

# KOCAELİ DEPREMİ

Erhan KARAESMEN(\*)

## 1.1 TOPLU BETİMLEME

**17** Ağustos 1999 günü sabaha karşı Türkiye saatiyle 03:02 (GMT 01:02)'de Marmara bölgesinde şiddetli bir depreme tanıklık edildi. Bu deprem aslında dünyada son 50 yılın ortalamasında, yılda bir veya birkaç kez meydana gelen sarsıntıların sergilendiği jeofizik ve tektonik göstergelere sahipti. Ancak gösterdiği yıkıcı etkinin boyutları çok büyük oldu. Bu bakımdan, son 50 yılda meydana gelmiş depremlerle karşılaştırıldığı zaman diğerlerinden çok farklı bir konuma oturduğu rahatlıkla söylenebilir.

Toplamda yaklaşık 45 saniye kadar süren yer sarsıntısı hakkında depremde tutulan kayıtlara dayalı yapılan incelemelerde, yer sarsıntısının başlamasını sağlayan birinci şoktan 28 saniye sonra ikinci şokun yaşandığı ortaya çıkmıştır. Bu ikinci şok, ilk şokun muhtemelen en kuvvetli hissedildiği yer olan Gölcük yöresinde pek hissedilmezken, Adapazarı ve çevresinde oldukça etkili olmuştur. Hatta bu iki şoktan sonra yine Gölcük bölgesinde hissedilmeyen artçı şoklar Adapazarı yöresini bir kaç dakika kuvvetli biçimde belirli aralıklarla sallamışlardır. Bu da, depremin tek merkezli değil, iki ve hatta bazı uzmanlara göre üç merkezli olması gerektiği düşüncesini doğurmuştur. Ancak merkez sayısı kaç olursa olsun, depremin ardarda çok şoklu (muhtemelen dört şoklu) olduğuna kesin gözüyle bakılmaktadır.

17 Ağustos 1999 depremi Kuzey Anadolu Fay Hattının batı ucundaki hareketlenmeler sonucu oluşan bir yer hareketidir. Yaklaşık 160 km uzunluğunda bir hat boyunca Orta Anadolu'nun bulunduğu levha kuzey kısmına göre 2.5 m batıya doğru ilerlemiştir. Bu yanal deformasyonun Gölcük'te dört metreye kadar varan yer deformasyonlarına yol açtığı gözlenmiştir. Bu depremin büyük bir deprem olduğunun bir göstergesi de, orta ve küçük büyüklükteki depremlerde yüzeye çıkamayan bu gibi etkilerin bu depremde kendilerine adeta göz korkutmak istercesine göstermiş olmalarıdır.

Depremin bir diğer özelliği de oldukça geniş bir alanı etkisinde bırakmış olmasıdır. Başta Gölcük ve

sonra da Adapazarı olmak üzere Yalova, İzmit, Düzce, Derince, Avcılar ve Gölyaka yerleşim yerleri de bu depremden hatırı sayılır şekilde nasibini almışlardır. Bu bölgelerden alınan ölçümlere göre ölçülebilen en yüksek yer ivmesi 0.410 G ile Adapazarı'nda olmuştur. Bu ölçümün alındığı istasyonun yerleşimi bu depremin aslından düşük olduğu tahminini doğurmuştur. Deprem sırasında Gölcük'ten kayıt alınamamış olması ise bir şanssızlıktır. Gölcük için, ancak tahmin edilebilen ivme değeri çok daha yüksektir. Depremin büyüklüğü ise bazı tartışmalardan sonra Richter ölçeğine göre  $M_w=7.4$  olarak kabul edilmiştir.

Afetlerin dramatik boyutları olarak ortaya çıkan can ve mal kayıpları, 17 Ağustos 1999 depreminde ne yazık ki çok büyük rakamlara ulaşmıştır. Kesin rakamların hala telaffuz edilemediği raporun hazırlandığı günlerde, resmi kurumlar, ölü sayısının 17.000 (onyedibin)'in üzerinde, yaralı sayısının ise 30.000 (otuzbin)'e yakın olarak açıklamışlardır. Yine resmi kurumlarca açıklanan tamamen yıkılmış ya da ağır hasarlı birim sayısı 78.000 (yetmişsekizbin) civarı, hasar görmüş fakat tamiratlarla oturulacak duruma getirilebilecek birim sayısı yaklaşık 77.000 (yetmişyedibin) olarak açıklanmıştır. Az hasarlı veya hasarsız birim sayılarının ise her biri yaklaşık 90.000 (doksanbin) olarak belirtilmektedir.

Depremin yol açtığı can ve mal kaybı ile yeniden yapılanmanın ülke ekonomisine getirdiği yaklaşık 5.5 milyar dolarlık doğrudan yükün yanı sıra, bölgenin bir sanayi bölgesi olması ile bağımlı olarak, yetmiş kişisel personel kaybı ve üretim ile ticaretin durması sonucunda ekonomiye gelecek tahmini 6.0 milyar dolarlık dolaylı bir yük beklenmektedir. Zaten iyi durumda olmayan ekonomik koşulların, hazır arkasına sığınacak bir bahane de bulunmuşken, daha da kötüye gidebileceği düşünülmektedir. Depremin sosyal psikolojisinden henüz kurtulmak üzere olan ülke insanının bundan sonra yapması gereken şey bu etkinin nasıl asgari düzeyde tutulacağını düşünmek ve planlamak olmalıdır.

## 1.2 BU RAPORUN AMACI VE KAPSAMI

17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi ile ilgili olarak

(\*) Dr. ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü

çeşitli kurumlarla bağıntılı uzmanlarca ilk izlenimlere dayalı ön raporlar hazırlandığı, yetkili kuruluşlara teslim edildiği, bir bölümün de yayımlandığı bilinmektedir. İşbu metni hazırlayan ekibin de bu nitelikte iki raporu yayınlanmıştır. [1], [2], [3], Ancak, deprem etki alanının yaygınlığı ve etki biçiminin kapsamı bu ilk raporların dayandığı ilk gözlemlere ek olarak çeşitli ek gözlemler ve etüdler yapılmasını gerektirmiştir. Analitik bazı çalışmaların henüz tamamlanmamış olmasına karşın Ekim ayı sonu itibarıyla beş-altı hafta öncesine göre daha fazla bulguya ulaşılmış, daha yaygın ve kapsamlı değerlendirilmeler yapılabilmektedir.

İşbu rapor, 1999 Ekim ayı ikinci yarısı itibarıyla ulaşılan bulgu ve değerlendirme sonuçlarını kitapçık boyutunda bir nihai rapora dönüşmeden önce toplu olarak özetlemek amacıyla taşımıştır. İMO Türkiye Mühendislik Haberleri organının geniş meslektaş kitlesi tarafından izlendiği ve okunduğu bilindiği için bu değerli organımızın deprem özel sayısına, bazı eksikleri göze alarak, yetiştirilmesine gayret edilmiştir.

## 2. DEPREMİN YER BİLİMSSEL VE SİSMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

### 2-1. JEOFİZİKSEL VE TEKTONİK

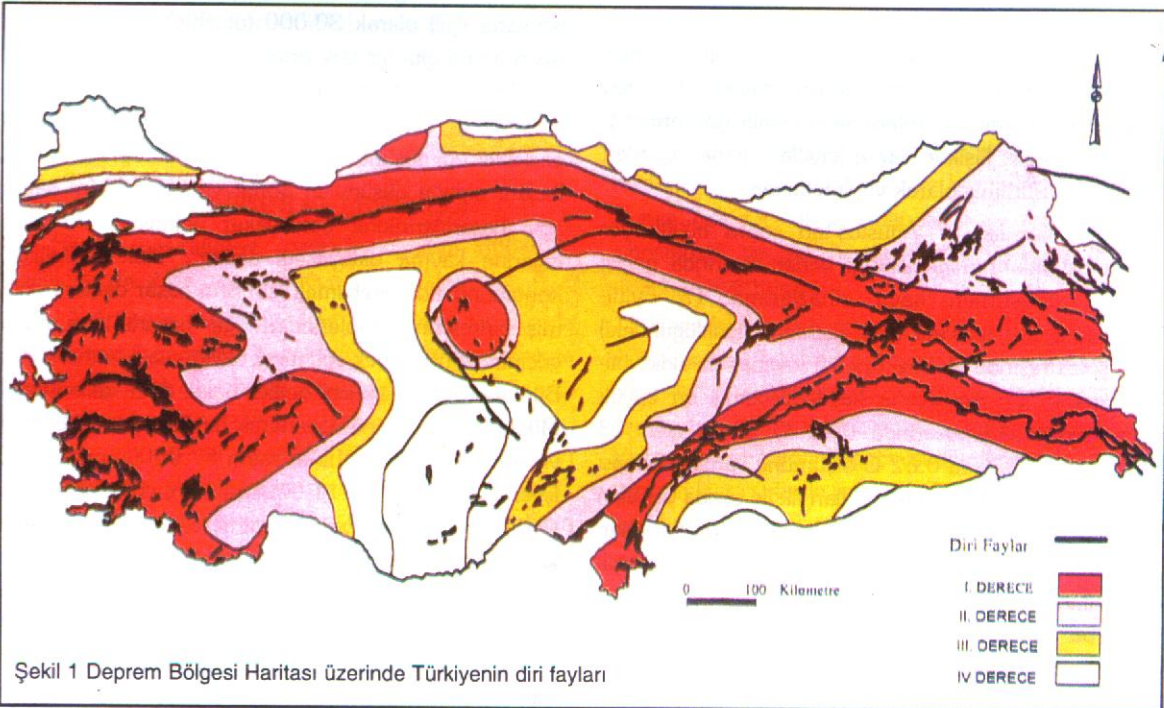
#### BAKİŞ AÇISI

17 Ağustos 1999 Marmara Depremi Kuzey Anadolu Fay hattı (KAF) oluşumunun son 60 yıldır

ülkemizde rastlanan en şiddetli ve yıkıcı ürünü olmuştur. Son dönemlerde yapılan çeşitli incelemelerle niteliği daha iyi bilinen bu fay, Şekil-1'deki haritada görüldüğü gibi batıya doğru yaklaştıkça çatallanmalar ve irili ufaklı ikincil kırıklarla karmaşık bir nitelik taşımaktaydı. Yakın geçmişte Çınarcık dolaylarında ve Mudurnu Vadisinde, sınırlı yırtılmalarla orta boy depremlere yol açmış olduğu biliniyordu. KAF'ın Marmara Denizine yakın kesiminde belli bir enerji fazlasının biriktiği ve yakın gelecekte yeni depremlere yol açabileceği hususu da jeofizik araştırma çevrelerinde de bir süredir dile getiriliyordu.

17 Ağustos 1999 sabaha karşı saatlerinde, beklenen bu deprem, ya da dizi deprem, kendini maalesef tasarlanabilecek olanların en şiddetlisi biçimiyle ortaya koymuştur. Dizi deprem kavramı yırtılmaların en aşağı iki hatta belki üç kaynaktan başlayarak ve Arifiye, Tepetarla, Değirmendere hattı boyunca 80 km'lik bir uzunlukta yoğunlaştığını göstermiştir. Fay üzerinde birleşen levhalardan güneyde kalanı batıya doğru 2.5 m'lik öteleme yapmış olarak tasvir edilmiştir. [5] [6] [7]

Yırtılmaların birbirine çok yakın zamanlarda ama belli bir zaman ötelemesiyle başlayıp kaydedilebilmiş üç ana şoka yol açması da yırtılma boyunun uzunluğu ile açıklanabilmektedir. Kırıkların aslında Arifiye'nin doğusuna doğru da bir miktar uzadığı ve bunun sonucu olarak Gölyaka-Düzce havzasında yıkıcı etkiler yarattığı da uzmanlarca belirtilmektedir. Böylece etki alanı



Şekil 1 Deprem Bölgesi Haritası üzerinde Türkiye'nin diri fayları

Çınarcık'tan Düzceye uzanan 160 km'lik bir hat üzerinde güneye ve kuzeye doğru yaklaşık 10-15 km kadar dağılan bir geniş bölgeye yayılmıştır.[4]

KAF'ın Marmara Denizi içinde çatallanarak ya da bazı uzmanlara göre sadece bir ama hat olarak devam eden parçasının İstanbul'u da ilgilendirecek biçimde ne zaman yırtılabileceği ile ilgili yarı spekülatif epeyce bir tartışmaya tanıklık edilmiştir. Bir deprem sonrası inceleme raporunda durum saptaması olarak fazla pratik önem taşımayan bu tartışmaların izdüşümünün bu raporda kendini fazla göstermesi beklenmemelidir. Rapor hazırlayıcının uzmanlık alanları da, kendilerini, bu tartışmaların sadece izleyicisi olma konumunda tutmaktadır.

Deprem magnitudünün, pek de bilimsel ciddiyet arzetmeyen bir görüntü içinde seke seke  $m_w=7.4$  Richter büyüklüğüne ulaşmış olduğu ayrıca hatırlatılmalıdır.

## 2.2 YER HAREKETLERİ

### KAYITLARINA TOPLU BAKIŞ

17 Ağustos depreminde akseleografik kayıt olarak epeyce bir girdi sağlanmış olması memnuniyet vericidir. Ülkemizde henüz yenilerde kurulan kuvvetli yer hareketi (strong ground motion) istasyonlarının kuruluş yerlerindeki bazı dikkatsizlikler ve bürokratik zorluklar dolayısıyla alınan kayıtların tümünün birden anlamlı ve öğretici olduğu söylenemez. Bununla birlikte Düzce istasyonunda bir hayli fikir verici ve tutarlı olduğu iddia edilebilecek kayıtlar alınmıştır. Diğer istasyonlar arasındaki en büyük ivme genliği sayısal değerleri mukayeseli olarak çok tutarlı ve güvenilir görünmediği anlaşılmaktadır. İlişkide Düzce kayıtları, ivme değerleri için grafikleştirilmiş olarak verilmektedir.

Buna karşılık 17 Ağustos'tan sonra büyük yer deformasyonlarının gözlemlendiği yerler civarında geçici olarak yerleştirilen kayıt cihazlarının 13 Eylül-1999'daki çok kuvvetli (5.8 Richter büyüklüğündeki) artçı şok sırasında ek bazı önemli kayıtlar da aldığı bilinmektedir. 17 Ağustos'ta kaydedilebilmiş en büyük ivme genliği Adapazarında 0.41 G olmuş iken 13 Eylül'de Tepetarlada 0.62 G ölçümüne varılmış olması dikkat çekicidir. İşbu metnin adları ilk iki sırada yer alan kıdemli yazarları Düzce ve Tepetarla kayıtlarından hareketle düzlemsel spektral tepki diagramları geliştirilmiş bulunmaktadır. Ancak temel açıklamalarıyla birlikte bu metni çok uzatabileceği düşüncesiyle bu çalışmanın bulguları, bir başka yayında ele alınmak üzere, bu metne sokulmamıştır.

## 2.3 JEOMORFOLOJİK

### DEFORMASYONLAR

16 km derinlerdeki yırtılmaların yer kabuğu yüzeyinde çeşitli jeomorfolojik deformasyonlara yol açtığı bilinmektedir. Arifiye, Tepetarla ve Gölcük-Değirmendere sahili gibi yörelerde spektaküler yarıklar denizle karayı birbirine karıştıran yer kaymaları ve çöküntüler meydana gelmiştir. Bu deformasyonlardan bazı örneklerin betimlenmesine sonraki bölümlerde yeniden dönülecektir.

Jeomorfolojik deformasyonların ve yapısal hasarların kaynaklarından birinin de "tsunami" oluşumu olarak kendini gösterdiği biçimdeki savlar yeterince itibar görmemiş bulunmaktadır. Çok sığ ve tabanı çok çamurlu olan denizden ziyade kirliliği bir göl parçasının ardından bir körfez diliminden tsunami oluşamayacağı ve 17 Ağustos'da da oluşmamış bulunduğu görüşü daha fazla ağırlık kazanmıştır.

## 3. YAPISAL HASARLAR

### 3.1. HASARLARIN GENEL BİLANÇOSU

Bina hasarlarının bilançosu ile ilgili Afet İşleri Genel Müdürlüğü aracılığı ile geleneksel olarak sürdürülen hasar tesbit çalışmaları ortaya Ekim ayı itibarıyla bir bilanço çıkarmıştır. Bunun yanı sıra Devlet İstatistik Enstitüsü aracılığıyla da bir hasar tesbit yaklaşımı geliştirilmiş ve bazı bulgulara ulaşılmıştır. Bu iki devlet kurumunun bulguları arasında yıkık ve ağır hasarlı binalarla ilgili olarak 30.000 (otuzbin) adet konut ve işyeri birimi gibi bir fark ortaya çıkmaktadır. Ancak bu farkın yıkık ve ağır hasarlı tanımları ile orta hasarlı tanımları arasındaki çok da belirli olmayan ayrımlardan oluşabileceği düşünülmelidir. Çünkü bu depremde orta hasarlı olduğu düşünülen konut ve işyeri birim sayısı ağır hasarlılarınkine çok yakın gelmiştir. Birinden diğerine kayma olabileceği açıktır. "Hak sahipliği" konumunu elde edebilmek için orta hasar deklare edilmiş birimlerin sahiplerinden ağır hasarlı konumuna geçirilmek üzere pek çok itiraz olduğu da bilinmektedir. Bunların kesinleşmesini bekler halde Afet İşleri Genel Müdürlüğü verilerine dayanarak bir özet yapılırsa yıkık ve ağır hasarlı konut birim sayısı 67.000(atmışyedibin) işyeri birim sayısı ise 11.000(onbirbin) dolaylarındadır. Orta hasarlılarınki de bu değerlere çok yakın olarak kendini göstermiştir. Az hasarlı konut birimlerinin sayısı 80.000 (seksenbin) işyeri birimlerinin sayısı ise 10.000 (onbin) olduğu anlaşılmaktadır. Burada belirlenen işyeri birimleri ticari ve çok küçük sanayi faaliyet birimleri olup orta ve büyük boy sanayi işletmelerinin hasarları

bu bilanço'ya dahil değildir. Bununla beraber düşünülürken bilançonun ağırlığı daha da iyi anlaşılacaktır. Öte yandan, kentsel altyapılarda kilometreler uzunlukta ve muhtemel tamir ve yenileme masrafı diliyle henüz tam açıklanamayan önemli hasarların meydana geldiği de bilinmektedir. Adapazarı, İzmit, Gölcük, Değirmendere ve Yalova gibi ağır hasar alan yerleşme merkezlerinde hidrolik kesintisi Ekim ayı boyunca de devam etmekteydi.

Ulaşım altyapısı bu depremin etkisini nisbeten hafif geçirtmiş tek sistem olarak kendini göstermemektedir. Kıyılarda bazı iskelelerde hasar oluşmuştur. Ancak bunun dolaylı ekonomik zararı da dahil büyük hasar olarak düşünülmesi olanaksızdır. Karayolları ve demiryollarının hatları, yolları, köprüleri ve menfezleriyle oluşan hasarlar da depremin büyüklüğüne göre ürkütücü olmamıştır. Bilindiği gibi mutlak yıkılma sadece bir tek kara köprüsü üst geçidinde ortaya çıkmıştır. Konutlarda oluşan hasarlar Sakarya ve Kocaeli illerimizde en ağır şekilde kendini göstermiş bulunmaktadır. Gölcük ilçe merkezi ise tek bir yerleşme merkezindeki hasarın en yoğun olduğu yer olarak dikkat çekmiştir. Diğer illerdeki hasarın büyüklüğü ve can kaybının yüksekliği dolayısıyla biraz gölgede kalmış olmakla birlikte Bolu (Düzce ve Gölyaka) ve İstanbul (Avcılar başta)'un da 4000'er konut ve işyeri birimine yaklaşan hasarı dikkat çekicidir.

Can kaybı konusunda da bilindiği gibi eksik ve belirsiz bilgilerle beslenilmiştir. Halen resmen ulaşıldığı anlaşılan 17.000 (onyedibin) mertebesinde can kaybının vefat kaydı tutulamamış epeyce bir yurttaşın bulunduğu bilindiğinden, maalesef 20.000 (yirmibin)'i aştığı düşünülmektedir.

### 3.2. HASAR DAĞILIMI VE ÇEŞİTLİLİĞİ

Hasar çeşitliliğine coğrafi dağılım itibarıyla bakıldığında şöyle bir görüntüye varılmaktadır:

17 Ağustos 1999 depremi büyüklüğü bu civarda olan diğer depremlerle karşılaştırıldığında etkisi altında bırakıldığı alanın yaygınlığı bakımından oldukça büyük bir farklılık göstermiştir. Bunun sebebi olarak, depremin, büyük bir olasılıkla, Gölcük ve Arifiye olan iki merkez üssünün bulunması ve ayrıca devamlı olarak izlenmese de, belirli aralıklarla gözlenebilen fay kırığının toplamda 140 km uzunluğu varması gösterilebilir. [4]

Bu coğrafi yaygınlık içerisinde hasar türü de düşünülerek, depremden ağır şekilde etkilenmiş en doğuda yer alan yerleşim birimi Düzce'dir. Düzce'nin yakınlarında fakat biraz daha batısında yer alan

Gölyaka beldesinde düşük nüfusuna oranla yüksek hasar gözlenmiştir. Gölyaka'da ayrıca kırsal yapı hasarı da gözlenebilmiştir. Ölçülebilen en yüksek genlik değeri, 0.41 G, daha batıda bulunan Adapazarı'ndan alınmıştır. Bu değere orantılı olarak hasarın da yüksek olduğu söylenebilir. (Adapazarı'ndaki olağanüstü uygunsuz jeoloji ve zemin koşulları kentin bir küçük yöresinde büyük ağır hasar oluşmasına yol açmıştır. Böylece kentin bazı mahalleleri deprem olmamış izlenimini verirken, görünmez bir çizgiden sonra başlayan bölgede hasarın 'mutlak yıkım'a dönüştüğü gözlenmiştir.)

Fay hattı üzerinde daha batıda yer alan İzmit'te ise hasarın bölgesel yaygınlık içinde değil de, noktasal, yani farklı zonlardaki tekil bina göçmeleri şeklinde olduğu görülmüştür. Körfezin kuzeydoğusunda İzmit'e hemen komşu olan Derince yerleşmesi ise daha yaygın hasarın yer aldığı bir kesim olarak dikkat çekmiştir. Ancak İzmit-Derince çizgisinde hasarlar kıyıya yakın dolgu zemin ile kıyından belli bir mesafede hemen başlayan sert formasyonlu yamaçlar arasında büyük farklılık göstermiştir. Hasarların tüme yakın büyük bir çoğunluğu denize yakın yumuşak bölgede kendini göstermiştir.

Hüzün verici mutlak ve yaygın bir yıkım ise körfezin güneybatısında ve dolayısıyla denizin içinde olduğu düşünülen fay kırığının da çok hafif güneybatısında ama çok yakınında (hatta muhtemelen yer yer üzerinde) bulunan Gölcük'te meydana gelmiştir. Yapısal hasarlara ek olarak, yüzey deformasyonlarının çok şaşırtıcı ve etkileyici boyutları ve biçimleriyle, Gölcük diğer yerleşim birimlerinin hasar bakımından ne yazık ki önünde geçmiş gibidir. Artık Gölcük'le birleşmiş gözükten daha batıdaki Değirmendere'de, Gölcük'te de rastlanan dolgu araziden denize kaymalar yaşanmıştır. Ayrıca, yine Gölcük ve Adapazarı'nda gözlenen, şehir içerisindeki yapısal hasarlardan dolayı bir çok yol ulaşımına kapanmıştır.

Hasarın bölgeleendirilebilmesi açısından Adapazarı'na benzeyen Yalova'da, kullanılamayacak bina sayısının çok olmasına karşın tamamen yıkılmış ve can kaybını arttırmış bina sayısı nisbeten daha sınırlıdır. Yalova'ya çok yakın ve geçmişteki afetler dolayısıyla da deprem literatüründe yer alan Çınarcık'ta sınırlı da olsa bazı hasarlara rastlanılmış olduğu kaydedilmelidir.

Hasarı yoğun kırılma bölgesine mesafeli dolayısıyla hafif atlatmış gibi gözükten Küçük Çekmece, Avcılar, Çatalca'da çamur ve dolgu formasyonları üzerindeki yerleşmelerde bir miktar hasar ve can kaybına ne yazık ki tanık olunmuştur.

Eskişehir, Bursa ve Zonguldak gibi komşu illerde de depremin hissedilmiş olduğu ve Eskişehir ile Bursa'da çok sınırlı da olsa bazı hasarlar kaydedildiği hatırlatılmalıdır.

### 3.3. HASARLI BİNALARDAN ÖRNEKLER

17 Ağustos 1999 Marmara depreminin belirleyici unsurlarından belki de en önemlisi, 'betonarme depremi' oluşudur. Depremde karşı karşıya kalınan büyük can ve mal kaybının nedeni yeraltı hareketlen-

melerinden çok insanlar tarafından yer üstüne dikilen taşra betonarmesi ürünü binaların çok fazla oluşudur. Kuralına uygun yapıldığında tek bir çatlağın bile neredeyse gözlenemediği betonarme yapılar, yıllardır süregelen kötü alışkanlıkların sonucu bir küçük dokunuşla yerle bir olabilmişlerdir. Resim-1'de görülen Gölcük, Fevzi Çakmak caddesinin sol tarafındaki, sokak boyunca sapasağlam duran subay lojmanları ile sağındaki içler acısı şekilde sıralanan yıkıntılar bunun



Resim -1



Resim -2

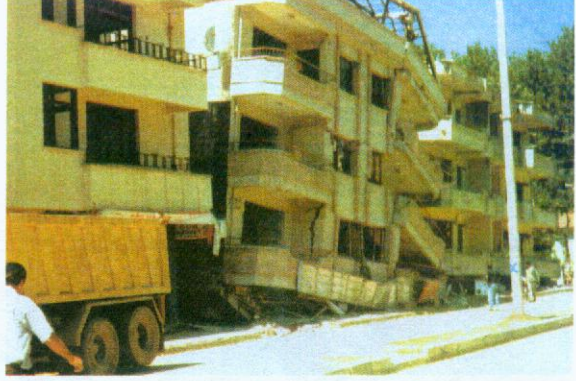
yaşanmış örneğidir. Yine Gölcük'ten alınan bir başka fotoğraf (Resim-2) için önceki bölümlerde söz edilen 'hüzün verici mutlak yıkım' tabiri bile neredeyse eksik kalmaktadır.

Bir betonarme yapının döşemeleri birbirine yapışacak şekilde yıkılması tek bir kusurun kendini göstermesiyle olamaz. Bir sonraki bölümde daha ayrıntılı olarak aktarılacağı gibi bir binayı mutlak yıkıma götüren bir çok kusurun olumsuz etkilerinin aynı anda ortaya çıkmasıdır. Resim-3'de Yalova'dan çekilmiş fotoğrafta, ön tarafında bir katlık bir çökme gözlenen binanın, resmin sağ ve sol tarafında görülen ve arkada görünmeyen kısımlarının neredeyse hasarsız olarak durduğu görülmektedir. Köşe kolonuyla beraber muhtemelen bir iki kolonun dayanım yetersizliğinden oluşan bu hasar görüldüğü gibi binanın tamamen yıkılmasına yetmemiştir.

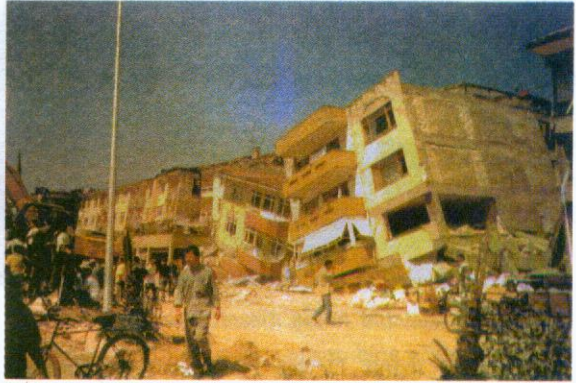


Resim -3

Giriş katı yüksekliği diğer katlardan fazla olup ayrıca katında geniş bir alana sahip olmak için kaldırılan ara bölme duvarları yüzünden, yanal rijitlikleri azalan kolonlara sahip binalarda oldukça sık gözlenen hasar türü, "zayıf kat" olan giriş katının çökmesidir. Üstte kalan kısım bazen olduğu gibi oturmuş bazense bir tarafa doğru eğilmiştir. Bu hasarın ileri bir safhası ise giriş katı çöktükten sonra giriş katı konumuna gelen birinci kat kolonlarına, normalde birinci kat için hesap edilen kuvvetten fazla kuvvetin gelmesidir. Deprem



Resim -4



Resim -5

uzun olması ve özellikle Adapazarı'nda kuvvetli artçı şokların yaşanması hasarın bu aşamaya ulaşabilmesine imkan tanımıştır. Resim-4'te Gölyaka'dan alınmış bir resim ile Resim-5'te Adapazarı'ndan alınmış resim bu anlatılanları görselleştirmektedir. Resim-5'teki kırmızı balkonlu binanın aslında beş katlı olduğunun neredeyse fark edilmemesine dikkat çekilmelidir.

Ülkemizde sürekli göz ardı edilmiş ve büyük projeler dışında dikkate alınmamış bir husus yapı için zemin etüdü yapılmasıdır. Etüd yapılmadığı gibi kabaca da olsa zemin mekaniği ve jeoloji özelliklerinin dikkate alınmaması sonucunda bir çok bina kullanılamaz hale gelmiştir. Aslında yapısal olarak hasarsız sayılabilecek bazı binalar bir tarafa doğru eğilmiş olup, sıkışık düzendeki bazıları ise başka binaların üzerine yatmışlardır. Resim-6'da verilen fotoğraf bunun şaşırtıcı ve biraz da eğlencelik örneğidir. Adapazarı'nda zeminin normal çamur yapısına ek olarak, bazı uzmanlara göre sıvılaşma etkisinin de kendini göstermesiyle, Resim-6 da gösterilen bina kadar abartılı olmasa da, metre mertebesinde bu tür yana eğilme deformasyonlarına sıkça rastlanmıştır.



Resim -6

Resim-7 (İzmit Devlet Hastanesi) ve Resim-8 (Düzce'de bir özel Hastane) ise depremde ayakta kalması ile bir çok insanın hayatta kalmasını sağlayabilecek olan iki hastanedeki yıkım hasarını yorumsuz olarak göstermektedir.



Resim -7



Resim -8

Deprem sırasında bir yapıda yerden gelen o büyük enerjinin yapılacak deformasyonlarla dağıtılması istenir. Ancak, elasto-plastik sınırına varması arzu edilmeyen deformasyonları alacak yapılarda birleşim noktalarının detayları, donatı yerleşimleri ve beton kalitesi gibi beklentiler önemlidir. Bunlar yerine getirilmelidir ki şartnamelerde öngörülen deformasyon sınırları aşılsın. Depremden önce kaç katlı olduğunun tahmininin yapılması zor gibi görünen Resim-9'daki yapının aşırı deformasyonlara uğradığı ve düşüm noktalarının ise tamamen mafsallaştığı açıkça görülmektedir.

Yalova'da Gölcük'e gidiş yönünde deniz kenarında kalan sitelerde oldukça sık rastlanan bir hasarın kaynağı kısa kolon etkisidir. Giriş ya da bodrum katının yarım kat olarak inşa edilmesiyle cephelerde oluşan kısa kolonlar aşırı yüklenmeye maruz kalmışlar ve bunun sonucu olarak Resim-10'da görülen sahneler ortaya çıkmıştır. Yalova merkezinde stadyumun arkasından alınan bu görüntüde tüm siteyle birlikte resimde görülmeyen çevredeki diğer bazı binaların da aynı hasara uğramış olması ilginçtir.

Sürekli insanları barındıran bina türü yapıların dışında belirli saatlerde içinde bulunan bazı spor tesislerinin, sosyal aktivite tesislerinin ya da ibadet yapılarının depremin oluş saati itibarıyla boş olmaları bir şans olarak değerlendirilebilir. Minare yıkıklarının



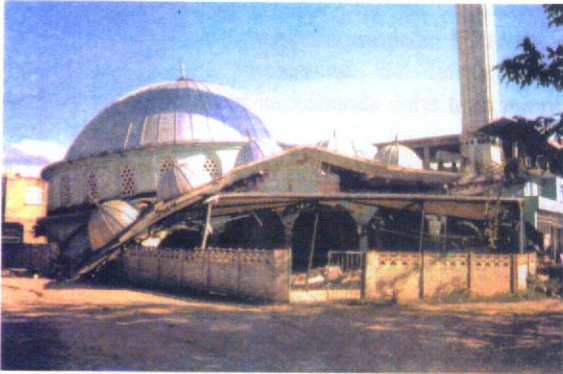
Resim -9



Resim -10

çok fazla görüldüğü bu depremde Resim-11'deki gibi cami binaların üzerine yıkılmış, can kaybına yol açmıştır

Kırsal yapı hasarlarının gözlemlenebildiği Gökyaka'dan alınmış fotoğrafta tek katlı bir hımsız



Resim -11



Resim -12

yığma binanın uğradığı hasar görüntülenmiştir. (Resim-12) Burada not edilmesi gereken husus yapı hasarının can kaybına yol açmamış olduğudur. Bu tür binalarda bolca rastlanan bir yer olan Gölyaka'da, Resim-4'te görülen betonarme binaların yapımının sebebi düzensiz ve plansız kentleşmedir. Bu çerçevede oluşan rant hırsının sonucuna katlananlar ne yazık ki hep insanlar olmuşlardır. Adapazarı'nın en fazla hasarlı caddelerinden olan Çark Caddesinden alınmış fotoğrafta ise ağır hasarlı beton binalarla alay ederek hala ayakta duran üç katlı ahşap bina gösterilmektedir. (Resim-13)



Resim -13





Resim -14

### 3.4 DİĞER BAZI YAPI TÜRLERİNDEKİ HASARLAR

Depremi dolaylı ekonomik külfetinin ağırlığını bu dereceye ulaştıran kuşkusuz bölgenin sanayi bölgesi oluşu ve sanayi yapılarının önemli hasarlar almış olmasıdır. Bir çok fabrika, az hasarlı olsa bile, depremin ardından üretimlerini durdurmak zorunda kalmış, üretim kaybının yanı sıra muhtemel bir pazar kaybı ile de karşı karşıya kalmıştır. Daha çok prefabrike yapılarda gözlenen yıkım örnekleri (Resim-14) ve (Resim-15) te ve-rilmiştir.

Diğer hasarlarla karşılaştırıldıklarında, kıyı liman ve yol (demiryolu ve karayolu) yapıları hasarları önemli bir yer teşkil etmemişlerdir. Depremi hemen ardından tamiratına deprem sonrası ulaşımın önemi yüzünden ağırlık verilen otoyolda tek bir üstgeçit yıkımı meydana gelmiştir. Benzer şekilde, demiryollarında da hasar meydana gelmiş, ancak, bu hasar uzun süreli bir ulaşım aksaklığına yol açmamıştır. Kıyı liman yapılarındaki hasarlar ise Gölcük ve Değirmendere'deki akıllara durgunluk veren karadan denize kaymalar düşünülündüğünde çok da önemli boyutlara ulaşmamıştır.

Bazı önemli kamu sınıai kuruluşlarında rastlanan



Resim -15



Resim -16

hasarlardan da kısaca söz etmekte yarar vardır. Yarımcı'daki TÜPRAŞ rafinerisi bazı depolarında çıkan yangın dolayısıyla bilindiği gibi kamuoyunun günlerce dikkatinde kalmış bir sinai komplekstir. Bu tesiste çeşitli baca devrilmeleri çelik ve betonarme aksamda deformasyonlar olduğu ayrıca bilinmektedir. Kamuoyu dikkatine daha az gelmiş önemli resmi sinai tesislerden, Adapazarı'ndaki TCDD'ye ait vagon fabrikasındaki hasarlar henüz inceleme aşamasında olduğu için bu raporun kapsamına alınmamıştır. Adapazarı şeker fab-



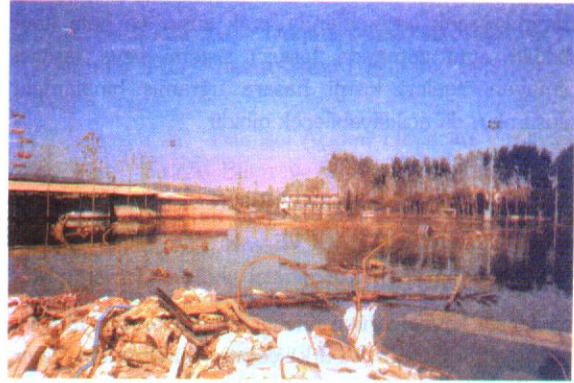
Resim -18



Resim -17

rikası tesislerindeki hasarlardan betonarme bunker binası deformasyonları ile onunla bağlantılı çelik kule biçimindeki kireç ocaklarındaki kopmalar ve devrilmeler ilginç diğer hasar örnekleri arasındadır. Bu tesisteki hasarların analitik incelemesi de henüz sona ermediğinden bu rapor kapsamında daha fazla ayrıntı verilmemektedir.

Yapısal hasarların yanı sıra, bu depremin büyük bir deprem olduğunun göstergesi olan yer deformasyonları önceki 2. Bölümde de açıklandığı gibi gerçekten şaşırtıcı boyutlara ulaşmıştır. (Resim-16) ve (Resim-17) de verilen, Gölcük'ten alınmış olan iki fotoğrafta, denizle karanın birbirine karıştığı açıkça görülmektedir. Bunun sebebi olarak çok büyük bir alanı etkisi altında bırakan, 2 metrenin üzerindeki düşey kayma



Resim -19

mekanizması gösterilebilir. (Resim-18) da ise bu kaymanın nasıl olduğu görülmektedir. Deprem öncesi direğin temeli olma konumundaki betonarme prizmanın altında gözüken toprağın, eskiden o bloğun üzerinde olduğuna ve bloğun deprem sırasında aşağı doğru inen toprağın içinden sınırlarak yerinde kaldığına inanmak oldukça güçtür. Değirmendere'den alınmış (Resim-19) de ise sonradan doldurularak elde edilmiş sahil şeridinin şimdiki hali görülmektedir. Resimlerde kıyı gibi görünen yerden itibaren denize doğru 30 metrelik bir kısmın denize kayarak kaybolduğuna inanmak, ayrıca kolay değildir.

#### 4. HASAR TÜRLERİ VE NEDENLERİ

##### ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

##### 4.1. HASAR TÜRLERİNİN TOPLU ÖZETİ

Fotoğraflardan görüldüğü ve açıklamalardan anlaşılacağı gibi 17 Ağustos Depremi hasarlarını, çok büyük yoğunlukla, bina türü yapılar üzerinde göstermiştir. Bunlar arasından da betonarme binalar ezici çoğunluğa sahiptir. Bu depremi betonarmenin yenilgisi olarak niteleyenlerin açıklamaları da buradan kaynaklanmaktadır.

Genelde her tür yapıdaki hasarların ama özellikle betonarme binalardaki hasarların çeşitliliği, bunları oluşturan kusur ve hata kaynaklarının çeşitliliğini de düşündürmektedir. Bunun sonucu olarak, bu kusur ve hataların sistematik bir incelemesine girilmesine yarar görülmüştür. Böylece hasar tiplerinin daha iyi sınıflandırılması ve deprem yıkımlarını azaltıcı yönde bundan sonra alınacak önlemlerin daha netleştirilmesi mümkün olabilecektir.

Böylece tamamen yıkılmış ya da alttan bir veya iki katı yıkılmış binalar ile yıkılmadan yana çok büyük deformasyon yapmış binalar ve bunun yanı sıra yere veya denize saplanmış binaların tümü için hasar nedenleri tartışılmış ve incelenmiş olacaktır. Tanımlanacak ve sınıflandırılacak kusur ve hata kaynakları aynı zamanda taşıyıcı sistemi veya taşıyıcı olmayan öğeleri kısmi hasara uğramış binalardaki oluşumları da açıklayabilecek gibidir.

##### 4.2. HASAR KAYNAKLARININ

##### GRUPLANDIRILMASI VE

##### TABLOLAŞTIRILMASI

Hasar kaynaklarının niteliği birbirinden çok farklılık gösterebilmektedir. Türk yapım sürecindeki tavır bozukluğu, bilgi noksanlığı, umursamazlık kaynaklarının pek çoğunu yaratan unsurlar olarak gözükmektedir. Ancak bunun yanı sıra diğer bazı unsurlardan da söz edilmesi mümkündür. İlişikteki Tablo-1'de bu hasar kaynakları genel nitelikleriyle, peşin üçe biraz daha özel nitelikleriyle de altıya ayrılmış olarak özetlenmektedir. Bu kusur türlerinin muhtemelen hiçbiri tek başına mutlak yıkıcı bir etkiye sahip olmamakla birlikte diğer kusurlarla birleştiğinde yıkım yaratma riski artmaktadır. Bu gerçek de göz önünde tutularak kusur ve hata türleri bu tabloda tek başına hasar riski yaratma mertebelerinin yanı sıra diğer kusurlarla birleştiklerinde ulaşabilecekleri mertebelerle de betimlenmiş bulunmaktadır. Tabloya dikkatle bakıldığında üç ana kusur kaynağının sırasıyla;

a) Deprem olayının çok geneliyle bağlantılı kusurlar, b) Bazı ilkelereki temel bazı yetersizlikler, c) Kapsamlı bir kalite kontrolüyle etkisi azaltılabilecek olanlar, şeklinde tanımlandığı görülmüştür. Bunlardan, olayı en genel boyutuyla ilgilendiren iki tanesi birinci grup kusurlar olarak evrensel ve ulusal bilgi eksikliği ve ikinci grup kusurlar olarak da titreşimi artıran coğrafya, jeoloji ve zemin üzerindeki yapılaşmadan kaynaklanan kusurlar olarak hatırlatılmalıdır. Bu ikinci gruptaki kusurların tek başlarına hasardaki belirleyiciliği bile 17 Ağustos depreminde yeterince yüksek olabilecek iken diğer kusurlarla birleştiğinde çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Ada-pazarı'nın o sulak ve çamurlu arazi parçası üzerindeki mahalleleri ile Gölcük, Değirmendere ve Yalova sahil şeridinin yıkımı büyük ölçüde bu faktörle ilgilidir.

Bazı ülkelerdeki temel bazı yetersizliklerden söz ederken Türkiye'mize özgü deprem olayına karşı top-tan umursamazlık faktörünün tek başına bir önemli kusur kaynağı oluşturduğu düşünülmelidir. Yine bazı diğer gelişmekte olan ülkelerde birlikte ülkemize özgü betonda karışım ve yerleştirme bozukluğunun Türkiye'mizde de çok yaygın olduğunu endişeyle hatırlamak durumundayız.

Ciddi bir kalite kontrolüyle etkisi azaltılabilecek olan kusur kaynakları ise irili ufaklı 15 kalemden toplanabilmektedir. Tabloda görüldüğü gibi beşten onbeşe kadar giden onbir adet kusur kaynağı mimari ve yapı mekaniği tasarımındaki anlayış bozukluğu temel bilgi noksanlığı ve tavır savrukluğu ile ilgilidir. Son depremde bol miktarda gözlenmiş olan bina girişlerinde zayıf kat oluşturulması, kısa kolon etkisine yol açan yarım bodrum katlar teşkili, inatla ve ısrarla ince kolon yapılarak kolon başı mafsallaşmasına yol açılması gibi durumlar başta olmak üzere çok sayıda irili ufaklı diğer yaklaşım kusuru bu gruptadır. Bunlar ayrıca birkaç tanesi üstüste gelerek bir kusurlar alt grubu da oluşturabilmekte ve diğer ana kusur kaynaklarıyla da birleştiğinde yüksek hasar riski yaratabilmektedir.

Diğer bazı ülkelerle birlikte ülkemizde de çok rastlanan düğüm noktası oluşturulmasındaki yetersizlikler ve kayma-kesme etkisinin ciddiye alınmayışı faktörleri de 16'dan 19'a kadar dört kusurlu bir grup oluşturmaktadır.

Bu tablo, görüldüğü ve anlaşılacağı gibi kusur ve hata kaynaklarının hasar riski oluşturma mertebelerinin pratik ve anlaşılır bir gruplandırma mantığı içerisinde özetlemeyi amaçlamıştır. Zaman içinde daha da geliştirilerek toplam ondokuz hata ve kusur kaynağı grubu yerine de belki biraz daha fazla ve ayrıca altı ana

kusur kaynağı grubu yerine yine biraz daha fazla sayıda küme haline getirilerek kesin bir forma kavuşturulacaktır.

## 5. SOSYO-TEKNİK YORUMLAR

Her afetin hazırlayıcı ana unsuru elbette doğadır. Ancak, doğanın vuruculuğu ve yıkıcılığının yanı sıra hasarı arttıran insanlar ve toplumlar eliyle oluşturulmuş unsurlara da rastlanabilmektedir. 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde insan ve toplumdan kaynaklanan kusur ve hataların çokluğu, hasarı çok büyütürken bir doğal afeti, sosyo-teknik kıyamete çevirmiştir. İnsan ve toplum unsurlarının birlikte yarattığı platform çirkin düzensiz ve kalitesiz kentsel yapılaşma olarak tanımlanabilmektedir. Bunu besleyen ana unsur ise kentsel yörelere, özellikle Batı Anadolumuzun kentsel yerleşme merkezlerine yönelmiş büyük iç göç hareketidir. "Kentlere akın" kısa ve slogansal adıyla betimlenebilecek bu benzersiz oluşum aynı zamanda jeolojik formasyon, zemin ile afet ilişkisine karşı umursamazlığın da temel nedenidir.

Bu oluşum, aynı zamanda, çok yoğun bir bina yapım istemini kentsel araziden rant edinme hırsların da körüklenmesiyle yaratmış bulunmaktaydı. Bunun çok sakıncalı bir yan ürünü bu olağanüstü yoğunluktaki yapay istemi karşılayabilmek üzere bilgiyi, tekniği hiç umursamadığı gibi ayrıca da küçümseyen bir yeni bina müteahhitleri grubunun doğmasına yol açmasıdır. Tüketici bilinci hiç gelişmemiş bir taze kentli kümesinin, bina kalitesi anlayışı sadece sarı renkli musluklar ve ahşap yer kaplamalarıyla sınırlı kalmış iken bu cilanın arkasındaki taşıyıcı sistem akıl almaz ciddiyetsizlik içinde inşa edilmiştir. Alıcının buna hiçbir itirazı olmamıştır. Alan ve veren el sıkışarak ayrılmıştır. Yapılarda kalite kontrol denetimi yapılması ihtiyacı duyulmayan bir ortamda depreme dayanıklı bina inşa edilmesi elbette çok kolay değildir. Kentsel imar işlerindeki genel bozukluğu çevresinde daha özel olarak afet riski taşıyan araziler ya da parseller gibi kavramların tanımların itibar görmesi düşünülemezdi.

Deprem ve hatta önemlisi sel afetleri hiç eksik olmayan bir ülkede bu konular aslında her afeti izleyen birkaç hafta boyunca tartışmaya açılmıştır. Ancak, "iki afet arası duyarsızlığı" olarak nitelendirilebilecek bir bireysel ve toplumsal umursamazlık, çok yıkıcı bir afetten sonra bile birkaç ay sonra, bilinen tüm sakıncalarıyla birlikte, klasik bina yapım sürecine dönüşmesine yol açmaktadır. 17 Ağustos 1999 afeti bir yan kıyamete dönüşmüş bulunduğu, alışılmışın çok üstünde bir can kaybına ve ekonomik zarara meydan

verdiği için bu klasik duyarlılık dönemine bu sefer belki çok çabuk dönülmeyecektir. Olaylar henüz canlı iken bazı yasal düzenlemelerin yapılmaya çalışılması da alışılmışın dışında etkinliklere işaret etmektedir. Ancak, deprem sonrasında ilk günleri ve haftalarında olabildiğine beceriksiz ve basiretsiz bir planlama ve uygulama yönetimi sergilenmiş bulunan bugünkü yetkili mercilerin yapı sektörünün işlemesiyle ilgili dönüşümlerin başlangıcı olabilecek yasal dayanımları eksiksiz yapabileceği konusunda da haklı kuşku var. Yeterince incelenmeden, irdelenmeden ve işleyiş biçimleriyle ilgili kapsamlı mizansen seçenekleri tartışılmadan fazla aceleye getirilmiş yasal düzenlemelerin iyi niyetle girilmiş olursa bile başarıyla uygulanma şansları yüksek görülmemektedir.

Konu, sağlam kurgulu ve akılcı yasal çerçevelerin yardımıyla bir ölçüde rahatlatılacak olsa bile bunun ötesindeki genel bir toplumsal tavrın niteliği ile daha yakından ilgili gözükmektedir. Akılcı tüketici istemciliği insan canına değer verilmesi ve bu konuda titiz davranılması gibi toplumsal alışkanlıklar ve davranışlar geliştirilmesi, bürokratik bazı düzenlemelerden çok daha ağırlıklı öneme sahip gözükmektedir.

## REFERANSLAR

1. Sucuoğlu H., "Doğanın Şiddetli Yüzü, İzmit Depremi", İMO Ankara Şubesi Bülteni, Eylül 1999, Ankara
2. Barka A., "Bilimsel Açıdan Heyecan Verici Bir Fay Hattı Bu...", Bilim ve Ütopya, Sayı 63, Eylül 1999, İstanbul
3. Okay A., Kaşlılar Özcan A., ve Diğerleri, "Marmara Denizinde İstanbul'u Tehdit Eden Kırıklar" Cumhuriyet Bilim-Teknik, 28-8-1999 No: 649
4. Koçyiğit A., Bozkurt Erkin "17 Ağustos 1999 Gölçük-Arifeye (Kuzeydoğu Marmara) Depremi Jeolojik Ön Raporu, ODTÜ Yayınları, Eylül 1999, Ankara
5. Karaesmen E.; Erkay C.; Aksoylar C.; Kibar A.; Madenli Ö., "17-Ağustos-1999 Güney Marmara (Kocaeli) Depremi İlk Gözlemler ve Ön Durum Saptanması", TMB adına yapılmış bir araştırmanın özet raporu, Eylül 1999, Ankara
6. Karaesmen E.; Erkay C.; Aksoylar C.; Kibar A.; Madenli Ö., "İlk Gözlemlere Dayalı Ön Değerlendirmeler", İMO Ankara Şubesi Bülteni, Eylül 1999, Ankara
7. Karaesmen E., "Deprem Olayına Toplu Bakış" Mesa 30. Yıl "Depreme Dayanıklı Bina Sempozyumu" Bildiriler Kitabı, Ekim 1999, Ankara

Risk ve Hasar Kaynakları (Hatalar ve Kusurlar)	Yaygınlığı ve Sıklığı		Tek Başına Hasardaki Belirleyiciliği		Diğer Kaynaklarla Birlikte Hasardaki Belirleyiciliği		
	Genel	17.AG.1999	Genel	17.AG.1999	Genel	17.AG.1999	
Betimleme	Kusur Cinsi	Genel	17.AG.1999	Genel	17.AG.1999	Genel	17.AG.1999
		Dünyada ve Ülkede Yaygın	Çok Yaygın (Yapı Stokunun %99'u)	Orta	Ortadan Yüksek	Ortadan Hafifçe Yüksek	Yüksek
Deprem Olayının Çok Genellikle Bağlantılı	1	Evensel ve Ulusal Bilgi Eksikliği (Eski Yönetmelik Olayı)	Seyrek ve Az Yaygın (Bereket Versin)	Orta	Yüksek	Ortadan Yüksek	Çok Yüksek
	2	Titreşimi Arttıran Coğrafya, Jeoloji ve Zeminde Yapılaşma	Seyrek ve Az Yaygın	Orta	Yüksek	Ortadan Yüksek	Çok Yüksek
Bağımsız Ülkelerdeki Bazı Ülkelerdeki	3	Deprem Olayına Karşı Toptan Umursamazlık	Seyrek ve Az Yaygın	Orta	Ortadan Yüksek	Orta	Yüksek
	4	Betonda Karışım ve Yerleştirme Bozukluğu (Dayanım ve aderans Zafiyeti)	Seyrek	Çok Yaygın	Kusur CinsiOrtadan Yüksek	Az	Yüksek
Kapsamlı Bir Kalite Kontrolüyle Etkisi Azaltılabilecekler	5-15	Mimari ve Yapı Mekanığı Tasarımındaki Anlayış Bozukluğu ve Temel Bilgi Eksikliği	Ortadan Seyrek	Yaygın	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
	16-19	II- Bazı Temel Yapı Kusurları	Seyrek	Ortadan Sık	Ortadan Yüksek	Ortadan Yüksek	Yüksek