

İNCELEMELER ..

BİNA HASARLARININ YAPISAL NEDENLERİ

Mehmet Nuray AYDINOĞLU



armara Bölgesi'nde çok geniş bir alanı etkileyen Kocaeli Depremi, neden olduğu yapısal hasar ve ölümcül yıkımlar bakımından hiç şüphesiz yakın Türkiye tarihinin en büyük doğal -ve maalesef

aynı zamanda insan yapısı- afetidir. 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1997 Adana-Ceyhan'dan sonra son yedi yıl içinde Türkiye'nin yaşadığı dördüncü "kent depremi" olan bu deprem, Kocaeli ve Sakarya illerinde, kısmen de İstanbul'un bazı bölgelerinde yüzlerce çok katlı binanın toptan göçmesine, binlercesinin de ağır hasarına neden oldu. Ölenlerin büyük çoğunluğu, kat döşemelerinin birbirinin üstüne göçmesi sonucu, ne yazık ki ezilerek can verdiler.

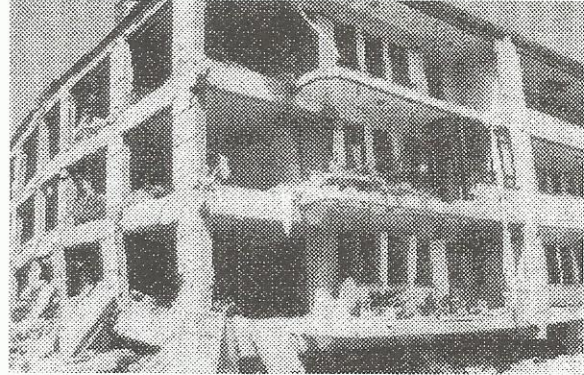
Üzülerek belirtmek gerekiyor ki, bu ülkede işinin uzmanı olan yapı ve deprem mühendisleri, bu depremde bina türü yapılarda meydana gelen ağır yapısal hasar ve yıkımların arkasındaki nedenlerin, Erzincan, Dinar ve Adana-Ceyhan depremleri ile nerede ise **tıpatıp aynı olduğu** konusunda fikir birliği içindeler. Bu depremin öncekilerden tek farkı, Adapazarı'nda sivilaşmaya bağlı zemin göçmeleri dolayısı ile bazı binalarda hemen hemen hiç can kaybına yol açmayan hasardan ibaret.

Binalardaki ağır yapısal hasarın ve toptan göçmelerin hemen hemen tümü, yukarıda sözü edilen üç depremde olduğu gibi, **çok katlı betonarme binalarda** meydana geldi. Ülkede ranta, kolay kazanca, yer yer mafya oluşumlarına dayalı başıbozuk yerleşme ve yapılaşma süreci içinde, mühendisi ile, müteahhidi ile, işinin ehli olmayan bilgisiz, cahil kişiler, uydur-kaydır betonarme binaları kat kat üstüne diktikçe, bu binaları satın alan, kiralayan bu ülkenin **sade vatandaşları** ne denli büyük bir riskin altına girdiklerini maalesef anlayamadılar. Bu çarpık ve azgın yapılaşma süreci içinde vatandaş çok katlı betonarme inşaata hep "güven duydu". Çünkü ne kadar kötü, kalitesiz de olsalar betonarme çok katlı binalar, statik düşey yükler altında ayakta duruyor, apartman daireleri allanıp pullanıp on milyarlarca liraya alınıyor, satılıyordu.

Doğa son üç depremin herbirinde uyarısını yaptı, ama olan olmuştu, vatandaş korktu ama çabuk unuttu ve Marmara bölgesinde de bu çarpık düzen 17 Ağustos'a dek süregitti. Uzmanların hep dediği gibi, yapısal hataları hiçbir zaman affetmeyen deprem geldi kapımızı çaldı.

Zayıf katlar

Bu depremde de, son üç depremde olduğu gibi, betonarme binaların toptan göçmelerinin en önemli nedeni, özellikle binaların zemin katlarındaki "zayıf kat"lar oldu (Resim 1). Bu tür hasara maruz kalan binaların yatay deprem yüklerine karşı koyan betonarme taşıyıcı sistemleri, sadece düşey kolonlar ile yatay kirişlerden oluşan ve "çerçeve" diye adlandırdığımız sistemlerdir. Çerçeve sistemlerinde, mimari hacımları birbirinden ayıran veya cephelerde kullanılan, hafif, boşluklu tuğla veya benzeri malzmeden yapılmış zayıf "dolgu duvarları"nm yük taşıması beklenmez. Ancak betonarme kolon ve kirişler çok kötü ve kalitesiz olarak yapıldığından, bu zayıf duvarlar bile depremde belirli bir sınıra kadar sistemin ana taşıyıcı elemanları gibi çalışıyorlar. Kentlerde özellikle perakende ticaretin en yaygın olarak yapıldığı mekanlar konut türü binaların zemin katlarında yer aldığı için, geniş hacim elde etmek amacıyla bu katlarda dolgu duvarları genellikle kullanılmıyor veya varsa kaldırılıyor. Bu durumda kötü, kalitesiz ve zayıf betonarme kolonlar, bu kata etkileyen ve deprem kuvvetlerinin bileşkesine eşit olan büyük yatay yüklere dayanamıyorlar. Kolonların kırılarak göçmesi ile diğer kat döşemeleri de birbirlerinin üstüne yıkılıyor, sonuçta büyük can kaybına yol açan **toptan göçme** diye adlandırdığımız yıkımlar oluyor. Bunların Erzincan'da, Dinar'da, Adana'da, Ceyhan'da gördüğümüz aynı nedene bağlı yıkımlardan hiçbir farkı yok.



Resim: 1 - Zemindeki zayıf katlar, binalarda toptan göçmelerin en büyük nedeni

Kötü malzeme, kötü işçilik

İnsan hayatını doğrudan ilgilendirmesine rağmen bu ülkedeki inşaat süreci büyük bir ilkelik içindedir. Herşeyden önce, Türkiye'de betonun imalatı ve yerleştirilmesi, büyük bir ihmal ve bilgisizlik içinde yapılıyor. Kum-çakıl ocağından kepçe ile çıkarılan kirlili tuvenan agregaya veya tuzlu deniz agregasına göz kararı karıştırılan çimento ve su ile yapılan betonların Erzincan'da, Dinar'da, Adana'da gösterdikleri performans içler acısıdır. Buralardaki binalardan alınan

karot numunelerinden elde edilen ortalama beton dayanım değerleri 10 Mpa (100 kg/cm²)'nin altında kalmıştır. Son yıllarda beton üretiminde gözlenen kısmi düzelmeye, hazır beton üretimi ve kullanımında gözlenen artışa karşın, depremde betonarme inşaatın beklenen "sünek yapı" davranışında hayati derecede önemli olan donatı çeliğinin ve bu malzeme ile inşaatlarda yapılan **demir işçiliğinin kalitesi** son derece düşüktür. Bu ülkede, hiçbir denetim mekanizmasına tabi olmayan yüzlerce haddehane, yönetmeliklere uygun olmayan kalitesiz donatı çeliklerini üretiyorlar. Dahası, bu kötü çelik malzemesi, bilgisiz-egitimsiz demirciler tarafından doğranıyor, eğilip bükülüyor kalıplara gelişigüzel yerleştiriliyor. Gölcük'te, Adapazarı'nda, Avcılar'da bu kalitesizliğin örnekleri halen gözler önündedir.

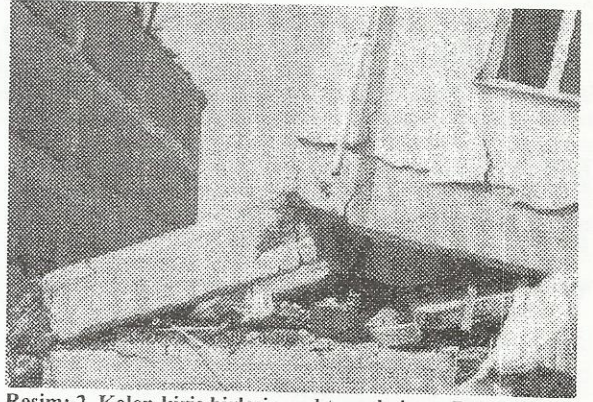
Tasarım ve yapım hataları

Ülkede en çok kullanılan betonarme taşıyıcı sistem türü, yukarıda tanımlanan çerçeve sistemlerdir. Kolayca anlaşılacağı gibi, binadaki çerçevelerin düşey elemanları olan kolonların yatay deprem yükleri altındaki performansı yaşamsal ölçüde önemlidir. Ülkemizde ancak yakın zamanlarda, özellikle 1998 Ocak başında yürürlüğe giren yeni deprem yönetmeliğinin zorlaması ile kullanımı artan betonarme perdelerin (planda bir boyutu diğerine oranla çok fazla olan düşey taşıyıcı elemanlar) bu depremde göçen, yıkılan binalarda hemen hemen **hiç kullanılmadığını** görüyoruz. Gerçi perde kullanımı belirli bir kat sayısına kadar zorunlu değildir ama, kolonların tasarım, detaylandırma ve inşaatının kurallara uygun yapılması kaydıyla...



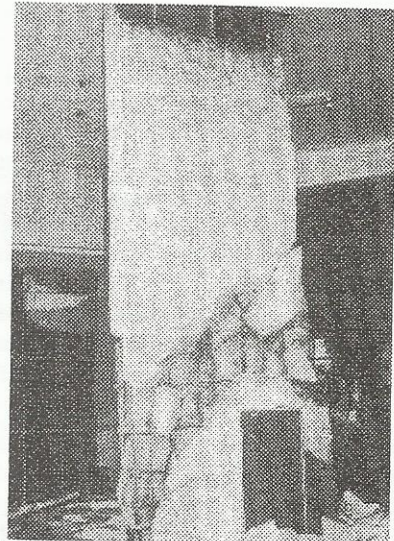
Resim: 3 Yeterli sargılanmayan beton "patlamış"

Resim 2 ve **Resim 3**'te göçen iki binadan seçilen iki detay görülüyor. Her ikisinde de, kolonların üstteki kirişlere bağlandığı "**kolon-kiriş birleşim noktaları**" çok ağır hasar görmüştür. Resim 2'de görülen birleşimde beton kalitesizliğinin, düğüm noktası ve



Resim: 2 Kolon-kiriş birleşim noktasında hata. Demir donatı ile beton yapışmamış

civarındaki enine sargı sargı donatısı (etriye) eksikliğinin izleri görülüyor. yeterli ölçüde sargılanamayan beton, halk deyimini ile "patlamıştır" (Betonu sargılayarak koruyan ve deprem yükleri altında gevrek biçimde kırılmasını önleyerek kolon ve kirişlerin "sünek" davranışını sağlayan enine "sargı donatısı" eksikliği, diğer depremlerde olduğu gibi, bu depremde de çok açık ve seçik biçimde gözlenmiştir). **Resim 3**'te ise kolonun üstündeki eğik kesme çatlağı ile birlikte, kolon demirlerinin düğüm noktasından nasıl sıyrıldığı açık olarak görülüyor. Göçme sırasında çatladığı anlaşılan kirişin yapımından önce, kolon üstündeki beton ekinden yukarıya doğru bırakılan ve "filiz" diye adlandırılan demir donatı çubuğu uzantısının kısıtlılığı yanında, betonun kalitesizliğinin sonucu olarak demir donatı ile beton arasındaki yapışmanın (aderans) yetersizliğinden kaynaklanan sıyrılmaya resimden okunuyor. Çöken binalarda genellikle düz yüzeyli BÇ220 (St I) demirinin kullanıldığını, daha iyi aderans sağlayan nervürlü demirin nerede ise hiç kullanılmamış olduğu gözleniyor. **Resim 4**'te, yıkıma neden olabilen tipik kolon hasarlarından biri olan "kesme göçmesi" görülüyor. Betonun kötülüğü yanında enine sargı donatısının eksikliği meydana...



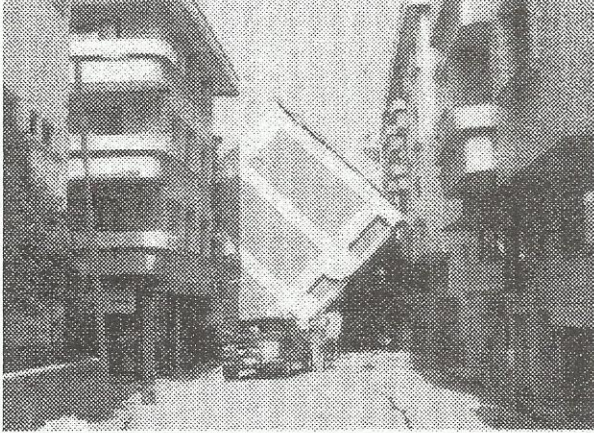
Resim: 4 Tipik kolon hasarı: kesme göçmesi

Sıvılaşma olayı

Son depremin önceki depremlerden en önemli farklılığı, Adapazarı kent merkezinin bazı bölümlerinde meydana gelen "zemin sıvılaşması" olayıdır. Çok ince daneli temel zemininin deprem sırasında dayanımını kaybederek bir sıvı gibi davranması sonucunda, **Resim 5**, **Resim 6** ve **Resim 7**'de görüldüğü üzere, binalar birer kutu gibi devrilmiş veya düşeyden önemli ölçüde sapsmışlardır. Alüvyon türü Adapazarı zemininde hemen hemen tüm binaların temelleri rijit radye temel (binanın tüm tabanını kaplayan kirişli veya kirişsiz kalın plaklarla oluşturulan temel) olarak yapıldığı için binalar rijit olarak dönmüşler ve ayrıca hem yatay, hem de düşey olarak rijit öteleme yapmışlardır. Bazı binalar, iki yönlü deprem titreşimi ile dayanımını kaybeden zemine doğru gömülmüşler, bu gömülme yer yer bir metreye yaklaşmıştır. Buna bağlı olarak binaların arasındaki sokaklarda zemin yükselmiş ve asfalt kaplamalar kırılmıştır. Bu önemli zemin hasarının ilginç tarafı, binaların rijit hareketinden ötürü üstyapılarda hemen hemen hiçbir hasarın ve dolayısı ile can kaybının meydana gelmeyiştir. Adapazarı'ndaki sıvılaşma ve buna bağlı bina davranışı, 1964 Niigata (Japonya) depreminden bu yana görülen en önemli ve belirgin zemin göçmesi olayıdır. 8



Resim: 6 Yerin alüvyon olması nedeniyle bina dönmüş



Resim: 5 Zemin sıvılaşması olayı nedeniyle bina kutu gibi devrilmiş



Resim: 7 Bu tür zemin kaymalarında ölümün az olduğu belirtiliyor