

## 27 HAZİRAN 1998 CEYHAN DEPREMİ VE DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

\*Hasan KAPLAN, \*\*Hanifi BİNİCİ, \*Hayri ÜN

\*Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli  
\*\*Çukurova Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksek Okulu, İnşaat Programı, Osmaniye

### ÖZET

Deprem kuşağında olan ülkemiz, yakın zamanda yaşanan depremlerde önemli düzeyde ekonomik kayba uğramıştır. Bir çok can kaybının da meydana geldiği depremlerde, deprem bölgelerindeki yapıların depreme dayanıklı olarak inşaa edilmediği gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu dayanıksız yapıların yurdun her yerinde yapıla geldiği de bir gerçektir. Bu çalışmada depreme dayanıklı yapı tasarımı konusu kısaca ele alınmıştır. 27 Haziran 1988 Adana-Ceyhan Depreminde hasar gören yapılar ve hasar nedenleri üzerinde durulmuştur. Yapılardaki hasarlar depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkeleri ışığı altında değerlendirilmiştir. Bir deprem afetinde, üzücü olayların yaşanmaması için alınması gereken bazı önlemler sıralanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Deprem, Ceyhan depremi, Deprem hasarı

### THE CEYHAN EARTHQUAKE OF JUNE 27, 1998 AND DESIGN OF EARTQUAKE RESISTING BUILDINGS

#### ABSTRACT

Our country is under risk of earthquake, and it has lost extensive economical goods. In addition to this, the reality of buildings those had not been constructed earthquake resisting on seismic regions have come out. It is true that those kind of building have been constructed all over the country. In this paper the design of earthquake resisting buildings have been taken up. It is dwelled upon the buildings had damages in Adana-Ceyhan earthquake at 27<sup>th</sup> July 1998 and reasons of damages. The damages on the buildings are appreciated under the lights of principles of design of earthquake resisting. The important precautions that have to taken are grouped for not living those kind of tragic earthquake disasters.

**Key Words:** Earthquake, Ceyhan earthquake, Earthquake damage

### 1. GİRİŞ

Deprem bölgelerinde yapı yapan bir mühendisin, depremde yapıların davranışının nasıl olacağını bilmemesi, mühendislik ahlakı açısından affedilemez bir kusurdur. Proje aşamasından başlayan ve yapının uygulanmasını da kapsayan mühendislik hizmetlerinin amacı, ekonomik, emniyetli ve amaca uygun yapı teşkil etmektir. Ancak yapılarımızın büyük çoğunluğunda bu aşamalarda mühendislik hatalarının yapıldığına üzülmeye şahit oluyoruz. Bu hataların nedeni

maalesef bilgi eksikliği ve ihmal olarak sıralanmaktadır.

Mühendislik hatalarının altında, eğitim ve denetimin yetersizliği yer almaktadır. Üniversitelerdeki eğitimde davranışa dayanıklı öğretimin yetersizliği, uygulamadan kopuk eğitim-öğretim programlarının uygulanması ve mezuniyet sonrası yenilenememe meslektaşlarımızda bilgi eksikliği olarak ortaya çıkmaktadır. Bir çok kişi, paket programların getirdiği kolaylıkları da kullanarak bir akşamda 10 dairesel bir yapının projesini fason olarak

çözebilmektedir. Bu kadar kısa bir süre içinde yapının deprem davranışını analiz ederek optimum çözüm araştırma imkanı olmadığı gibi bu duruma gerek bile duyulmamaktadır. Bunun sonucu olarak, kirışlere sığmayan donatılar, eksantrik yerleştirilmiş taşıyıcı sistemler ve burulma oluşturacak perde duvarlardan oluşan sağlıklı bir yapının ilk adımı atılmış olmaktadır. Projeye onay veren ve denetleyen mekanizmalarda, yapıların davranışı ve depreme dayanıklılık kriterleri hakkında yetersiz bilgiye sahip teknik elemanların bulunması ve bunların önlerine gelen projeleri; bilgisizliğe dayalı olarak yeterince denetleyememeleri ile sağlıklı yapıda ikinci adım da atılmış olmaktadır. Yetersiz ücret dolayısı ile teknik uygulama sorumluluğunu imzaladığı halde, yapının yapımı esnasında gerekli denetimi yapmayarak inisiyatifi ehliyetsiz kişilere bırakmakla teknik uygulama sorumlusunca da hatalı yapı da üçüncü adım atılmış olmaktadır. Bu ihmâl ve hatalar sonucu, süslü kaplamalarla kaplanmış ve içinde insanların oturduğu, yer yer rant getiren yapılar ülkemizin her yerinde her geçen gün çoğalmaktadır.

Mühendislik bürolarında hala, çeşitli emtiaların alışverişinde yapılan pazarlık gibi proje bedeli ve TUS hakkında fiyat pazarlığı yapılmaktadır. Mühendislik hizmetlerinin en iyi alınacağı kişi ya da kuruluşlar yerine en ucuz ve bir iki günde proje üreten kişiler seçilmektedir. Bir çok yapının projesinin hazırlanması en son sırada gelmektedir. Önce yapacak olan firma bulunmakta, proje ise formaliteleri yerine getirmek için hazırlanan ve ruhsat alımında kullanılan basit bir belge konumuna düşmektedir.

Bu gün milyon dolarlarla ifade edilen yatırımları yapan firma yöneticileri on bin dolar civarında kalacak proje ve uygulama sorumluluğu bedelini pahalı bulmaktadırlar. Deprem bölgelerinde bir kapkaç taktiği ile yapılan sağlıklı sanayi yapıları hızla artmaktadır. Alternatif çözümler bile incelenmeye gerek duyulmaksızın ayaküstü yapı siparişleri verilmektedir.

Ülkemizde iki üç yıl ara ile olan deprem felaketlerinde binaların yıkıldığına ya da hasar gördüğüne şahit oluyoruz. Bir depremde yapının yıkılması yada hasar görmesinin nedenini üç ana grupta toplamak mümkündür;

1. Projelendirme Hataları
2. Malzeme kalitesinin yetersizliği
3. Uygulama hataları

Bu üç ana konuda dikkat edilmesi gereken hususlar detaylı bir şekilde literatürde mevcuttur (Kaplan, 93-1995, Bayülke, 1989).

## 2. DEPREME DAYANIKLI YAPI KRİTERLERİ

Bir yapının depreme dayanıklı olması, yapının hiçbir depremde hasar görmemesi demek değildir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında esas alınan kriter şu şekilde özetlenebilir. Yapı, sık tekrarlanan düşük şiddetli depremlerde hiç hasar görmemeli, olabilecek orta şiddetli bir depremlerde ise taşıyıcı olan elamanlar hiç hasar görmemeli, nadiren beklenen yüksek şiddetli depremde ise yapı hasar görmeli ancak can kaybına neden olmamalıdır.

Olası depremlerde, içinde bulunan insanlar ve eşyaları yeterli güvenlik düzeyinde koruyan bir yapı depreme dayanıklıdır. Bunun için, yapının depreme dayanıklı olabilmesi için gerekli olan kriterleri sağlanması gerekir. Deprem davranışı bakımından ideal yapı, kütle/rijitlik oranı minimum olan, dolayısı ile periyodu daha az olan yapıdır. Planda düzenli yatay yük taşıyıcı sistemi olan ve deprem perdelerinin uygun şekilde yerleştirilerek yatay ötelenmelerin sınırlandırıldığı yapı depreme dayanıklılık kriterleri bakımından iyi bir yapıdır.

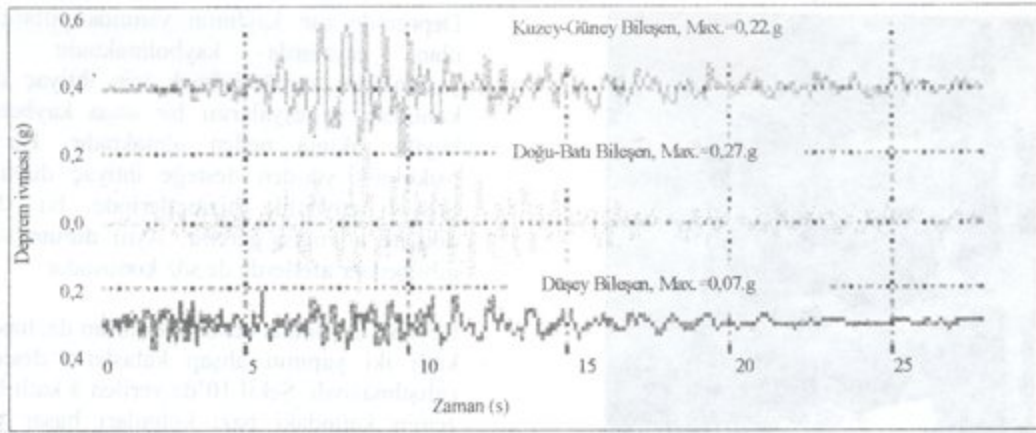
## 3. ADANA-CEYHAN DEPREMİ

27 Haziran 1998 tarihinde, Merkezi Adananın ilçesi olan ve Adana'ya yaklaşık 50 km mesafede bulunan Ceyhan-Misis bölgesinde Richter ölçeğine göre 6.3 büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Deprem ile ilgili yer hareketleri şekil 1'de verilmiştir. Ceyhan'da meydana gelen ana şoktan sonra, daha düşük büyüklükte bir çok artçı deprem daha meydana gelmiştir. Depremde, çoğunluğu Ceyhan'da olmak üzere 145 kişi hayatını kaybetmiş yüzlerce kişi de yaralanmıştır. Her ne kadar Adana depremi olarak bilinse de, bu deprem Adana'daki yapılara zarar vermemiştir. Ancak, Adana'da, mühendislik hizmeti görmemiş olan bazı yapılar yıkılmış yada hasar görmüştür. Bu arada mühendislik hizmeti görmesine rağmen proje ve yapım hataları yapılan bazı yapılarda da hasarlar oluşmuştur (Balcalı hastanesi). Bunun yanında Adana'da, Mühendislik kurallarına göre inşaa edilen 15 katlı yapılarda camlar bile kırılmamıştır.

Depremın magnitüdü büyük olmakla birlikte yer ivmesinin az olması depremin etkisini azaltmıştır (Şekil 1). Bunda yörenin jeolojik yapısının da katkısı vardır.

Ceyhan'da İnönü bulvarındaki 5 katlı bahçeciler apartmanında 17 kişi hayatını kaybetmiştir. Beş katlı binanın üstteki üç katı da depremin olduğu tarihte kullanılmıyordu. Yıkılan binadan iki kişi canlı olarak kurtarılmıştır. Bu yapı bitişik nizam ve asmolen kat döşemeli olarak yapılmıştır. Binada deprem perdeleri bulunmamaktadır.





Şekil 1. Ceyhan depreminde yer ivmeleri



Şekil 2. Hasar görmüş ve yıkılmış olan çok katlı yapılar

Deprem yönetmeliğinde asmolen döşeme için perdelerin kullanılması zorunlu olmasına rağmen, Ceyhan'da bir çok yapı asmolen döşemeli ve perdesiz olarak inşaa edilmiştir.

Esas itibarı ile deprem hasarları Ceyhan'da yoğunlaşmıştır. Ceyhan'da yıkılan ve hasar gören yapılar ile ilgili fotoğraflar Şekil 2-29'da verilmiştir. Yıkılan çok katlı apartman binalarının durumuna göre can kaybının az olmasının nedeni, depremin hafta sonu meydana gelmiş olması olabilir. Hafta sonu meydana gelen deprem esnasında, genelde Ceyhan'da bir çok insan, piknik, deniz vb. nedenlerle konutlarında bulunmuyorlardı. Depremi çalışma saatinde meydana gelmiş olması da çöken konutlarda ölüm oranını azaltmıştır.

Mühendislik açısından ele alınması gereken hasar en fazla Ceyhan'da oluşmuştur. Ceyhan'da 7-8 katlı Betonarme yapılar gerek projelendirme hataları gerekse hatalı uygulama ve kötü malzeme kullanımı nedeni ile hasar görmüş yada da yıkılmıştır.

Yıkılan yapının hemen arka tarafında camları bile kırılmamış 6 katlı yapı göze çarpmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Ceyhan'da Yıkılmış yapıdan bir görünüş



Şekil 4. Ağır hasar gören asmolen kat döşemeli yapı ve kolonlar



Şekil 5. Kurtarılmış olan eşyalar ve eşyalarını arayan insanlar



Şekil 6. Alt katı göçmüş ve ağır hasar görmüş yapıdan eşyaların çıkartılması

Depremde can kaybının yanında yılların birikimi olan eşyalarda kaybolmaktadır. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları konutları ve eşyalarını bir anda kaybetmeleri de büyük yıkıma neden olmaktadır. Bu durumda psikolojik yönden desteğe ihtiyaç duyulmaktadır. Sosyal güvenlik hizmetlerinde bu durumda dikkate alınması gerekir. Aynı durum sel felaketi gibi benzer afetlerde de söz konusudur.

Ceyhan'da dikkat çeken bir durum da, hasar gören 8 katlı iki yapının ahşap kalaslarla desteklenmeye çalışılmasıydı. Şekil 10'da verilen 8 katlı bir yapının zemin katındaki bazı kolonları hasar görmüştür. Kooperatif şeklinde yapılan yapının müteahhidi kolonları hasar gören binayı ahşap kalaslarla desteklemektedir. Bu desteğin ne kadar yük taşıyacağı tartışılabilir (Şekil 10-12).



Şekil 7. Moloz yığını haline gelen betonarme yapı



Şekil 8. Moloz yığını haline gelen bir başka yapı ve kurtarma çalışmaları



Şekil 9. Görevi yapıyı ayakta tutmak olan demir ve betonun ayrılmış hali





Şekil 10. Bazı kolonları hasar gören 8 katlı yapı



Şekil 11. Kolonda hasar ve ahşap kalaslarla destekleme gayreti

Şekil 10'da verilen sistemde taşıyıcı sistemin uygun olmamasının yanında, beton kalitesi ve donatı işçiliği oldukça kötüdür. Hasar görmüş elemanlarda beton kalitesinin yetersiz olduğu görülmektedir (Şekil 11-15) Söz konusu yapıda etriye aralığının yetersiz olduğu ve boyuna donatının burkulmuş olduğu gözlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Hasar görmüş kolon ve etriyeler

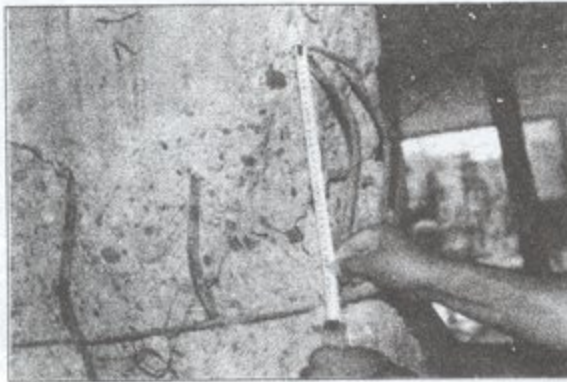




Şekil 13. Binadaki beton dayanımı



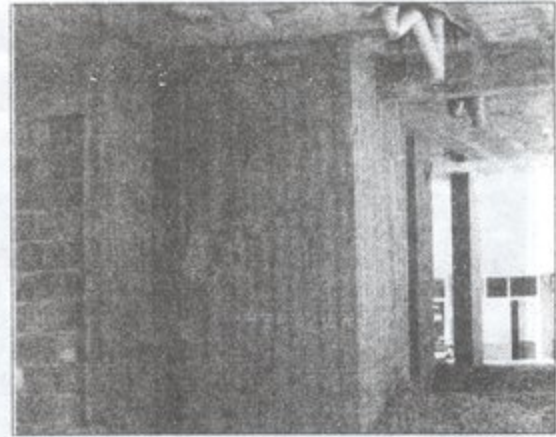
Şekil 14. Burkulmuş olan paslı boyuna donatılar ve etriye aralığı



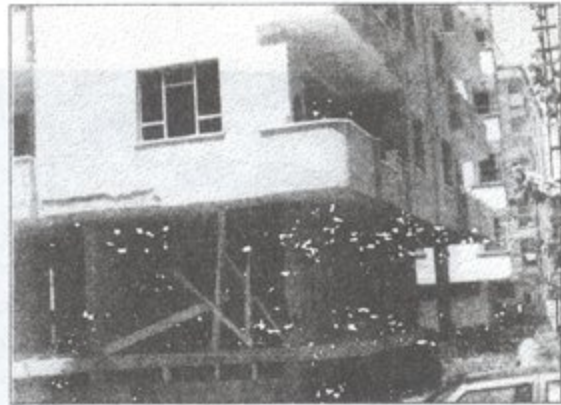
Şekil 15. Yetersiz enine donatı ve burkulmuş boyuna donatılar

Şekil 10'da verilen yapıda asansör boşluğunun etrafında perde duvar kullanılmıştır. Perdenin konumu uygun olmamakla birlikte, yapının ayakta kalmasının nedeni de bilinçsiz de olsa perdenin teşkil edilmesi olabilir. Perde duvarda da burulmadan dolayı çatlaklar oluşmuştur (Şekil 16).

Şekil 10'da verilen ve zemin kat kolonları hasar gören yapıyı yapan kişilerin yapmış olduğu ve henüz kaba inşaat aşamasında olan bir başka yapı da benzer şekilde hasar görmüştür. Bu yapıda yine ahşap kalaslar ile takviye edilerek ayakta tutulmaya çalışılmıştır (Şekil 17).



Şekil 16. Düzensiz yerleştirilen perde duvarda hasar



Şekil 17. Aynı Müteahhidin yaptığı ve hasar gören başka bir yapı



Şekil 18. Aynı kişilerce yapılan ve yıkılan başka bir yapı

Kaba inşaat aşamasında yerle bir olan yapı ile ilgili resimler şekil 18-19'da verilmiştir. Bu yapının yapımcılarının da Şekil 10 ve 17'de verilen ve hasar gören yapıları yapan kişiler olduğu ifade edilmiştir. Yeterli mühendislik hizmeti ve denetimden yoksun olarak yükselen bu yapılar insanlar için bir tuzak olmaktadır.



Şekil 19. Yerle bir olan yapının başka bir görünüşü



Şekil 20. Yıkılmış yapı ve arama çalışmaları



Şekil 22. Yumuşak kat davranışı

Ceyhan depreminde de yumuşak kat hasarına rastlanmıştır. Dolgu duvarsız veya normal katlara göre daha yüksek olan zemin katların yatay ötelenmeler sonucu hasar görmesi olayına yumuşak kat denilmektedir.



Şekil 21. Yumuşak kat ve hasarlar

2000 yılında yayınlanan deprem mühendisliği kitabı için teşekkür ederiz.



Deprem bölgelerinde yer alan bir çok kentimizde ana caddelerde yer alan yapılarda yumuşak kat oluşturulmaktadır. Yumuşak kat hasarı ile ilgili fotoğraflar Şekil 21 ve 22'de verilmiştir.

Kalitesiz beton ve donatı işçiliği sonucu ayrılmış olan bir kolon Şekil 24'de verilmiştir.

Sargı donatısı yetersizliği nedeni ile burkulmuş ve kabuk betonunu açmış olan kolon donatıları Şekil 25 ve 26'da verilmiştir.

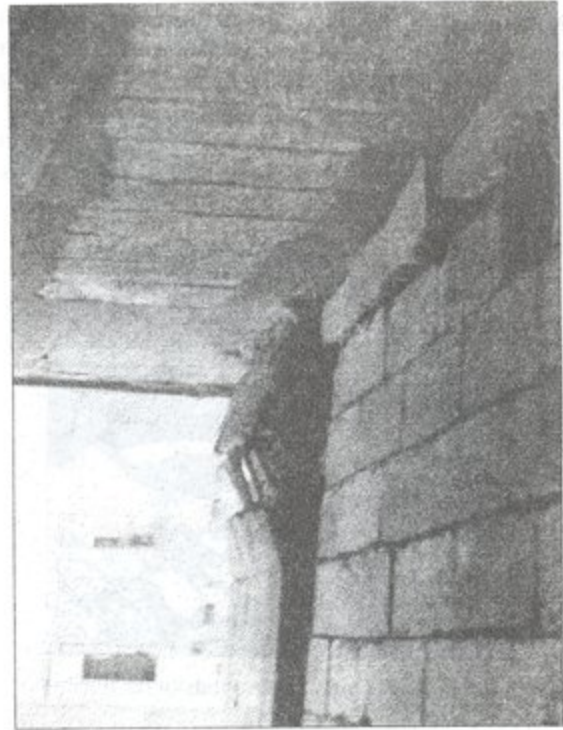
Bir sitede yer alan yapının kolon-kiriş birleşim yerinde sargı donatısının uygun olmaması sonucu hasar meydana gelmiştir (Şekil 27).



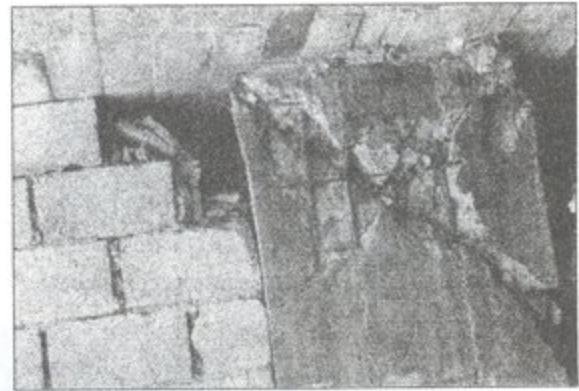
Şekil 23. Titreşim moduna uygun hasar



Şekil 24. Kalitesiz beton ve donatı işçiliğinin sonucu



Şekil 25. Kolon-kiriş birleşiminde Pas payının ayrılması



Şekil 26. Sargı bölgesinde kolon hasarı ve bölücü duvarda hasar

Genelde, Ceyhan'da, dolgu duvarlarda ve asmolen blok olarak briket kullanıldığı görülmüştür (Şekil 26).

Kapalı çıkmalar bulunan yapılarda depremde hasar görebilmektedir. Yatay yük taşıyıcı sistemin düzensiz olması sonucu oluşan burulma etkileri, hasara neden olmaktadır. Ceyhan'da kapalı çıkmalar nedeni ile hasar gören iki yapı Şekil 28 ve 29'da görülmektedir.



Deprem bölgelerinde yer alan bir çok kentimizde ana caddelerde yer alan yapılarda yumuşak kat oluşturulmaktadır. Yumuşak kat hasarı ile ilgili fotoğraflar Şekil 21 ve 22'de verilmiştir.

Kalitesiz beton ve donatı işçiliği sonucu ayrılmış olan bir kolon Şekil 24'de verilmiştir.

Sargı donatısı yetersizliği nedeni ile burkulmuş ve kabuk betonunu açmış olan kolon donatıları Şekil 25 ve 26'da verilmiştir.

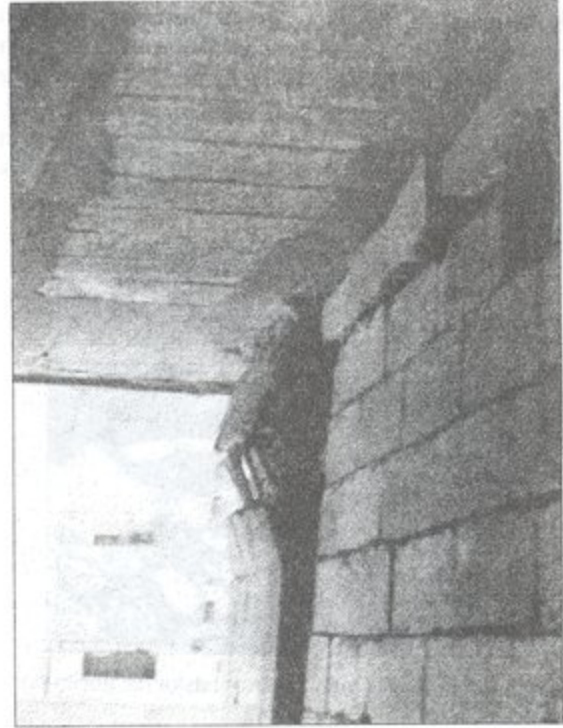
Bir sitede yer alan yapının kolon-kiriş birleşim yerinde sargı donatısının uygun olmaması sonucu hasar meydana gelmiştir (Şekil 27).



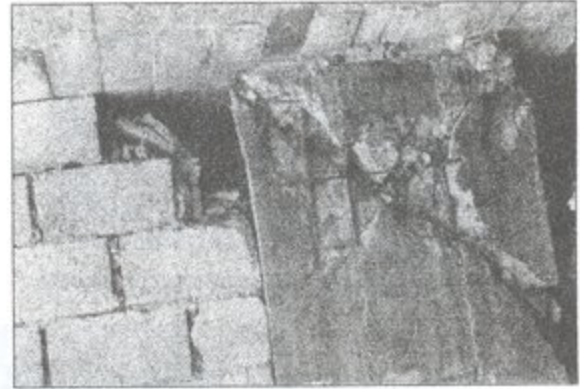
Şekil 23. Titreşim moduna uygun hasar



Şekil 24. Kalitesiz beton ve donatı işçiliğinin sonucu



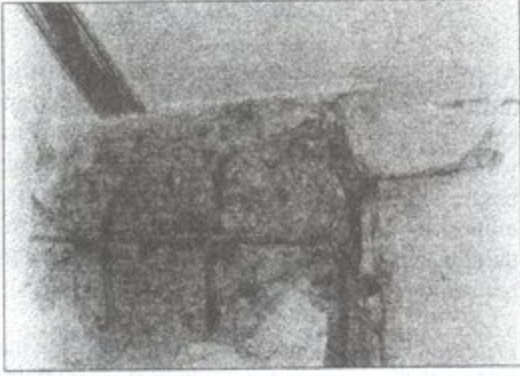
Şekil 25. Kolon-kiriş birleşiminde Pas payının ayrılması



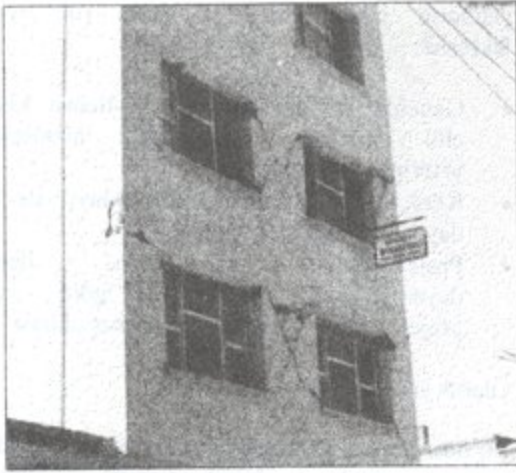
Şekil 26. Sargı bölgesinde kolon hasarı ve bölücü duvarda hasar

Genelde, Ceyhan'da, dolgu duvarlarda ve asmolen blok olarak briket kullanıldığı görülmüştür (Şekil 26).

Kapalı çıkımlar bulunan yapılarda depremde hasar görebilmektedir. Yatay yük taşıyıcı sistemin düzensiz olması sonucu oluşan burulma etkileri, hasara neden olmaktadır. Ceyhan'da kapalı çıkımlar nedeni ile hasar gören iki yapı Şekil 28 ve 29'da görülmektedir.



Şekil 27. Sargı bölgesinde burkulmuş boyuna donatılar



Şekil 28. Kapalı çıkmalarda duvar hasarı

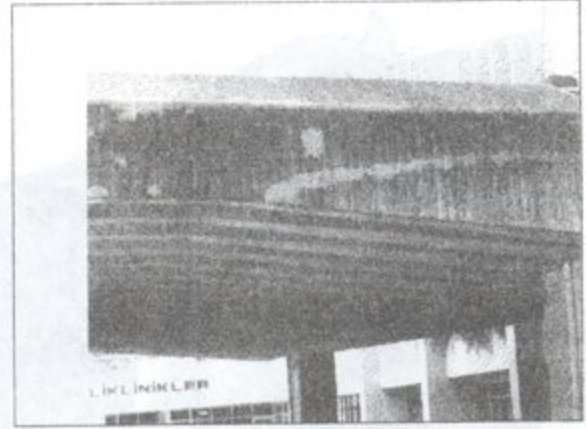


Şekil 29. Kapalı çıkmalar ve hasarlar

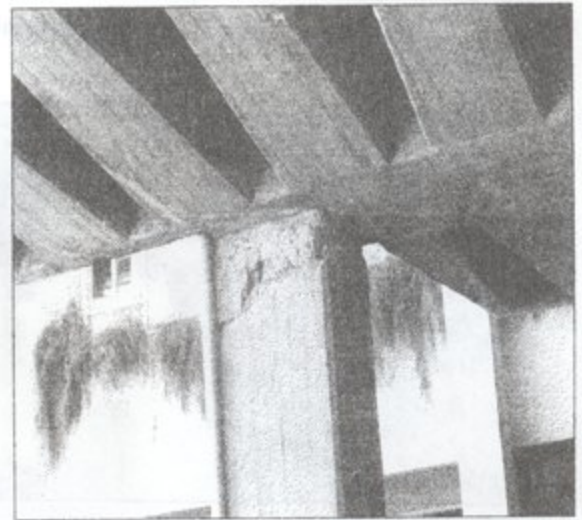
#### 4. ADANADA HASAR DURUMU

27 Haziran 1998 meydana gelen depremde Adana'da da bazı yapılar hasar görmüştür. Bu yapıların çoğu, mühendislik hizmeti görmeyen gecekondular yapıları olmaktadır. Bu arada eski Adana olan tepe bağı mahallesinin de yer aldığı kısımlarda, eski usullerle yapılmış kerpiç-yığıma özelliği arz eden bazı yapılar hasar görmüştür.

Adana'da hasar gören yapılar arasında en çok dikkati çeken Balcalı hastanesi binasıdır. Bina 1980 li yıllarda tamamlanarak hizmete açılmıştı. Hastane binası girişine mimari estetik düşüncesi ile olsa gerek bir kısım teşkil edilmiştir. Burada çok ağır ve rijit olan kirişler narin kolonlara oturmaktadır. Tipik bir güçlü kiriş-zayıf kolon uygulaması oluşmuştur. Oluşan hasarlar Şekil 30-34 de verilmiştir.



Şekil 30. Adana Balcalı Hastanesi girişinde zayıf kolon güçlü kiriş hasarı



Şekil 31. Ağır ve daha rijit olan kiriş ve daha zayıf kalan kolon örneğinde kolon hasarı



çalışmalar teşvik edilerek elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılması sağlanmalıdır.

## 6. TEŞEKKÜR

Depremden hemen sonra, Adana'da görevlendirmemizi sağlayan ve çalışmalarımıza her tür desteği sağlayan PAÜ Mühendislik Fakültesi Dekanlığına teşekkür ederiz.

## 7. KAYNAKLAR

Bayülke, N. 1989. Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar, 314 s, Teknik Yayınevi, Ankara.

Ersoy, U. 1992. Erzincan Depremi ve Betonarme Yapılar., 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.

Kaplan, H. 1993. Erzincan Depreminden İzlenimler ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İnşaat Sektöründe Bilgisayar Uygulamaları ve Yeni İzolasyon Malzemeleri Semineri, 29 Nisan 1993, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Kaplan, H. 1996. "1 Ekim 1995 Dinar Depremi Sonucu Oluşan Hasarlar ve Önleme Çareleri", Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1996, 2 (1), 25-34.

Çelebi, M. 1998. The Adana-Ceyhan Earthquake of June 27, 1998, EERI SPECIAL EARTHQUAKE REPORT(Internet).