

Tipik Deprem Hasarları ve Nedenleri

Joseph Kubin

İnşaat Yük. Mühendisi, ODTÜ

Türkiye bir deprem ülkesidir. Yapı pratiğimizi güncel teknolojiye uyarlayarak ve yaşadığımız depremleri hiç bir zaman belleklerimizden silmeden daha güvenli binalar yapmak zorundayız. Bir başka deyimle, son yirmi yıl içerisinde yaşadığımız dört büyük depremden aldığımız derslerle yapılarımızı daha güvenilir düzeylere ulaştırmalıyız.

Depremlerde tamamen çöken yapıların hasar mekanizmalarının anlaşılması pek kolay değildir. Bu nedenle, deprem sonrası yapılan teknik incelemelerde ve hasar tesbitlerinde genellikler orta ve ağır hasarlı yapılar üzerinde yoğunlaşılır. Bu yapılarda yapılan incelemeler sonucunda, mühendislik ve uygulama açısından yapılmış olan hatalar tesbir edilir. Yapıların tamamen göçmesi veya kat kaybetmesi de genellikle benzer hatalar neticesinde deprem açısından yeterli rijitliği gösterememiş olmaları sonucunda gerçekleşmektedir.

Yapı mühendisliği pratiğinde, yapılan hataların belirlenmesi, sınıflandırılması ve bundan sonraki uygulamalarda önlenmesi gereklidir. Bu şekilde, hiç değilse bizden sonraki kuşakları daha güvenli ve en azından deprem açısından kaygısız bir yaşam düzeyine taşıyacaktır.

Bu makalede binalarımızın depremlerden kolaylıkla zarar görmesine ve hatta göçmesine neden olan tipik proje ve yapım hatalarından bazılarını olabildiğince basit bir dille aktarmaya çalışacağım.

Yapısal Sistemin Oluşturulmasında Yapılan Yalınışlar

Depreme dayanıklı yapı tasarımı kuralları, deprem yönetmeliğimizde son derece detaylı olarak içerilmektedir. Bu kurallara uyularak projelendirilen ve inşa edilen yapılarda deprem kuvvetleri sonucunda önemli bir hasar oluşması veya göçme meydana gelmesi çok uzak bir olasılıktır. Yapıların deprem kuvvetlerine dayanabilmesi ve özellikle göçme olmaması için yeterli yatay rijitliğe sahip olması gereklidir. Bu rijitliğin sağlanması amacıyla proje aşamasında birkaç basit kurala uyulması bile çoğu zaman yeterli olacaktır.

Kolonlar yapıların asal taşıyıcı elemanlarıdır. Doğru projelendirilmiş ve doğru olarak uygulanmış bir binada, yatay rijitlik, sadece, uygun kesit boyutlarına ve donatıya sahip kolon elemanları ile sağlanabilir. Ancak, çoğu zaman yapım ve detaylandırma kurallarına yeterince uyulmaması ve mimari nedenlerle kolon kesit boyutlarının olabildiğince küçük tutulması gibi nedenlerle kolonlar deprem sırasında yeterli enerji tüketebilme kapasitesine sahip olamamaktadır.

Ülkemizde sıkça rastlanan kolon yerleşim ve detaylandırma hataları sonucunda, sadece kolonlar ile deprem kuvvetlerinin neden olacağı yatay yerdeğiştirmelerin yeterince önlenemediği gözlemlenmektedir. Sonuç olarak, yatay yerdeğiştirmelerin elastik sınırları aşması durumunda yapının komple veya kısmen göçmesi olasılığı artmaktadır. Örneğin, Resim 1'de görülen kat kaybetmiş yapıda hiç deprem perdesi bulunmamaktadır. Duvarların içine saklanma kaygısı içindeki kolonların kesitleri de 20-25cm genişliktedir. Oldukça az donatı kullanılmış olduğu resimde de görülen bu elemanların deprem sırasında yeterli performans gösteremediği aşikardır. Yine de, yeterli oranda deprem perdesi yerleştirilmiş olsaydı, bu bina büyük olasılıklar depremi hafif veya orta hasarlı olarak atlatabilecekti.

{ INCLUDEPICTURE

"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_1.jpg" *

MERGEFORMATINET }

Resim 1: 17.08.1999 Gölçük

Adapazarı, yakın tarihinde önemli depremler yaşamış bir kentimizdir. Resim 2'deki yapının zemin katında hemen hemen hiç duvar bulunmadığı için taşıyıcı sistemi rahatlıkla görülebilmektedir. Yüksekliğinin beş metrenin üzerinde olduğu görülen bu kat, bir galeri olarak tasarlandığı için dış yüzeyleri geniş camekanlarla çevrelenmiştir. Bu yapıyı tasarlayanlar ise herhalde Adapazarının sismik

geçmişini unutmuş olacaklar ki, mimari kaygılar nedeniyle binanın ön cephesinde hiç deprem perdesi yerleştirmeyerek hem bir "Yumuşak Kat", hem de yüksek oranda "Burulma" düzensizliği oluşturmuşlar.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_2.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 2: 17.08.1999 Adapazarı

Depreme dayanıklı yapı tasarımı açısından uyulması gereken önemli bir kural da, deprem perdelerinin binada dönme yaratmayacak düzende olabildiğince simetrik yerleştirilmesidir. Plan simetrisi gözardı edilerek yerleştirilen perdelerin bulunduğu yapıların, özellikle kenar kolonları depremden daha fazla etkilenmektedir.

Betonarme Detay Hataları

İnşaat pratiğimizde yaptığımız önemli uygulama hatalarında biri de, kolon sargı donatılarının yönetmeliklerde belirtildiği gibi yerleştirilmemesidir. Yapının deprem yüklemesi altında performansını etkileyen en önemli faktörlerden biri olan sargı donatıları (etriyeler) ne yazık ki ülkemizin hemen her yerinde bilinçsizce gözardı edilmektedir. Sargısız kolon manzaralarını son on yılımıza damgasını vuran Erzincan, Dinar, ve Adana Ceyhan depreminde de sıkça gözlemlemiştik.

Deprem Yönetmeliği, sargı demirlerinin kolon uçlarına yakın bölgelerde sıklaştırılmasını öngörmektedir. Bir başka deyimle, kolon açıklığı boyunca tipik olarak 20cm aralıklarla yerleştirilen etriyelelerin, deprem kuvvetlerinin kolon üzerinde en etkin olduğu uç bölgelerde aralığının yaklaşık olarak 10cm'ye indirilerek sargı bölgelerinin oluşumu sağlanmalıdır. Yönetmeliklerin gereklerine uyulmaması suçtur. Kimi zaman inşaat maliyetlerinin bilinsizce ucuzlatılma kaygıları, kimi zaman da bilgi eksikliği nedeniyle, deprem açısından son derece önemli olan sargı bölgeleri oluşturulmamaktadır.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_3.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 3: 12.11.1999 Düzce

Resim 3'te görülen hasarlı kolonun boyuna donatılarının miktarı, Düzce'deki bu binayı inşa edenlerin ekonomi kaygılarının olmadığını açıkça gösteriyor. Ancak, kolonların uç bölgelerinde etriyelerin en sık olarak yerleştirilmesi gerekirken, hangi nedenle tek bir etriye bile sarmamış olmaları merak konusudur. Oldukça itinalı olarak inşa edilmiş olduğunu gözlemlediğimiz bu binanın bu tür uygulama hataları içermesinin nedeni herhalde mühendislik bilgisi veya uygulama denetimi eksikliğidir. Resim 4'te görülen hasarlı kolonda da yine etriyelerin boyuna donatıları sargılamaya yeterli olmadığını görüyoruz.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_4.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 4: 26.6.1998 Ceyhan

Yine 12 Kasım 1999 depreminden etkilenen Düzce'deki bir binanın zemin katındaki market içerisinde kalan Resim 5'te görülen kolonuna ne gerekçe ile yapıldığını anlayamadığımız bir boşluk açılmış olduğunu görüyoruz. Düşey yükler altında herhangi bir sorun çıkarmayan bu uygulamanın, deprem sırasında ne denli ciddi hasarlara neden olduğu son derece açıktır.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_5.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 5: 12.11.1999 Düzce

Zemin Koşulları ve Yer Seçiminin Önemi

Mühendislik açısından yeterli önlem alınır ve temel sistemleri zemin koşulları gözönüne alınarak tasarlanırsa, pratik olarak her türlü zemin koşullarında yapı inşa edilebilir. Ancak, yapılaşma bölgesinin bir fay hattına yakınlığı ve kötü zemin koşullarının varlığı, doğal olarak burada yapılacak yapılarının maliyetini de olumsuz yönde etkileyecektir. Prensipte olarak, zemin iyileştirmesinin ve yapısal önlemlerin maliyetinin bütçeleri aşması halinde yapılaşma için başka yerleşimler aranmalıdır. Genelde yapılan yanlış ise, bu tür zemin ve ortam koşullarının var olduğunu bile bile, alınması gereken önlemlerin maliyeti nedeniyle standart radye temeller üzerine apartmanların inşa edilmesidir.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_6.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 6: 17.08.1999 Adapazarı

Adapazarında gördüğümüz en önemli sorunlardan biri de zemin koşullarıdır. Bazı bölgelerde, sıvılaşma potansiyeli yüksek olan zemin, depremden kaynaklanan titreşimleri filtreleyerek üstyapıya son derece düşük deprem kuvvetleri aksettirmiştir. Deprem sırasında sıvılaşan zemin katmanları üstündeki ağırlık nedeniyle Resim 6'da görüldüğü gibi yollara doğru taşarak binaların altını boşaltmıştır. Sonuç olarak bu özelliklere sahip zemin üzerine inşa edilmiş olan binalar yalnızca batma ve yan yatma eğilimi göstermiştir. Resim 7'de görülen oldukça ve rijit bir radye temel üzerine inşa edilmiş binanın camlarının bile kırılmamış olması çok düşük deprem kuvvetlerinin etkisi altında kalmış olduğunu göstermektedir.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_7.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 7: 17.08.1999 Adapazarı

Yer seçiminin önemini belgeleyen çarpıcı bir örnek de Resim 8'de Gölcük'te görüntülediğimiz sitedir. Önde enkaz haline gelmiş olan yapı arka planda görülen ve hemen hemen hiç hasar görmemiş olan bloklar ile aynı mimariye sahip bir binaydı. Onlarda tek farkı, bir istiad duvarı ile tutulmaya çalışılmış olan bir şevin üzerine temellerinin oturtulmuş olmasıydı. Deprem sırasında, istinad duvarının görevini yapamaması sonucunda temelinin altının boşalması nedeniyle bu bina çukura doğru kaymıştı.

{ INCLUDEPICTURE
"http://www.probina.com.tr/muhendislik/makaleler/images/img_makale02_8.jpg" *
MERGEFORMATINET }

Resim 8: 17.08.1999 Gölcük

17 Ağustos 1999'dan sonra 12 Kasım'da Düzce, Kaynaşlı ve Bolu'yu etkisi altına alan deprem, yapım sürecindeki sorumluluklarımızı bir defa daha gündeme getiriyor. Bu konuda yapılan yanlışların ve ihmallerin sonuçları ise belleklerimizde bir defa daha acı bir anı olarak kazındı.