

DEPREM SIRASINDA ÇATI VE ELEMANLARINDA MEYDANA GELEBİLECEK HASARLAR VE BUNLARIN ÖNLENMESİ İÇİN ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Ayşen GÜMRÜKÇÜ – Yüksek Mimar

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, yapının önemli yapı elemanlarından bir tanesi olan çatının deprem kuvveti ile etkilenmesi sonucunda yapısında ve elemanlarında meydana gelebilecek genel hasarlar belirlenmiş ve bu hasarların oluşumuna meydan vermemek için alınması gereken tedbirler aktarılmıştır.

Çatı ile İlgili Genel Bir Tanımlama

Çatı, yapıların en üst noktasında, örtü niteliğindeki yapı elemanıdır. Bu yapı elemanının sözlük tanımı şu şekildedir:

- 1- Birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin topu [1],
- 2- Yapıların üstünü akıntılı bir tarzda örtecek malzemeyi taşımak üzere yapılan çoğu ahşap veya maden iskelet [1].

Çatı konstrüksiyonu, çatı örtüsü ile aşık ve makas gibi taşıyıcı kısımlardan oluşmaktadır. Çatıya etki eden yükler çatı yükü, kar yükü ve rüzgar yüküdür. Çatı yapımı sırasında bu yükler hesap edilmeli,

uygun malzeme ve teknik tercih edilmelidir.

Depremlerin Çatıya Etkisi ve Meydana Gelebilecek Hasarlar

Yapılarda atmosfer ile en yoğun temas halinde bulunan yapı elemanları çatılardır. Eğimli, az eğimli ya da yataya yakın bir forma sahip olan bu yapı elemanları konumları dolayısıyla bir çok etkiye maruz kalmaktadır. Bu etkilerin büyük bir bölümünü doğal etmenler oluşturmaktadır.

Yağmur, kar, dolu gibi yağışlardan ve bu yağışların yüklerinden, rüzgar yükünden ve diğer atmosferik olaylardan etkilenen çatı formu bulunduğu iklim koşullarına ve etkilenebileceği diğer etmenlere göre biçimlendirilirler. Çatıların etkisi altında kalabileceği bir diğer yük çeşidi de sismik yüklerdir. Yapının diğer elemanlarının olduğu gibi çatıların da sismik yüklere karşı, gelebilecek etkiyi en aza indirgeyebilecek şekilde biçimlendirilmeleri gerekmektedir. Deprem sırasında, çatı hasarlarının meydana gelme nedenleri arasında, ağır malzeme kullanımı, yanlış tasarlanmış çatı tipleri ve işçilik kusurları sayılabilmektedir.

Sismik yüklerin hareketinden dolayı çatılarda meydana gelen zararın sınırlandırılabilmesi için gereken makul çözümlerden biri de, bir elastomerik çatı örtüsünün seçimidir. Deprem meydana geldiği zaman çatı iskeleti dönme ve burkulma hareketine maruz kalır. Bu hareket, ne dikey ne de yatay bir harekettir, bu iki hareketin bileşeni şeklinde meydana gelmektedir[2].

Hareketlenme çatı örtüsüne taşındığında deprem kuvveti çatı strüktürünün köşelerine odaklanır ve eğer yapı hala ayaktaysa, yapıda en yüksek zarar bu noktalarda meydana gelir[2].

Çatı örtülerinin seçimi çatı iskeletinin tipine göre değişkenlik gösterir. Deprem riski olan bölgelerde genellikle elastomerik çatı örtüleri tercih edilmektedir. Geliştirilmiş bitümlü çatı örtüleri ya da polimerik tek tabakalı(single-ply) örtüleri içermektedir[2].

Depremde meydana gelebilecek çatı hasarlarının şu şekilde sıralamak mümkündür:

- 1- Çatıyı oluşturan elemanların deprem kuvveti etkisi ile düşmeleri, yerlerinden çıkmaları,
- 2- Çatı kalkan duvarının yıkılması,
- 3- Bacaların yıkılması,
- 4- Baca ya da kalkan duvar yıkılması sonucunda çatının kısmen ya da tamamen yıkılması,
- 5- Çatı yıkılması sonucunda yapının taşıyıcı sisteminin hasar görmesi,
- 6- Yapıdan daha kuvvetli/ağır olan çatının yıkılmaksızın yapının diğer bölümlerine zarar vermesi.

Bu hasarları, kullanılan malzeme ve yapım tekniğindeki kusurlar nedeni ile arttırmak, gruplandırmayı daha değişik biçimlerde yapmak da mümkündür (Prefabrike yapılarda karşılaşılan çatı hasarları gibi.)

Deprem sonrasında çatıda karşılaşılan hasarlar içerisinde en yaygın olarak karşılaşılanların arasında çatı kalkan duvarının yıkılması gelmektedir. Çatısı olan binalarda, özellikle çatı kalkan duvarlarının büyük bir çoğunluğunun yıkılma nedeni, kalkan duvarının yapı ile yeterince bağlanmadan, hatılsız olarak yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Çatıda karşılaşılan en yaygın hasarlardan bir diğeri de yıkılan bacalardır[3]. Baca hasarları yapısal olarak yapının değil de bir yapı elemanının hasarı gibi görünse de yapının taşıyıcı sisteminde de zarara neden olabilen yıkımlar ile karşılaşılmaktadır. Çatının üzerine bacanın devrilmesi , deprem kuvveti ile hasar görmeyen çatı iskeletine de zarar vermekte, bu gibi durumlarda çatı katının kullanılıyor olması halinde yapı hasarı yanında can kaybına da yol açabilecek tehlikeler içermektedir.

Çatı hasarları arasında etkisi diğerlerine göre daha az, ancak karşılaşma olasılığı daha fazla olan bir diğer hasar da çatı örtüsü ve elemanlarının deprem gibi çeşitli kuvvetler etkisi ile çatı üzerinde yer değiştirmeleri ya da tamamen çatı üzerinden başka kaymalarıdır. Bu hareketlenmelerin nedeni çatı örtüsünün çatı elemanlarına iyi bir şekilde bağlanmamasıdır. Bu durum kısa sürede yapısal bir zarar içermese de içerdiği tehlike nedeniyle dikkat edilmesi gereken diğer bir noktadır.

Çatıların yanlış kullanımları dolayısı ile bu elemanlar deprem esnasında büyük zararlara yol açabilmektedir. Çatılara ağır depoların, su tanklarının yerleştirilmesi, reklam panolarının monte edilmesi gibi hesaplanmamış olan ağır yükler, deprem kuvveti etkisi altında çatıdan bağımsız hareket ederek çatıya zarar vereceklerdir.

Çatı katında bağımsız bir bölümün oluşturulması ve bu alandaki bölücü duvarların sadece döşeme üzerine oturması da sakıncalı bir durum ortaya çıkarmaktadır. Bu tür duvarlar serbest duvar olarak nitelendirilebilir ve tavana kadar ulaşmadıkları için ters bir sarkaç gibi yük altında devrilebilirler[4].

Çatı elemanlarının yanlış seçimi, yanlış hesap ve kötü işçilik sonucunda deprem esnasında çatı yıkımları olmaktadır. Çatı elemanlarının boyut olarak çatının yükü ve diğer dış yükleri kaldıramayacak boyutta olması ya da gereğinden daha seyrek yerleştirilmeleri çatı hasarlarına neden olmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yetersiz destek durumu dolayısı ile oluşan çatı yıkımı.[5]

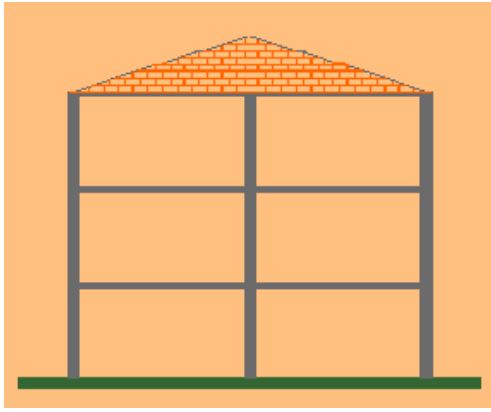
Taşıyıcı sistemde plan ve düşeyde bulunan elemanların dayanımlarının düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi davranışı olumlu yönde etkiler. Kolon ve kirişlerin planda düzgün dağıtılması, sistemin belirli bölgelerinin aşırı zorlanmasını önler. Bütün kolon ve perdeler temelden çatıya kadar sürekli olmalıdır[6]. Sürekli olmamaları durumunda yapıda özellikle çatı hasarı olması muhtemeldir.

Deprem Sırasında Çatıda Oluşabilecek Hasarları Önlemek İçin Alınması Gereken

Önlemler:

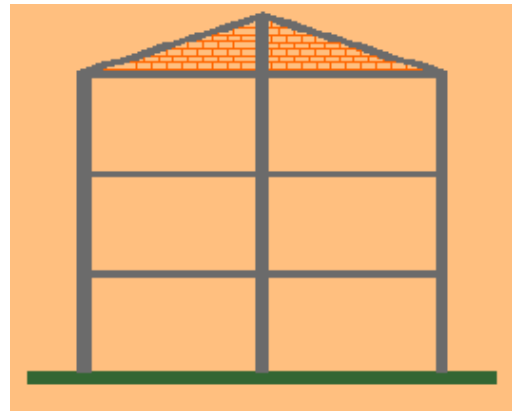
Çatı ve elemanlarında deprem kuvvetlerinden dolayı oluşabilecek hasarları en aza indirmek için alınması gereken bir takım önlemlerler mevcuttur. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Çatı kalkan duvarı yapı ile bağlanmalı ve hatıl kullanılarak uygulaması yapılmalı, çatı kalkan duvarının devrilmesini önlemek amacı ile duvar çerçeve içerisine alınmalıdır [4](Şekil 2).



(a)

Kalkan duvarının döşeme üzerine serbest oturmuş hali



(b)

Kalkan duvarının betonarme çerçeve içerisine alınmış hali

Şekil 2. Çatı kalkan duvarının oluşturulması

- Mümkünse bacalar özel baca tuğlası ile yapılmalıdır. Baca deliği 15 x 15 cm. veya 15 cm çapında ve künk olmalıdır. Künk kullanıldığı takdirde çevresine duvarla bağlantılı tuğla duvar örülmelidir.

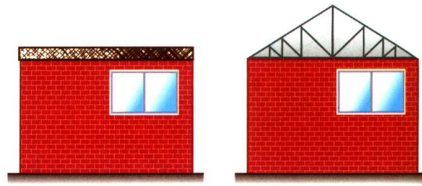
Döşeme ve çatıda ahşap kirişler en az 10 cm baca duvarı yüzeyinden uzaklaştırılmalıdır. Baca duvarında tüm derzlerin iyice doldurulmasına özen gösterilmelidir. Bacalar, dam veya çatının en yüksek yerinden 50 cm. daha yüksek olmalıdır. Bacanın kolay yıkılmasının önlenmesi için baca fazla narin yapılmamalıdır. Bacalar taşıyıcı duvar kalınlığını azaltmayacak şekilde içten yapılmalıdır [7].

- Çatı seçiminde mümkünse parapet ve gizli çatılar tercih edilmemelidir. Parapet yapımının gerekli

olduğu hallerde, çatı parapet duvarları betonarme veya prekast eleman ile yapılmalı, tuğla ile yapılan parapet duvarlarının yıkılmaması için duvar, sıva teli, fiber örgü ve benzeri sargılarla sarılmalıdır[8].

- Yapının yüksekliği ne olursa olsun ağır çatı kullanımı yapının kendi ağırlığını, dolayısıyla yapıya etkiyen deprem yüklerini de arttıracaktır[7]. Bu nedenle ağır çatı uygulamasından ve ağır malzeme kullanımından kaçınılmalı ve çatının yapıya tam olarak bağlantısı sağlanmalıdır.

Böylece deprem yükleri altında yapı ile çatının bağımsız elemanlar olarak davranmaları önlenmiş olur (Şekil 3).



Şekil 3. Tek katlı bir yapıda ağır ve hafif çatı düzenlemeleri [7]

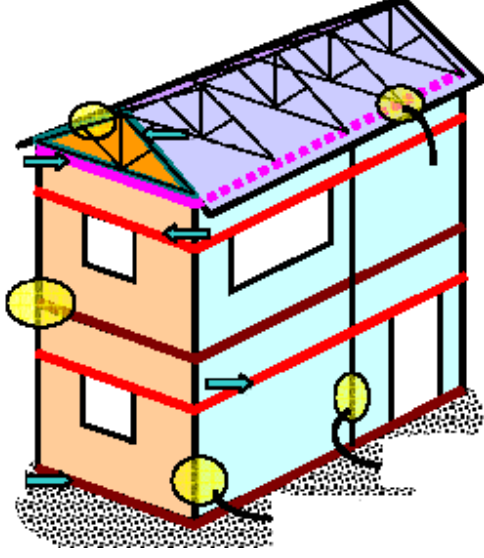
- Alçak katlı yapılarda toprak dolgu çatıya müsaade edilmemelidir[7].
- Yapının taşıyıcı sisteminin temelden çatıya kadar aynı düzen içerisinde devam etmesi sağlanmalıdır. Böylece deprem etkisi altında yapı temelden çatıya kadar bir bütün gibi hareket eder.
- Özellikle kagir yapılarda çatıların altında tüm yapıyı bir kuşak gibi saran hatıllar kullanılmalı ve deprem kuvvetlerine karşı yatayda dayanım sağlanmalıdır[9]. Şekil 4’de hatıl kullanılmış ve kullanılmamış iki yapının 1993’de Hindistan’da meydana gelen deprem sonrasındaki durumları verilmektedir.



Şekil 4 Yatay bant kullanılan ve kullanılmayan yapılar

Bu hatıllar çatı altlarında, kapı- pencere boşluklarının üstlerinde ve temel üstünde kullanılmakta ve yapının bütünlüğünü sağlamaktadır.

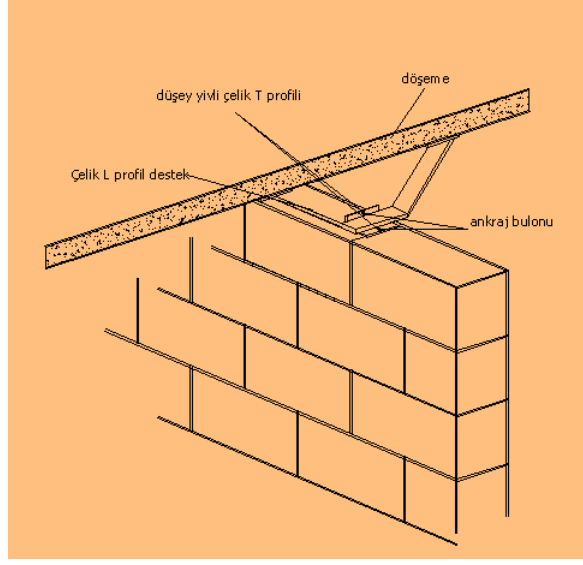
Şekil 5'de yapıda kullanılan hatıllar ve yerleri gösterilmektedir.



Şekil 5 Yapıda deprem etkisine karşı uygulanan hatıllar [9]

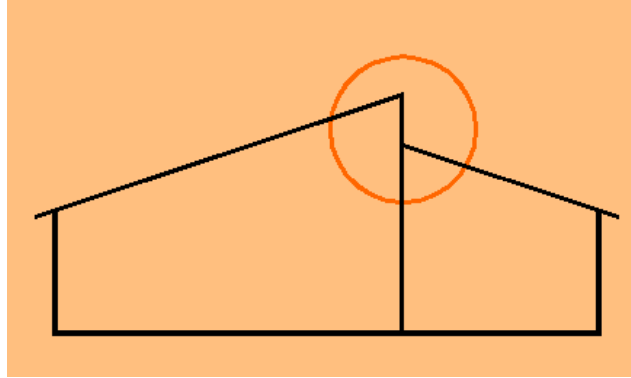
Deprem yüküne karşı zaman zaman yatayda hatıl uygulaması ile beraber düşeyde de esnek düşey hatıllar kullanmak gerekebilir. Bu sayede yapının tüm elemanları bir çerçeve içerisinde alınarak yapının dayanımı artırılmış olur.

- Çatının yanlış kullanımından, çatı ağırlığını arttıracak elemanların çatıya yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır.
- Çatı arasında bağımsız bir veya birden fazla birim mevcutsa bu birimlerin bölücü duvarları çatıya sabitlenmeli, duvar uçları serbest bırakılmamalıdır.



Şekil 6 İç bölücü duvarların döşemeye sabitlenmesi [4]

- Bitişik binalarda, binaların kat düzeyleri ve çatı döşeme seviyeleri aynı olmalı, farklı düzeylerde yapılmaları zorunlu ise, bırakılan derz çarpışmayı önleyecek değerde olmalıdır [10](Şekil 7).



Şekil 7 Bitişik binalarda yeterli aralık bırakılmalıdır.

- Çatı örtülerinin çatı elemanlarına sabitlenmesi tam olarak yapılmalı, herhangi bir kuvvet ile hareket etmeleri engellenmelidir. Çatının döşeme ile bağlantısı en az $\emptyset 12$ 'lik yuvarlak demirlerle yapılmalıdır[8].
- Çatı kaplamasında, mümkünse alaturka, marsilya gibi parçalı elemanlar yerine levha kaplamalar tercih edilmelidir[8].

- Çatıda iklimsel etmenler dolayısı ile meydana gelebilecek tahribatlar engellenmeli, çatı yapısına ve elemanlarına zarar verecek bozulmalara ve işlevlerini kaybetmelerine neden olacak etkilenmelere (çatı ahşap elemanlarının çatıdaki nem ve yoğunlaşma nedeni ile çürümesi gibi.) meydan verilmemeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Binaların en kritik bölgesini oluşturan çatıların sürekli olarak sorun çıkan bölgeler oldukları dikkate alınır, bu yapı bölümünü oluşturan elemanların da sürekli olarak kontrol edilerek gerekli yenileme ve bakımlarının yapılması gerekmektedir.

SONUÇ

Yapının diğer bölümlerinde olduğu gibi çatısında da dikkat edilmesi gereken bir takım önemli noktalar vardır. Çatıdaki bu tür yapımsal ya da elemansal detaylar, çatının yapıda bir örtü görevinin yanında yapı ile bütün çalışması gereken bir sistem olmasının gereğidir. Uygulamada yapılan basit hatalar deprem etkisi ile yapıya büyük hasarlar verebilecek noktaya gelebilir. Çatı hasarları sadece çatıda zarara neden olmakla kalmayıp, yapının taşıyıcı sistemini de etkileyebilmektedir. Bu nedenle yapının tüm kısımlarında olduğu gibi çatı yapımında da kullanılan malzemenin cinsine, kalitesine, yapım işçiliğine vb. gereken önem verilmeli ve yeni geliştirilen malzemeler ve yöntemler, bunların kullanım alanları incelenmeli ve uygulanmalıdır.

Kaynakça:

[1] Hasol, D., 1993, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı – Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul

[2] Hardy, S., 1998, Time-Saver Details For Roof Design, New York : McGraw-Hill,

[3] SDART – Seattle Disaster Aid & Response Teams, 2002, Retrofitting Your House, City of Seattle
Emergency Management

[4] Tanaçan, L., 1999, Bildiri: Deprem Güvenliği Açısından Malzeme Seçimi, Seminer: Yangın ve Deprem Güvenliği Açısından Malzeme ve Taşıyıcı Sistem Seçimi, 15 Aralık 1999,
Seminer, TMMOB İstanbul Büyükşehir Şubesi

[5] <http://seismo.ethz.ch/info/damage/roof.htm>

[6] Celep, Z., Kumbasar, N., 2000, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul

[7] Atlas Dergisi, Eylül 1999, Sayı:78, Aylık Coğrafya ve Keşif Dergisi

[8] Eşsiz, Ö., 2002, Depreme Dayanıklı Yapılaşma, İnşaat Dünyası, Bileşim Yayıncılık, Nisan 2002, Syf.85

[9] Murty, C.V.R., 2003, Learning Earthquake Design and Costruction, Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur – India, 2003-June

[10] Aka, İ., Çılı, F., Çelik, O. C., 2001, Bildiri: Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı ve Uygulaması, Yapı Malzemesi ve Deprem Semineri, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi

İlgili web Siteleri:

- <http://seismo.ethz.ch/info/damage/roof.htm>
- <http://www.icjonline.com/eqtips/IITK-BMTPC-EQTip14.pdf>