

# 1 EKİM 1995 DİNAR DEPREMİ SONUCU OLUŞAN HASARLAR VE ÖNLEME ÇARELERİ

**Hasan KAPLAN**

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

## ÖZET

Büyük bir bölümü deprem kuşağında olan ülkemiz son üç yılda 13 Mart 1992 Erzincan ve 1 Ekim 1995 Dinar depremlerini yaşadı. Bunun sonunda önemli düzeyde ekonomik kaybın ve can kaybının olduğu deprem bölgelerindeki yapıların depreme dayanıklı olarak inşaa edilmediği gerçeği ortaya çıktı. Bu çalışmada 1 Ekim 1995 Dinar depreminde yerinde yapılan incelemelerin ışığında varılan sonuçlar ele alınarak depremde hasar gören yapılar ve hasar nedenleri incelenmiştir. Dinar'da meydana gelen depremden alınması gereken dersler ile benzer tektonik yapıya sahip diğer bölgeler için üzerinde durulması gereken konulara yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 1995 Dinar depremi, Deprem hasarı

## DAMAGES OCCURED AT DİNAR EARTHUAKE ON OCTOBER 1st, 1995 AND THE NECESSARY PRECAUTIONS TO BE TAKEN

### ABSTRACT

The great portion of Turkey is in the earthquake zone. In the last tree years, 13 March 1992 Erzincan and 1 October 1995 Dinar earthquakes have occurred. Some important economical and vital loses after these earthquakes showed that the buildings had not been built according to the related standards. Many masonry and reinforced concrete buildings in Dinar were damaged by the earthquake of 6th Richter magnitude. In this study Dinar earthquake and damaged buildings are taken into consideration. The investigations and suggestion are presented.

**Key Words:** 1995 Dinar earthquake, Earthquake damage

## 1. GİRİŞ

Günümüz teknolojisi ile depremlerin önceden tahmin edilmesi mümkün değildir. Ancak daha öncedeğ olan depremler ve bölgenin jeoteknik yapısı incelenerek deprem riski belirlenebilir. Bununla genellikle 50 yıl içinde beklenen maksimum şiddetli bir depremin etkilerinin karşılanması amaçlanır. Özellikle 1939 Erzincan depreminden sonra depremle ilgili mevzuatlar hazırlanmıştır. Ülkemiz geneli için hazırlanan deprem bölgeleri haritası ile hemen

hemen her yerleşim biriminin deprem riski tesbit edilmiştir. Şu halde Dinar'da depremin her an olabileceği önceden biliniyordu diyebiliriz.

Her an deprem olabileceği bilinen bölgelerde yapılaşma devam etmekte ve bir gün aniden ortaya çıkan depremle yapılar göçmekte, insanlar yaptıkları yapıların altında can vermekte, yaralanmakta ve büyük ölçüde maddi kayıp ortaya çıkmaktadır. Depremden hemen sonra bir çok şey söylenmekte önlemler tartışılmakta ancak belirli bir süre sonra bu unutulmaktadır.

1 Ekim 1995 tarihinde Dinar'da meydana gelen 6 şiddetindeki depremde 200 yapı yıkılmış, 4000 civarında konut oturulamaz düzeyde hasar görmüş, 90 kişi hayatını kaybetmiş ve 200'den fazla da yaralanma olmuştur (Deprem sonrası hasar tespit çalışmaları tutanağı). Bu kadar yüksek düzeydeki hasara rağmen can kaybı ve yaralanma olayının daha fazla olmamasının nedeni, 26-27 Eylül günlerinde de meydana gelen 4.7 şiddetindeki öncü depremlerden dolayı, binaların halk tarafından boşaltılmış olmasıdır.

Yakın tarihimizde kent merkezini etkileyen 1970 Gediz ve 1992 Erzincan depremlerinden sonra meydana gelen 1995 Dinar depremi, ülkemizdeki yapıların durumu hakkında acı bir gerçeği ortaya koymaktadır. Son yıllarda ülkemizde yapılan yapılar, tasarım, yapım ve denetim bakımından önemli bir sınavdan geçmektedir. Diğer taraftan bu depremler, yaptırım gücüne sahip olan otoritelerin ihmali, yapım işini gerçekleştiren mühendis, teknisyen, usta ve işçilerimizin bilgisizliğini ve sorumsuz davranış içinde olduklarını ortaya koymuştur.

## 2. DİNAR DEPREMİ YER HAREKETİ

Depremde yapıları etkileyen, yer hareketinin ivmesidir. Bu ivmenin büyüklüğüne göre yapılar yatay kuvvete maruz kalmaktadırlar. Yapıları daha çok etkileyen yatay ivme değeri, depremin büyüklüğü hakkında bize bir fikir vermektedir. Dinarda 26 ve 27 Eylül 1995 tarihlerinde olan 4.7 aletsel büyüklüğündeki iki öncü deprem, elastik sınırın ötesinde zorlanan yapılarda kılcal düzeyde çatlaklar oluşturmuştur. 1 Ekim'de oluşan 6.0 şiddetindeki üçüncü deprem ise, ilk depremlerde kılcal çatlaklar oluşan tüm yapılarda kalıcı deformasyonlar oluşturularak, yapıların yıkılmasına ya da hasar görmelerine neden olmuştur. 6.0 şiddetindeki ana şoktan hemen sonra olan 5.0 şiddetindeki sarsıntı ise önceden hasar gören bazı binalar da yıkılmıştır. Dinar'da artçı depremler uzun süre devam etmiştir. Bu depremlerden en büyüğü 4.0 şiddetinde oluşmuştur.

Depremlerde yer ivmesinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Deprem bölgesinde yer alan her yerleşim merkezine bir sismograf yerleştirilmesi oldukça ideal bir durumdur. Ancak imkanlar nisbetinde, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca bazı yerleşim birimlerinde ivme ölçerler yerleştirilmiştir. Bu Bakanlığın Deprem Araştırma Dairesi'ne ait olan ve Dinar Meteoroloji İstasyonunda bulunan ivme ölçerden okunan

maksimum yer ivmeleri Tablo 1'de verilmiştir (Bayülke, 1995).

Tablo 1 Dinar Depreminde Ölçülen Maksimum Yer İvmeleri

Oluş tarihi	Şiddeti	Maksimum yer ivmesi (cm/s <sup>2</sup> )		
		D-B	K-G	Dşy
26.09.1995	4.7	174	106	56
27.09.1995	4.7	77	163	40
01.10.1995	6.0	275	294	111
01.10.1995	5.0	118	208	38

1 Ekimde meydana gelen depremlerde, kuzey-güney doğrultusunda daha fazla olan yer ivmesi, yapıların genellikle bu yönde zorlanarak yıkılmalarına neden olmuştur.

Bu depremin 13 Mart 1992 Erzincan depremi ile karşılaştırılmasından iki önemli sonuç çıkarılabilir;

1. Erzincan'da 6.7 şiddetinde olan bir depremde, toplam yapılarla karşılaştırıldığında hasar oranı Dinar'dan çok daha düşük. Dinarda 6 şiddetindeki bir depremde kent genelinde %40'a varan hasar oluşmuştur. Dinarda can kaybının az olmasının nedeni halkın binalarda bulunmuyor olmasıdır. Eğer Dinar'da, 26-27 Eylül tarihlerindeki öncü depremler olmasa idi, ölüm oranı çok daha büyük olacaktı. Yıkılan dört katlı bir çok yığma bina bu durumu açıkça göstermektedir.
2. Dinar, yaklaşık 35 yıldan beri 1. derece deprem bölgesinde olarak tanımlanmasına rağmen, burada yapılan yapıların depreme göre tasarlanmadığı ortaya çıkmıştır.
3. Yakın tarihimizde, Türkiye'de ilk kez, öncü depremlerden sonra daha büyük şiddetli deprem meydana gelmiştir (Bayülke, 1995)

## 3. DİNAR DEPREMİ VE KAMU BİNALARI

Depreme dayanıklı yapı yapmanın denetim ve sorumluluğu herşeyden önce kamu kuruluşlarına aittir. Kamu kuruluşları yaptığı ya da denetlediği binaların projelendirme aşamasından itibaren uygulama ve kullanıma kadar olan aşamalarda depreme dayanıklılık esasına göre teşkilinden sorumludur. Kamu binaları, savaş ve doğal afetlerden sonra hemen kullanılması gereken yapılar olduğundan gerekli hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir.

Dinar'da mevcut olan 54 adet kamu binasından 15'i yıkılmış yada ağır hasar görmüştür. Yıkılan binalar,

Emniyet Lojmanları, Adliye Lojmanları, Emniyet Müdürlüğü Hizmet Binası, İtfaye Binası, Maliye Lojmanları ve Tarım Kredi Kooperatifi binalarıdır. Ağır hasar gören kamu yapıları ise, Dinar Lisesi, Hükümet Konağı, Adliye Hizmet Binası, Atatürk Ortaokulu, İmam Hatip Lisesi Lojmanları, Müftülük Hizmet Binası, TCDD eski ve yeni Lojmanları ve Belediye Hizmet Binasıdır. PTT Binası da depremden sonra kullanılamayacak düzeyde hasar gören yapılar arasındadır. Aralarında hastane binasının da bulunduğu 12 bina hafif hasar görmüştür. Genel olarak 27 kamu binasının depremden hasar gördüğü ve kullanılmaz durumda olduğu gözlenmiştir. Depremden hemen sonra aktif olarak kullanılacak olan kamu binalarının bu düzeyde hasar görmeleri düşündürücüdür. Kamu binaları halkın nazarında sembolik değere sahip binalardır. Devlet kendi yaptırdığı veya kiraladığı binaların deprem dayanımlarını belirli düzeyde tutamazken, halkın denetimsiz ve usulüne uygun olmayarak inşaa ettirdiği binalarda depreme dayanıklılık şartının sağlanması güçleşmektedir.

#### 4. YAPISAL HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dinar'da hasar gören yapıları, betonarme ve yığma yapılar olarak ele almak mümkündür.

##### 4.1 Yığma Yapılar

Birinci derece deprem bölgesi olan ve 1928'de böyle bir depremin yaşandığı Dinar'da dört kata kadar yığma yapı ile karşılaşmıştır. Deprem bölgelerinde çok katlı yığma yapı yapılmaması gerektiğine ait hususlar, yönetmeliklerde mevcuttur. Deprem sonrası Dinar'da yapılan incelemede, villa tipi lüks yapıların bile yığma yapıldığı tespit edilmiştir. Önceden 1-2 kat yapılan yığma yapının, üzerine kat ilavesi yapılarak dört katlı yığma yapılar oluşturulduğu gözlenmiştir. Dinar'da mevcut olan bu yapıların hemen hemen tamamı ya yıkılmış, ya da ağır hasar görmüştür. Hasar gören yığma yapılar onarılamayacak düzeydedir. Önceden olan öncü depremler nedeni ile bu tür yapılarda yaşayan insanların evleri terk etmiş olmaları, can kaybını azaltmıştır. Şekil 1-3'de 1 Ekim 1995 Dinar depreminde yıkılan bazı yığma binalar verilmiştir.

##### 4.2 Betonarme Yapılar

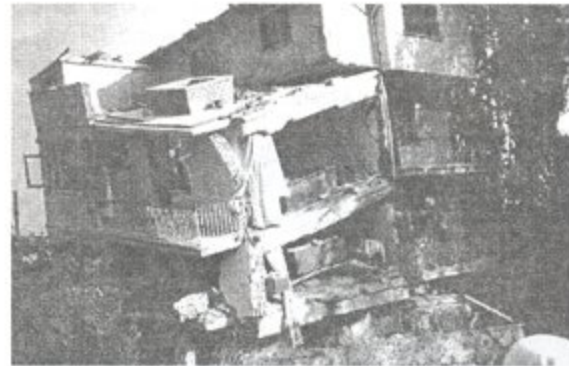
Dinar'da yıkılan ya da hasar gören betonarme yapıların, yıkılmasının ya da hasar görmesinin



Şekil 1 Kat ilavesi yapılarak 4 katlı hale getirilmiş ve son iki katı yıkılmış olan yığma bina



Şekil 2 Daha iskana açılmadan yerle bir olmuş dört katlı yığma bina



Şekil 3 Hasar görmüş 4 katlı bir yığma bina

sebepleri; projelendirme hataları, malzeme kalitesinin düşük olması, uygulama ve işçilik hataları şeklinde sıralanabilir.

##### 4.2.1 Projelendirme Hataları

Yapılarda karşılaşılan proje hataları olarak düzensizlik, yatay yük taşıyıcı perdelerin eksikliği, yumuşak kat, güçlü kiriş-zayıf kolon, kısa kolon,

bitişik nizam yapılar, asmolan kat döşemeli binalar olarak gözlenmiştir. Şimdi bunları tek tek ele alalım.

**a) Düzensizlik:** Deprem açısından en uygun plan biçimi kare ve daire olan yapılardır. Bu tür yapılar her yönde aynı oranda deprem kuvveti ile zorlanırlar ve her yönde aynı ölçüde taşıma güçleri vardır. Dairesel yapı planı en ideal olmakla birlikte, uygulama ve mimari kullanım açısından zorluklar çıkardığı için uygulanamamaktadır. Fazla uzun olmaması koşulu ile dikdörtgen yapı planı da basitlik ve simetri bakımından uygundur. İçeriye dönük köşeleri ve karmaşık planları olan yapılar, köşelerde gerilme birikimi ve yapıda burulma etkileri olacağından sakıncalıdır.

Yüzde 90'ı deprem bölgesinde yer alan ülkemizin bir çok kent merkezinde inşaa edilen yapıların çoğunda, çerçevelerin sürekli olmasına hiç özen gösterilmemektedir. Mimariye uyabilmek için çerçeve kesilmesine, kolon kaydırılması ve kirişlerin kolonlara eksantrik oturtulması durumlarına sıkca rastlanmaktadır. Bir çok betonarme yapıda, mimari düzensizlikler nedeniyle ani rijitlik değişimleri bulunmaktadır.

1 Ekim 1995 Dinar depreminde de bir çok bina düzensizlik ve ani rijitlik değişimi nedeni ile hasar görmüştür. Düzensizlik nedeni ile hasar gören bir yapı Şekil 4'de verilmektedir. Şekil 5'de ise ara katı göçmüş bir yapı görülmektedir. Bu yapının hasar nedeni, açık bir şekilde yapı hatasıdır. Yapı yüksekliği boyunca, düzenli inşaa edilmemiş, zeminde en fazla olan kesme kuvveti ile önce zemin



Şekil 4 Düzensiz yapılmış ve depremde kullanılamaz hale gelmiş bir yapı

katta beklenen hasar düzensizlik dolayısı ile ara katta oluşmuştur. Binanın çöken ara katında iki yaşlı insan can vermiştir.

**b) Yatay yük taşıyıcı perdelerin eksikliği:** Betonarme yapıların depreme dayanıklı olarak teşkil edilmesinde önemli paya sahip olan perde duvarlar ya kullanılmamakta ya da düzensiz olarak planda yer almaktadır. Taslak olarak hazırlanan Türk Deprem Yönetmeliğinde perde duvar kullanımı zorunlu hale getirilirken, tecrübe ve bilgi eksikliği tasarımcıları yaklaşık hesaplara yönlendirmektedir.

Betonarme yapılar çoğunlukla çerçevesiz olarak yapılmaktadır. 1975 yılında kabul edilen deprem yönetmeliği ile deprem yatay yük katsayılarının artırılmış olması sonucu yatay yüklerin ancak perde duvarların katkısı ile taşınabileceği ortaya konulmuştur. Ancak birinci derece deprem bölgesi olan Dinar'da hasar gören ya da göçen bir çok yapıda perde duvar kullanılmamıştır.

**c) Yumuşak kat:** Kent merkezlerindeki bir çok binanın zemin katı ticari amaçla kullanıldığından bu kattaki kolonlar arasında dolgu duvar bulunmamaktadır. Üst katlar ise konut veya iş yeri olarak işlev gördüğünden kolonlar arasında dolgu duvarlar yapılmaktadır. Dolgu duvar yapımında genelde tuğla kullanılmıştır.

Zemin katta hacim kaybı olmaması için kolon kesit boyutları küçük seçildiğinden kolonlar oldukça narindir. Kirişler ise, boyutlarının pencere boşluklarını uydurulması için gereğinden fazla derin



Şekil 5 Ara katı göçmüş Bodrum+4 katlı bir bina

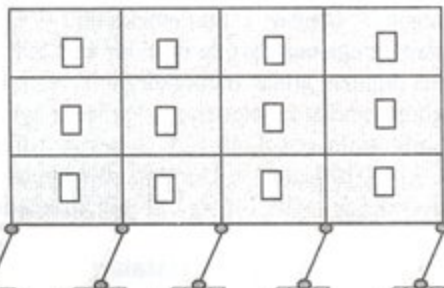
yapılmıştır. Bu özellikler nedeniyle deprem açısından son derece sakıncalı taşıyıcı sistemler oluşmuştur.

Bir çok yapıda, üst katlarda dolgu duvar olmasına karşın zemin katların açık bırakılması ve kolonların da narin olması nedeniyle, "yumuşak kat" olarak adlandırılan zayıf bölgeler oluşmuştur. Bu tür sistemlerde, yanıl ötelenmenin büyük bir kısmı tek katta oluşmakta, özellikle kolon gibi fazla sünek olmayan elemanlarda büyük oranda hasar oluşmaktadır (Şekil 6).

Bazı yapılarda üst katlarında dolgu olarak tuğla kullanılmasına karşın zemin katta çürük beton birikimler kullanılmaktadır. Depremde bu birikimlerin ezilmesi ile "yumuşak kat" ortaya çıkmaktadır. Bazı binalarda ise, perdeli olan bodrum katın üzerinde ani rijitlik değişimleri ortaya çıkmaktadır. Kat yüksekliği de fazla olan zemin kat göçmektedir. Şekil 7'de yalnız zemin katı göçmüş olan bir yapı görülmektedir.

**d) Güçlü Kiriş-Zayıf Kolon:** Yapı elemanlarının tasarımında kiriş ve döşemelerin tasarımına harcanan çaba kadar, kolon tasarımına çaba harcanmamaktadır. Oysa kolonlar, hem düşey hem de deprem yükleri altında yapıların en kritik elemanlarıdır. Genel olarak deprem hesabı ya hiç yapılmamakta, ya da gereğince yapılmamaktadır. İnşaat mühendisleri arasındaki yoğun rekabetin sonucu olan düşük proje ücretleri karşısında tam anlamı ile bir hesap yapmak ekonomik olmamaktadır. Sadece düşey yük ve bir takım estetik gayelerle yapılan tasarım sonucu zayıf ve narin kolonlar ile daha güçlü kirişler ortaya çıkmaktadır ki bu, deprem açısından son derece sakıncalıdır (Şekil 6).

Şiddetli depremlerde yapının kiriş mesnetlerinin mafsallaşarak enerji yutması ve deprem kuvvetlerini sönümlemesi istenir. Eğilme etkisine maruz olan kirişler daha sünek, eğilmenin yanında yüksek



Şekil 6 Zemin katı dolgunsuz binada göçme mekanizması



Şekil 7 Zemin katı göçmüş yapı

düzeyde aksel yük taşıyan kolonlar ise gevrek davranış sergileyecektir. Mafsallaşma kiriş uçları yerine kolon uçlarında oluşursa bina gevrek davranış göstererek göçebilir.

Yıkılan ya da ağır hasar gören bir çok binada, kolon kesit boyutlarının küçük ve kiriş derinliklerinin fazla olması nedeni ile "kuvvetli kiriş-zayıf kolon" oluşturulmuş olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle hasar önce çok sünek olan kirişler yerine, sünekliği az olan kolonlarda meydana gelmiştir.

**e) Kısa Kolon Davranışı:** Hesapta öngörülen kolon boyu, dolgu duvarında açılan pencere boşluğu ya da hesapta dikkate alınmamış olan merdiven kirişleri dolayısı ile kısalabilir. Bu durumda kolon kesme kuvveti kolon boyundaki kısalmaya bağlı olarak artmaktadır.

1 Ekim 1995 Dinar depreminde göçen, ya da ağır hasar gören bazı yapılarda da kısa kolon oluşturulduğu gözlenmiştir. Bunlar genelde mimariden kaynaklanmış ve pencere boşlukları nedeni ile oluşmuştur. Dolgu duvarı nedeni ile boyu çok kısalan kolonlarda gevrek kesme kırılmasını önlemek zordur.

Şekil 8a'da bant pencere nedeniyle oluşan kısa kolon hasarı, Şekil 8b'de ise merdiven kirişi nedeni ile oluşan kısa kolon hasarı görülmektedir.

**f) Bitişik Nizam Yapılar:** Bitişik nizam binalar, deprem sırasında eşzamanlı olmayan salınımlar yaptıklarından dolayı kaçınılmaz olarak çarpışmakta, kısa yapılar uzun ve daha narin olan yapıları kat hizalarından kırmaktadır (Şekil 9). Farklı yükseklikte ve kat hizaları birbiriyle aynı düzeyde bulunmayan bitişik nizam binalar tamamen planlama hatasından kaynaklanan bu tehlikeye maruzdurlar.



a) Pencere boşluğu ile oluşan kısa kolon etkisi



b) Merdiven kirişi ile oluşan kısa kolon etkisi

Şekil 8 Kısa kolon etkisi ile hasar görmüş yapılar

g) Asmolen Kat Döşemeli Binalar: 1 Ekim 1995 Dinar depreminde, halk arasında en sağlam bina olarak bilinen 5 katlı asmolen kat döşemeli bir bina yıkılmıştır. Asmolen döşemeli binalarda kat

ağırlıkları normal döşemeli binalara nazaran daha fazla olmaktadır. Diğer taraftan daha rijit olan kirişler, narin olan kolonlara oturmaktadır. Türk Deprem Yönetmeliği'nde, perdelerle yanal ötelenmelerin kısıtlanmadığı durumlarda, bu tür döşemelerin kullanılması yasaklanmıştır. Depremde yıkılmış olan binada oluşan yanal, ötelenmeler kolonların döşeme ile birleşim bölgelerinde mafsallaşmalara neden olmuştur. Bina yanal ötelenmenin belirli bir değere ulaşması ile ani olarak göçmüştür.



Şekil 9 Farklı yükseklikli bitişik binalarda çarpışma hasarı

#### 4.2.2 Malzeme Kalitesi

Ne kadar iyi proje hazırlanırsa hazırlansın, projede öngörülen malzeme mukavemetleri sağlanmadığı sürece yapılar yıkılma riski ile karşı karşıyadır. Malzeme kalitesini, hem çimento ve agreganın fiziko-mekanik özellikleri, hem de yapım esnasındaki hatalar etkilemektedir. Dınarda kullanılan agrega ocakları ile ilgili bir veri bulunmuş olmasına rağmen, alınan numunelerin incelenmesi ve hasar gören binalarda yapılan gözlemlerde agrega ve beton kalitesinin çok kötü olduğu tespit edilmiştir. Kolon kiriş birleşim yerlerinde dökülmüş olan betonların dayanımları  $100 \text{ kg/cm}^2$ 'nin altındadır.

#### 4.2.3 Uygulama ve İşçilik Hataları

Uygulama hatalarını, beton kalitesi ve donatı detayları bakımından ele almak mümkündür.

Dinarda hasar gören veya çöken bir çok yapıda, donatı detayları ile ilgili hatalar yapılmıştır.

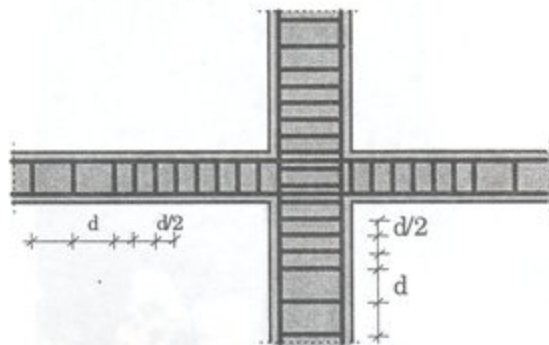
**Etriye Sıklaştırması:** Gerek deprem davranışı dikkate alınmadan yapılan tasarım, gerekse yanlış uygulamalar sonucunda, kolonlarda ve kirişlerde betonu sararak kesme ve basınç dayanımını artıran ve boyuna donatının burkulmasını önleyen etriyeler, çok seyrek konulmaktadır.

Dinarda hasar gören, ya da yıkılmış olan binaların çoğunda, kolon ve kiriş uçlarında deprem yönetmeliğinin öngördüğü sargı bölgesi oluşturulmamıştır. En kritik bölgelerde bile, örneğin kolon uçlarında, etriye çapı ve aralığı TS 500'e bile uymamaktadır. 30x30 cm kesit boyutuna sahip kolonlarda, etriye aralığının genelde 30-40 cm olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan kolon etriyeleri, kiriş içinde devam ettirilmemiştir. Şekil 10'da kolon-kiriş birleşim yerinde yapılması gereken etriye sıklaştırılması görülmektedir.

Genellikle 6-8 mm çaplı etriyeler, 25-30 cm hatta 35 cm ara ile konulmaktadır. Bu arada, kolon ve kiriş uçlarında etriye sıklaştırılması ancak, bazı resmi yapılarda ender olarak yapılmaktadır.

Deprem sonrası göçen yada hasar gören yapıların çoğunda etriye sıklaştırılmasına rastlanılmamıştır.

Elemanların sünek davranabilmesi için gerekli sargı olmadığından, çerçeveler kesinlikle yönetmeliğin öngördüğü "sünek çerçeve" sınıfına girmemektedir (Ersoy, 1992). Bu durumda projeci, sünek çerçeve varsayımı ile yönetmelikteki azaltılmış yatay yükleri kullanmış, ancak sünekliği sağlayamamıştır. Ayrıca kolon etriye kancaları 135° bükülerek göbeğe ankre edilme yerine, 90° bükülerek bindirmeli yapılmıştır. Bu uygulama kesinlikle yönetmeliğe aykırıdır. Bu tür



Şekil 10 Kolon-kiriş birleşim yerinde etriye sıklaştırılması

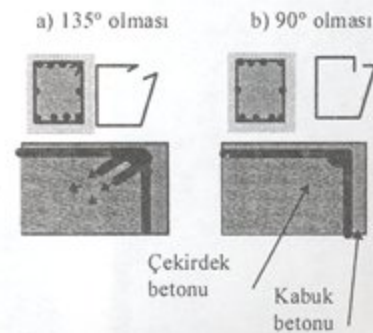
etriyelerin sargı donatısı olarak iş görmesi mümkün değildir. Nitekim Erzincan ve Dinar depremlerinde etriyelerin açılarak etkisiz duruma geldikleri gözlenmiştir (Şekil 11,12,13,14).

Hasar gören bir çok binada, kolon bindirme eklerinin tümü kat düzeyinde yapılmıştır. Bindirme boyu genelde yönetmeliğin öngördüğü boydan çok daha kısadır.

Kesiti ince uzun kolonlarda, 3-5 sıra boyuna donatı yerleştirilmiş ve bunlar tek bir etriye ile sarılmıştır. Ara donatılar, etriye veya çiroz ile bağlanmamış olduğundan sargı etkisi oluşmamaktadır (Şekil 12,13,14).

Kolonların deprem yükleri altında kesme güvenliği düşünülmediğinden, mevcut etriyeler depremin neden olduğu kesme kuvvetlerini alabilecek kapasiteye sahip değildir. Binaların köşe kolonlarının, diğerlerine göre genelde daha az boyuna donatıya sahip olduğu gözlenmiştir. Sadece düşey yük düşünülerek yapılan bu uygulama, deprem gerçeğine ters düşmektedir. Proje yapılırken depremin kirişlerde tersinir etkiler oluşturacağı dikkate alınmamıştır. Bu nedenle, mesnetteki kiriş alt donatısı çok az ve yetersizdir. Bu duruma, yönetmelikte bu donatının üst donatının %50'sinden az olması hükmüne rağmen binaların çoğunda rastlanmıştır.

**Etriyelerin 90°de bırakılması:** Özellikle kolon-kiriş birleşim bölgesinde çekirdek betonu içine ankre edilmeyen etriye açılmakta ve donatının burkulmasına neden olmaktadır. Yönetmeliklerde 135° olması istenirken, uygulamada bu sağlanmamıştır. Özellikle deprem yükleri gibi dinamik yüklemelerde, düğüm noktasındaki etriye açılarak, boyuna donatının burkulmasına neden



Şekil 11 Etriye uçlarının 135° veya 90° bükülmesi durumları

olmaktadır. Enine donatının görevleri; boyuna donatıyı beton yerleştirilirken yerinde tutmak, boyuna donatının burkulma boyunu azaltak göbek betonun sünekliliğini, dolayısı ile dayanımını artırmaktır (Ersoy, 1984). Özellikle göbek betonun etriyeler tarafından sarılarak, betonun tek eksenli gerilme halinden üç eksenli gerilme haline getirilmesi, dayanımı önemli ölçüde artırmaktadır. Bu oran, 2-4 kat arasında değişmektedir. Depremde sönüm, önemli bir yer tutmaktadır. Kirişlerde donatı oranı ayarlanarak sönüm oranı yükseltilebilmektedir. Kolonlarda ise, düğüm detayları ile süneklilik sağlanabilmektedir.

Uygun bir kolon kiriş birleşimi için sargı donatısı kullanılmalı ve etriye uçları 135° bükülerek göbek betonu içine ankre edilmelidir. Etriyenin göbek betonuna ankre edilmesi ve edilmemesi durumları Şekil 11'de incelenmiştir.

Etriyenin göbek betonu içine ankre edilmemesi halinde sıyrılacağı, açıkça görülmektedir. Şekil 12'de açılarak sargı özelliğini kaybetmiş etriye görülmektedir.

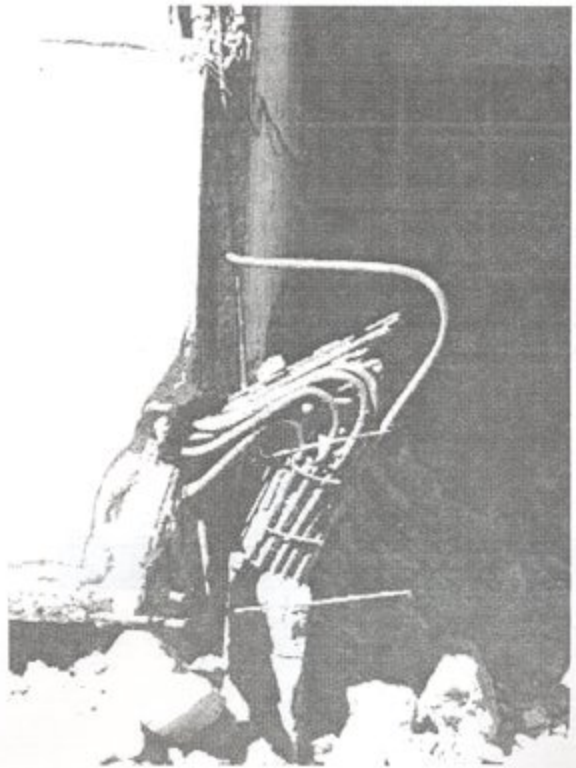
Şekil 14'de görülen kolonda oldukça fazla olan boyuna donatı, neredeyse hiç sarılmamıştır. Donatılar açılarak burkulmuştur. Binanın köşe kolonundaki bu tür bir hata, depremde binanın yıkılmasına neden olmuştur.



Şekil 12 Kolon sargı bölgesi hasarı



Şekil 13 Sargı yetersizliği ile hasar gören köşe kolonu



Şekil 14 Sargı donatısı yetersiz köşe kolon hasarı



## 5. DİNAR DEPREMİ VE DENİZLİ

Denizli, Dinar ile aynı fay zonu üzerinde yer almaktadır. Denizli'deki bir çok betonarme bina Dinar'dakilerden çok fazla dayanıklı değildir. Özellikle ana caddeler üzerinde yer alan bitişik nizamda sıralanan binaların köşelerindeki yapılar çarpışma sonucu yıkılabilir. Yumuşak kat olayı, düzensizlik, uygulama hataları ve denetimsizlik Denizli'de de mevcuttur.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Anabilim Dalı Öğretim Elemanları tarafından "Denizli'deki Kamu Binalarının Deprem Dayanımlarının Araştırılması" konulu bir proje başlatılmış bulunmaktadır.

Dinar ile aynı fay zonu üzerinde bulunan ve Dinar'a uzaklığı 100 km olan Denizli'deki mevcut ve yapılmakta olan yapıların, depreme dayanıklı olması için gereken hassasiyet gösterilmelidir. Bir deprem sonrası telafisi mümkün olmayan can kaybı ve trilyonlarla ifade edilebilen maddi kayıplar olmaktadır. Bu konu ile ilgili Denizli çapında, acilen yapılması gereken işler ile ilgili bazı hususlar aşağıda verilmiştir.

- Bu konuda yapılacak olan proje vb. çalışmaların desteklenmeli,
- Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi bünyesinde bir deprem araştırma ve uygulama merkezi faaliyete geçirilmeli,
- Panel ve konferanslar düzenlenerek Denizli'de depreme dayanıklı yapılaşmanın önemi sık sık işlenmeli,
- Depreme dayanıklı yapı teşkili konusunda ve mevcut yapıların deprem dayanımlarının iyileştirilmesi ile ilgili olarak Valilik, Belediye, TMMOB-İnşaat Mühendisleri Odası ve Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü ile Üniversite arasında koordinasyonun sağlanmalı,
- Yapıların depreme dayanıklı olarak yapıp yapılmadığı konusundaki denetimler, etkin ve yaptırım gücü olan kuruluşlarca sağlanmalı, Belediye'ce yapılmakta olan yapı denetimlerine, üniversiteden de ilgili teknik elemanlar katılmalı. Diğer taraftan İMO'daki proje denetiminde, depreme dayanıklı taşıyıcı sistemin olup olmadığı öncelikle ele alınmalı (Şu anda bu konu ile ilgili bir denetim yapılmamaktadır). Belediye ve İnşaat Mühendisleri Odasının onayından geçen bir çok proje, deprem açısından son derece sakıncalı

ayrıntıları içermektedir. Bunların titizlikle kontrol edilmesi ve giderilmesi gerekmektedir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1 Ekim 1995 Dinar depremi sonunda bir kez daha ortaya çıkan acı gerçek, betonarme binalarımızın depreme dayanıklı olmadığıdır.

Depremde yapıların hasar nedenleri olarak;

- Tasarımdaki teknoloji eksikliği,
- Seçilen taşıyıcı sistemlerin deprem için güvenli olmaması, düzensiz çerçevelerin teşkil edilmesi,
- Kolon boyutlarının yetersiz olması,
- Perdeler gibi yatay yük taşıyıcı elemanların kullanılmamış olması,
- Kolon ve kiriş boyutları, zayıf kolon-kuvvetli kiriş oluşturmaması,
- Beton kalitesinin düşük olması,
- Donatı işçiliğinin kötü olması,
- Hatalı donatı detayları, kolon kiriş birleşiminde sargı yapılmaması, etriye aralığının çok fazla olması, kiriş donatılarının ankrajlanmaması,
- Simetrik olmayan ve düzensiz kat planları dolayısı ile oluşan burulmanın göz önüne alınmamış olması

gibi nedenleri saymak mümkündür. Bu hataların ortadan kaldırılması için;

- Depreme dayanıklı yapı yapmanın öneminin ve bunun nasıl olacağını ana hatları ile her kademedeki elemanlar tarafından bilinmesi gerekmektedir. Çıraklık Eğitim Merkezlerinde, hala inşaat ustalarına ve işçilerine yönelik bir program bulunmamaktadır. Diğer taraftan bu konuda idari bir yaptırım da, henüz sağlanamamıştır. Bu konuda gerekli hukuki ve teknik düzenlemelerin yetkili mercilerce yapılması gerekmektedir.
- Teknik elemanların gelişen teknoloji ve yöntemlere adapte olabilmeleri için, hizmet içi eğitim kursları (seminerler) düzenlenmelidir.
- Üniversitelerde uygulamalı eğitime ağırlık verilmelidir. Öğrencilere deneyim kazandıracak

olan laboratuvar ve staj çalışmalarına gereken önem verilmelidir.

- Mühendislik fakültelerini bitiren mühendisler, ülke genelinde yapılacak olan yeterlilik sınavında başarılı olduktan sonra, proje kontrol ve imza yetkisine sahip olmalıdırlar. Bu sınav uygulamalı ve yazılı olabilmelidir. Bu konuda da gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Dinar depreminden sonra, deprem bölgesinde incelemeler için yapılan masraflara katkıda bulunan, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Koruma ve Yaşatma Derneğine, Makaleyi inceleyerek değerli görüşlerini belirten Sayın Prof. Dr. M. Duran TEKİN ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Abdurrahman ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

## 7. KAYNAKLAR

Anonim, 1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara

Anonim, 1983. 18.11.1983 Erzincan Depremi, İmar

ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.

Anonim, 1993. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara

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

Bayülke, N., 1995. 26-Eylül - 1 Ekim 1995 Dinar Depremleri Deprem ve Hasarın Özellikleri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi Bülteni, 9-14.

Ersoy, U., 1985. Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, 643 s, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Bizim Büro Basımevi, 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