veya kalıcı yeni yerleşimi alanlarının imara açılması gibi her türlü etütte mutlak surette uzman jeoloji mühendislerinin ve jeoloji bilim insanlarının görevli kılınması gerekmektedir., Bu konu gerekirse yasa maddesi olarak yaptırım haline dönüştürülmelidir. Kısaca jeolojik arazi yapısının, şehir ve bölge planlaması açısından uygun olup olmadığı» imar planlarının henüz ilk aşamasında keskinlikle sonra değil) mutlaka gözönüne alınmalıdır. Çünkü depremdeki can kaybı ve hasar mili bir acıdır. Üstelik, son Gölcük-Arifıye depremi örneğinde olduğu gibi, depremin maddi-manevi yaralarının sarılması ve insanların deprem sonrası ihtiyaçlarının giderilmesi, ülkemize ve yöneticilerimize uzun süre ne kadar

büyük yükler getirmiştir.. Halen de önemli sıkıntılar yaratmaya devam etmektedir. Böyle bir durumu ne vatandaşlarımız ve ne de yöneticilerimiz arzu etmez. Bu nedenle İmar planları öncesinde veya esnasında, bu tür üzücü durumlarla karşılaşmamak için, yerleşim; amaçlı arazi kullanımın» sınırlayıcı jeolojik tehlike faktörlerinin ilgili yerbilimleri uzmanlarınca incelenmiş olmasının faydalan hem vatandaşlarımız ve hem de yöneticilerimiz açısından sayılamayacak kadar çoktur. Jeolojik etüd yapılması ve istenmesi» deprem sonrası çıkarılan bir yönetmelikte yer almıştır. Ancak bu konu daha sağlam güvencelerle kanun maddesi haline getirilmelidir. Çünkü tamamına yakını deprem bölgesi olan ülkemizde yöneticilerimiz de dahil tüm insanlarımızı doğrudan ilgilendiren bu konunun,, kanun maddesi haline getirilmesi ve sağlam güvenceler altında bulunması ulusal bir zorunluluktur.,

3. Ülkemizin özellikle I. ve II. Deprem bölgelerinde yer alan illeri ve diğer yerleşim alanlarında, ilgili valilikler koordinatörlüğünde olmak üzere, Üniversite bilimi adamlarına şehir tabanının mühendislik jeolojisi haritaları ve yer altı aktif-pasif tüm kırık hatlarını gösteren haritalar hazırlanması, ayrıca yerleşim bölgelerindeki binaların, muhtemel depremler esnasındaki davranışını yansıtacak şehir deprem senaryoları ile ilgili çalışmalara bir an önce başlanmalıdır.

4., Ülkemizin tamamı deprem- bölgesi kapsamında olduğu düşünülerek, üniversitelerimizin Mühendislik Fakültelerinde İnşaat» Deprem, Çevre, Jeoloji, Jeofizik gibi ilgili bölümlerin ders programları uygulama alanları, ders saati ve içerikleri yeniden gözden geçirilmelidir, Depremle iç içe yaşamak zorunda olan ülkemizde;» özellikle Jeoloji Mühendisliği, Jeofizik Mühendisliği bölümlerindeki Deprem

Jeolojisi, Türkiye jeolojisi» Tektonik ve Yapısal jeoloji» Mühendislik jeolojisi ve Saha jeolojisi derslerinin ders ve uygulama saatleri arttırılmalı ve ders içeriklerinde ülkemiz koşulları göz önüne alınarak yeni düzenlemeler yapılmalıdır.

5. Orta öğretim programlarında jeoloji ile ilgili dersler 1960'ı yıllarda varken 1970'ü yıllardan sonra programdan kaldırılmıştır. Deprem ve diğer jeolojik afetler konusunda, toplumumuzda yeterince bilinç oluşturabilmek amacıyla jeoloji ile ilgili dersler Orta öğretim ders programlarında yeniden konularak, "öğrencilere okutulmalıdır.,

6. Deprem, olayı, depreme karşı ulusal bir bilinç kazanılması ile üstesinden gelinebilecek veya daha az hasarla atlatılabilecek bir doğa olayıdır.. Böylesine korkunç bir doğa olayı ile mücadele etmenin yolu bilim ve tekniktir.. Bilgi ise en üst düzeyde üniversitelerde üretilir... Depremle mücadele etmede en önemli görev üniversitemize düşmektedir... Bu konuda üniversitemizin yapabileceği bazı çalışmalar aşağıda kısaca belirtilmiştir.

a. Gelişmiş batı ülkelerinde, bölgesel depremi ve yer hareketlerini izlemek üzere, bazı bölge üniversitelerinde Deprem Araştırma Merkezleri kurulmakta, ve bu merkezler ulusal ağ ile birbirlerine bağlanmaktadır. Dolayısıyla, her merkez kendi bölgesindeki deprem hareketlerini inceleyerek, muhtemel depremlerin yeri hakkında çalışmalar yürütmektedir Gelişmiş ülkeler, örneğin Japonya, depremlerle başarılı mücadelesini bu şekilde sürdürmektedir. Unutmamak lazımdır ki» ülkemizin •neredeyse tamamı deprem bölgeleri kapsamındadır, Gelişmiş Batı Ülkeleri ve Japonya örneğinde olduğu gibi, depremsel yönünden yüksek risk taşıyan bazı bölge üniversitemizde Deprem Araştırma Merkezleri kuru-

larak, bunlar merkezi bir ağ sistemi ile birbirlerine bağlanmalıdır.

b. Üniversiteler bünyesinde, öncelikle kendi öğrencilerine, personeline, ve bulunduğu ildeki vatandaşlarına muhtemel depremlere karşı gerekli tedbirlerin anlatılacağı konferans ve bilgilendirmeler yapılmalı,, ayrıca muhtemel depremler esnasında acil ilk yardım, sağlık,, ulaşım» haberleşme, kurtarma, vb gibi gerekli her türlü planlama ve organizasyonun nasıl yapılması gerektiği konusundaki çalışmalar yapılmalıdır.

c. Üniversitemizdeki yerbilimleri eğitimi, son Kocaeli depreminden sonra tekrar gözden geçirilmeli, özellikle, depremi, yer hareketleri, zemin ve mühendislik jeolojisi dersleri ağırlıklı olarak okutulmalıdır. Bilindiği üzere, halen bir çok ilimizde bölgesel depremi ile ilgili çalışmaların önemli bir kısmını ilgili bölgelerde kurulu Jeoloji ve Jeofizik Mühendisliği bölümleri üstlenmektedir. Ayrıca özellikle son Gölcük-Arifiye depreminden sonra, depremselliği yüksek bazı illerimizde, kendi bölgelerindeki depremsellik ile ilgili çalışmaları yapmak üzere, Jeoloji mühendisliği bölümleri görevlendirilmişlerdir.. Büyükşehir ve taşrallardaki Jeoloji Mühendisliği bölümlerinin,, deprem, yer hareketleri, tektonik ve mühendislik jeolojisi konularındaki varsa eksik kadrolarını tamamlayarak, uzmanlaşmış bilim adamlarıyla bölgelerindeki, özellikle deprem araştırmaları,, kent planlaması ve yeni yerleşime açılacak alanların belirlenmesi çalışmalarında aktif görev almaları gerekmektedir,

d. Şimdiye değin jeoloji-jeofizik mühendisleri veya uzmanları tarafından yapılması gereken etüdlerin önemli bir kısmı yapılmadığından veya gerektiği şekilde yapılmasına olanak tanınmadığından, yapılması gereken çok işleri olmasına karşılık» yerbilimleri

mezunları bünyesinde uzun zamandır suni bir işsizlik boşluğu yaşanmaktadır. Son deprem yerbilimlerinin önemini bir kez daha ortaya koymuş, bu bilim daimin sadece akademik enteresanlığını değil, aynı zamanda ülkemize ve insanlarımıza ekonomik açıdan enteresanlığının da ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle jeoloji-jeofizik mühendislerine çok önemli görevler düşmektedir. Yerbilimcilerin bundan sonraki uygulamalarda vereceği raporlar» alacağı kararlar çok önemlidir. Yerbilimcilerin bilgilerini üretime katmaları ve iş yaptırılan kesimleri ve uygulayıcı kurumları bilimsel ve teknik anlamda doğru bilgi ve raporları ile memnun etmeleri,, bundan sonra işsizlik yaşamamalarının önemli bir garantisi olacaktır.. Bu nedenle, yerbilimcilerin sürekli olarak yeni teknoloji ve bilgilerle bilgi birikimlerini yenilemeleri önemle gerekmektedir.

7. 17 Ağustos 1999 Gölcük-Arifiye depremi, ülkemizde deprem konusunda önemli bir bilinç oluşmasına imkan sağlamıştır., 17 Ağustos tarihindeki bu korkunç depremden sonra olabilecek en kötü şey» deprem ile ilgili alınacak önlemler konusunda her şeyin tekrar eski durumuna dönmesidir. Bu nedenle tüm bilim adamları ve yöneticilerimizin deprem konusunda daima bilinçli olmaları ve bundan sonra ilgili tedbirleri zamanında almaları önemle gerekmektedir.

8, 17 Ağustos 1999 Gölcük-Arifiye depreminin neden olduğu can kaybı ve hasar oranı çok büyük olmuştur. Can kaybı sayısı ve hasar tespit çalışmaları aralıksız sürdürülmektedir, Depremi bölgesindeki gözlemlerimize göre, sağlam kalan bina oranının % 30 civarında olduğunu, ölü sayısının ise 25 bini aşacağını tahmin etmekteyiz, Deprem bölgesindeki incelemeleri-



*Kocaeli Üniversitesi kampüsünde, hasarlı İdari Bilimler Fakültesi*

mizde depremden etkilenmeyen . sağlam yapıların çok büyük bir kısmının • fay zonundan uzakta» alüvyon ve sulu zeminlerin dışında, jeolojik temel formasyonlar üzerine inşa edilen binalar olduğu görülmüştür.

9. Mühendislerin temel amaçlarından birisi, insanların içinde yaşadıkları mekanları daha güvenli, daha sağlam; ve daha uzun ömürlü olacak biçimde tasarlamak ve inşa etmektir. Ülkemizin büyük bir çoğunluğu deprem bölgesi olduğuna göre, binalarımızı depreme dayanıklı yapmamız gerekmektedir. Fakat sadece depreme dayanıklı bina üretmek tek başına depreme mücadele etmenin en ekonomik ve en etkin çözüm yolu değildir, Çünkü depreme dayanıklı yapı üretmenin teknik bilgi birikimi ve bilincin de ötesinde, ekonomik ve sosyal bir boyutu da vardır. Ülkemiz insanlarının bir çoğunun ekonomik güçlerinin her zaman bu imkana yetmeyeceği açıktır. Depreme dayanıklı yapı yaparak maliyeti artırmak yerine, maliyeti artırmadan çok daha ucuz ve çok daha kolay çözüm yolları da vardır. Yerleşimi alanı ve konutların oturacağı zemin yapısının jeolojik yönden bu işe

uygun olup olmadığını belirlemek en doğrusudur. Üstelik; Jeolojik yönden son derece yüksek riskli ve yerleşime hiç uygun olmayan bir alanda,» depreme dayanıklı bina yapacağız diye uğraşmak yerine, o tür yüksek risk alanlarından kaçınarak, yerleşim alanlarını ve konutları jeolojik yönden daha uygun zeminlere inşa etmek, hem daha kolay ve hem de ekonomik ve akılcı bir çözüm yolu değil midir? Artık bu gerçek görülmeli, kent ve bölge planlamalarında arazi kullanım potansiyelini sınırlayıcı jeolojik risk faktörleri mutlaka göz önüne alınmalıdır. Bu sadece deprem için değil, her türlü doğal afet, taşkın alanları veya drenaj durumu, hidrojeoloji ve yeraltı suyu durumu, yüksek topoğrafik eğim alanları, heyelan bölgesi ve toprak kayması, şev tehlikesi veya kaya düşmesi, jeolojik yapının toprak kalitesi ve tarım alanı ilişkisi» doğal koruma alanı ve sit bölgesi, şehir atıkları muhafaza sorunları» insan ve çevre sağlığına zarar verebilecek çevre kayalarının etkisi (örneğin kanser yapıcı etkisi bilinen asbest, krizotil varlığı, yüksek flour veya radyoaktif minerallerin varlığı vb. gibi), için geçerlidir. Bu tür

işlerin yapılması sağlıklı ve planlı kentleşmenin ilk adımlarıdır. Bu görev ise yer bilimci uzmanlarındır.

## SONUÇ

Aktif fay zonu ve sulu alüvyon zemin bize iki gerçeği öğretmiştir.

1) 17 Ağustos 1999 tarihli Büyük Marmara depreminin hiçbir zaman yüreğimizden çıkmayacak acı ve korkunç bilançosunu.. Evet bu depremin hepimize öğrettiği en önemli husus bu olmuştur. Akif Fay Zonu, Sulu Alüvyon Zemin ve Korkunç Bilanço.

2) Bu depremin bize öğrettiği ikinci gerçek» önceki depremlerden gerekli dersi almadığımızdır. Ve Depremleri Şimdiye Kadar Hep Geriden Takip Ettiğimizden.,

Bir daha böyle acılarla karşılaşmak için, Yer bilimci mühendislik disiplini» Devletimizin bu konudaki tüm ilgililerine» çok kolay ve çok daha ekonomik bir çözüm yolu önermektedir. Bu ise ilgili arazi kullanım potansiyeli ve jeolojik risk faktörlerinin göz önüne alınarak» "arazinin Jeolojik yapısının yerleşim ve konut yapımına uygun olup olmadığını" göstermekten ibarettir., Bir daha böyle acılar yaşamayalım ve hiç kimseye yaşatmayalım.

**Prof. Dr. M. Erkan Karaman**

Akdeniz Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi, Dekan Yardımcısı  
Jeoloji Yüksek Mühendisi