DEPREM AFETİ SONRASI
BİNA HASAR DERECELENDİRME YÖNTEMİ

İçindekiler

İçindekiler .....
Kısaltmalar .....
Simgeler .....
Tanımlar .....
1 Bina Sınıf ve Kategorileri .....
2 Betonarme Binalarda Deprem Sonrası Hasar Tespiti .....
2.1 Betonarme Elemanlar için Hasar Sınıfları .....
2.1.1 O Tipi Hasarlı Eleman .....
2.1.2 A Tipi Hasarlı Eleman .....
2.1.3 B Tipi Hasarlı Eleman .....
2.1.4 C Tipi Hasarlı Eleman .....
2.1.5 D Tipi Hasarlı Eleman .....
2.2 Hasar Tespit Algoritması .....
2.2.1 Dışarıdan İnceleme .....
2.2.2 İçeriden İnceleme .....
3 Yığma Binalarda Deprem Sonrası Hasar Tespiti .....
3.1 Yığma Elemanlar için Hasar Sınıfları .....
3.1.1 O Tipi Hasarlı Eleman .....
3.1.2 A Tipi Hasarlı Eleman .....
3.1.3 B Tipi Hasarlı Eleman .....
3.1.4 C Tipi Hasarlı Eleman .....
3.1.5 D Tipi Hasarlı Eleman .....
3.2 Hasar Tespit Algoritması .....
3.2.1 Dışarıdan İnceleme .....
3.2.2 İçeriden İnceleme .....

Kısaltmalar

A_A : A tipi hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam kesit alanı

A_B : B tipi hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam kesit alanı

A_C : C tipi hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam kesit alanı

A_D : D tipi hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam kesit alanı

DEAHY : Düşey Eleman Ağırlıklı Hasar Yüzdesi

TA : Taban alanı

A_O : O Tipi hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam kesit alanı

Simgeler

d : Kattaki kalıcı yatay yer değiştirme

h : Kat yüksekliği

h_s : Temeldeki üniform oturma miktarı

s : Etriye aralığı (etriye merkezleri arasındaki mesafe)

w : Çatlağın en geniş olduğu noktada çatlağa dik doğrultudaki çatlak genişliği

δ : Burkulma neticesinde düşey donatılarda meydana gelen yatay yer değiştirme

θ : Temelde farklı oturmalar sonucu meydana gelen rijit dönme açısı

Tanımlar

Bina : Kendi başına kullanılabilen, üstü örtülü ve insanların içine girebilecekleri ve insanların oturma, çalışma, eğlenme veya dinlenmelerine veya ibadet etmelerine yarayan, hayvanların ve eşyaların korunmasına yarayan yapılardır.

Endüstriyel bina : Üretim, depolama ve lojistik gibi sınai faaliyetlerin gerçekleştirildiği betonarme, çelik, prefabrik ve çelik-prefabrik karma inşa edilmiş 600 m^2'den büyük nitelikli binalardır.

Kamu binası : Kamu kurum ve kuruluşları tarafından kamu hizmeti sunmaya yönelik kullanılan, mülkiyeti ve işletmesi kamuya ait olan eğitim, sağlık, spor, kültür, ibadet, idari, yönetim ve benzeri her türlü binalardır.

Rijit bodrum kat : Rijit bodrum perdelerinin binayı her taraftan veya en az üç taraftan çevrelediği kattır.

Serbest kat : Serbest kat, kat yatay yer değiştirmeleri kat yüksekliği boyunca en az üç taraftan zemin veya rijit bodrum perdeleri tarafından tutulu olmayan kattır.

Taban alanı : Binanın en alt serbest katının plandaki alanıdır.

Tünel kalıp sistemli bina : Döşemeleri ve perde duvarlarının tek seferde, yerinde yekpare olarak beton dökülmesine olanak tanıyan çelik kalıp sistemleriyle inşa edilen binalardır.

Yığma taşıyıcı duvar : Hatıl, döşeme, çatı gibi yapısal elemanlarının mesnetlendiği, taşıyıcı sistem elemanı olarak işlev gören ve yüksekliğinin sıva hariç kalınlığına oranı 16 veya daha az olan yığma duvarıdır.

1 Bina Sınıf ve Kategorileri

Hasar Tespit Yöntemi kapsamında, betonarme ve yığma binalar için iki kademeli bir yaklaşım önerilmektedir. Birinci kademe, hasar tespit personelinin bina içine girmesinin potansiyel risk oluşturacağı olası bir ağır hasarlı durumunun binanın dışından tespit edilebilmesini amaçlayan *Dışarıdan İnceleme* aşamasıdır. Dışarıdan yapılan inceleme esnasında binada kısmen veya tamamen göçme durumuyla karşılaşılmaması durumunda ikinci inceleme aşaması olan *İçeriden İncelemeye* geçilmektedir. Bu aşamada binanın en hasarlı katındaki düşey ve yatay taşıyıcı elemanların hasar sınıflarının belirlenmesi ile "Bina Hasar Sınıfı" tespit edilmektedir. Hasar Tespit Sistemi, inceleme konusu binaları üç kategoriye ayırmaktadır: Bina Kategori 1, Bina Kategori 2 ve Bina Kategori 3 (Tablo 1.1). Bina Kategori 1, ülkemiz mevcut bina stokunun büyük bir bölümünü oluşturan, taban alanı 600 m^2 veya daha küçük ve serbest kat sayısı 10 veya 10'dan az olan betonarme binalar ile Bina Kategori 2 ve Bina Kategori 3 sınıfına girmeyen betonarme binaları ve serbest kat sayısı 5 veya 5'ten az olan yığma binaları içermektedir. Bina Kategori 2 ise, 23/6/2021 tarihi sonrası inşaat ruhsatı almış ve 29/6/2001 tarihli ve 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanuna tabi; taban alanı 600 m^2'den büyük olan veya serbest kat sayısı 10'dan büyük fakat 15'ten büyük olmayan betonarme binaları kapsamaktadır. Bina Kategori 3 ise serbest kat sayısı 15'ten büyük olan ya da izolatör, sönümleyici gibi yapısal elemanlar içeren betonarme binaları, tüm endüstriyel binaları, kamu binalarını ve tünel kalıp sistemli binaları kapsamaktadır. Bununla birlikte, serbest kat sayısı 5'ten büyük olan tüm yığma binalar Bina Kategori 3 kapsamına girmektedir.

Tablo 1.1 Bina Sınıfları

Bina Sınıfı	Betonarme	Yığma
Bina Kategori 1	Taban alanı 600 m^2 veya daha küçük ve serbest kat sayısı 10 veya 10'dan az olan binalar ile Bina Kategori 2 ve Bina Kategori 3 sınıfına girmeyen binalar	Serbest kat sayısı 5 veya 5'ten az olan binalar
Bina Kategori 2	23/6/2021 tarihi sonrası inşaat ruhsatı almış ve 4708 sayılı Kanuna tabi; taban alanı 600 m^2'den büyük veya serbest kat sayısı 10'dan büyük fakat 15'ten büyük olmayan binalar	
Bina Kategori 3	Serbest kat sayısı 15'ten büyük veya izolatör, sönümleyici gibi özel elemanlar içeren tüm binalar, endüstriyel binalar, kamu binaları, tünel kalıp sistemli binalar	Serbest kat sayısı 5'ten büyük olan binalar

Dışarıdan İnceleme adımı tüm bina sınıfları için ortak iken, *İçeriden İnceleme* adımı Bina Kategori 1, 2 ve 3 için farklı prosedürlerin takip edilmesiyle tamamlanmaktadır. Bina Kategori 1'deki binalarda "Bina Hasar Sınıfı" incelenen binanın en hasarlı katındaki düşey ve yatay yapısal elemanların hasar sınıflarının sayıca belirlenmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bina Kategori 2'deki binalarda ise binanın en hasarlı katındaki düşey taşıyıcı elemanların en kesit boyutlarının ölçülmesi ve tüm taşıyıcı elemanların hasar sınıfının belirlenmesi ile yapılmaktadır. Bina Kategori 3'teki binaların hasar tespiti ise detaylı mühendislik incelemesi ve değerlendirmesi sonucunda yapılmaktadır.

2 Betonarme Binalarda Deprem Sonrası Hasar Tespiti

2.1 Betonarme Elemanlar için Hasar Sınıfları

Hasar tespiti yapılacak betonarme binalardaki yatay ve düşey taşıyıcı sistem elemanlarının sınıflandırılması, elemanlarda gözlenen hasar düzeylerine bağlı olarak bu bölümde belirtilen kurallara ve sınırlara uyularak yapılacaktır. Hasar tespit yönteminde kullanılmak üzere beş adet eleman hasar sınıfı tanımlanmıştır. Elemanlarda gözlenen çatlak genişliği ve basınç hasarı durumuna göre sınırları Tablo 2.1'de gösterilen eleman hasar sınıflarının detayları Bölüm 2.1.1 - 2.1.5'te belirtilmiştir. Bir çatlağın dahi verilen sınırları sağlaması hasar sınıfı tanımlaması için yeterlidir. Tablodaki burkulma (δ) ve etriye aralığı (s) parametreleri Şekil 2.3'te gösterilmiştir.

Çatlak genişliğinin ölçülmesi esnasında mevcutsa sıva-kaplama gibi beton yüzeyinin gözlenmesini engelleyen unsurlar dikkatlice uzaklaştırılmalı ve çatlak en geniş olduğu yerde, çatlağa dik olacak şekilde bir çatlak ölçer yardımıyla ölçülmelidir.

Tablo 2.1 Betonarme eleman hasar sınıfları

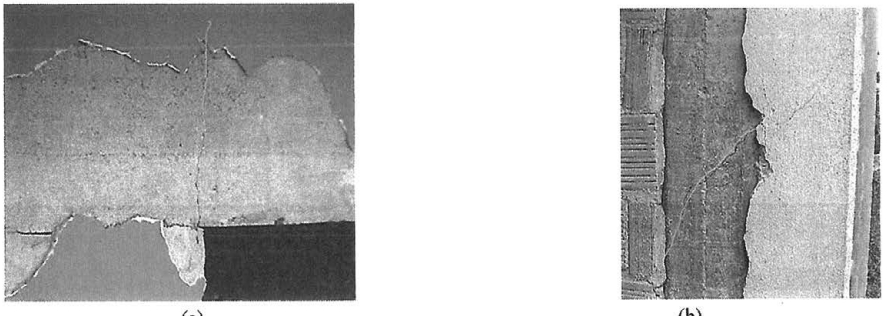
Eleman Hasar Sınıfı	Çatlak Genişliği	Basınç Hasarı
O	-	-
A	$w \leq 0.5$ mm	-
B	0.5 mm $< w \leq 3.0$ mm	Kabuk Ezilmesi, Kabuk Dökülmesi
C	$w > 3.0$ mm	Çok Hafif Donatı Burkulması (Burkulma (δ) < Etriye Aralığı (s) /20 ve 1.5 cm)
D	-	Boyuna ya da Enine Donatıda Kopma, Çekirdek Betonda Ezilme, Kalıcı Boy Kısalması, Kalıcı Kayma Şekil Değiştirmeleri, Donatı Burkulması, (Burkulma (δ) > Etriye Aralığı (s) /20 veya 1.5 cm)

2.1.1 O Tipi Hasarlı Eleman

Korozyon ve rötre çatlağı gibi hasarlara bakılmaksızın, üzerinde deprem etkilerinden kaynaklanmış herhangi bir hasar barındırmayan düşey ve yatay yapısal elemanlar *O Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır.

2.1.2 A Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri neticesinde oluşmuş ve çatlak genişliği 0.5 mm'den büyük olmayan düşey ve yatay yapısal elemanlar *A Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Dikkate alınan çatlakların eğilme ya da kesme etkisinden kaynaklandığına bakılmaksızın bu sınıflandırma yapılır. Şekil 2.1'de *A Tipi Hasarlı Eleman* için tipik eğilme ve kesme hasarı gösterilmiştir.



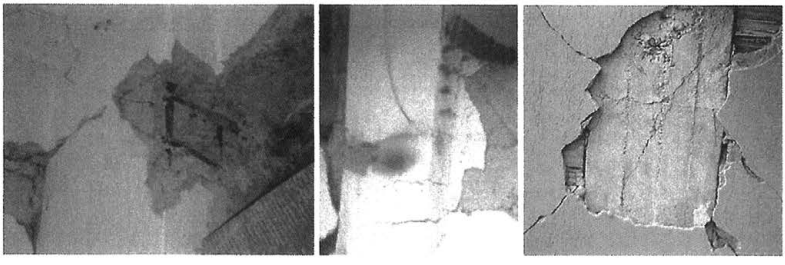
(a) (b)

Şekil 2.1 *A tipi hasarlı eleman örnekleri*: (a) eğilme hasarı; (b) kesme hasarı

2.1.3 B Tipi Hasarlı Eleman

Deprem neticesinde eğilme ya da kesme etkileri nedeniyle oluşmuş ve çatlak genişliği 0.5 mm ile 3 mm arasında olan veya kabuk betonunda ezilme veya dökülme gözlenen düşey ve yatay yapısal elemanlar *B Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır.

Şekil 2.2'de *B Tipi Hasarlı Eleman* için eğilme ve kesme etkilerinden kaynaklan tipik hasarlar gösterilmiştir.

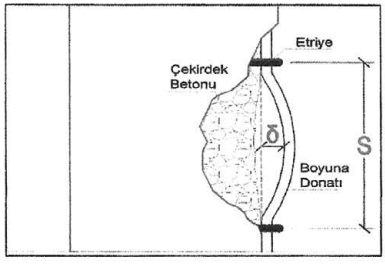


(a) (b) (c)

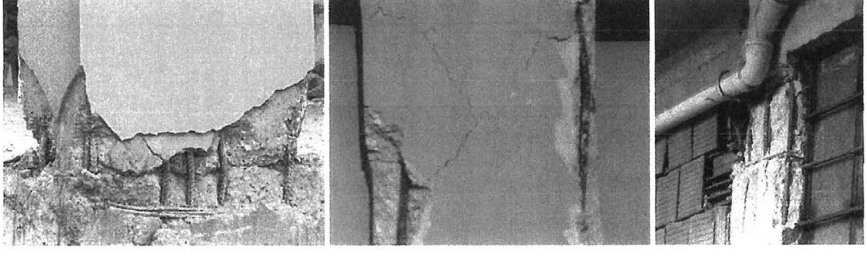
Şekil 2.2 *B tipi hasarlı eleman örnekleri*

2.1.4 C Tipi Hasarlı Eleman

Deprem neticesinde eğilme ya da kesme etkileri nedeniyle oluşmuş ve çatlak genişliği 3 mm'den büyük olan, ya da boyuna donatısında burkulma meydana gelen ve burkulma nedeniyle boyuna donatının yatayda yaptığı yer değiştirme, δ, iki etriye arasındaki düşey mesafenin, s, 20'de birinden ve 1.5 cm'den küçük olan düşey ve yatay yapısal elemanlar *C Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. δ ve s parametreleri şematik olarak Şekil 2.3'te gösterilmiştir. *C Tipi Hasarlı Eleman* için tipik eğilme ve kesme hasarları Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Donatı burkulma seviyesinin belirlenmesinde kullanılan δ ve s parametreleri



(a) (b) (c)

Şekil 2.4 *C tipi hasarlı eleman örnekleri*: (a) eğilme hasarı ve hafif donatı burkulması; (b) kesme hasarı; (c) hafif donatı burkulması

2.1.5 D Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri neticesinde meydana gelmiş boyuna donatı burkulması (burkulma, δ, iki etriye arasındaki düşey mesafenin, s, 20'de birinden ya da 1.5 cm'den büyük), çekirdek betonu ezilmesi, boyuna ya da enine donatıların kopması gibi hasarlarla birlikte belirgin kalıcı şekil değiştirmeler bulunan düşey ve yatay taşıyıcı elemanlar *D Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Şekil 2.5'te *D Tipi Hasarlı Eleman* için eğilme ve kesme etkilerinden kaynaklanan tipik hasarlar gösterilmiştir.



(a) (b) (c)

Şekil 2.5 *D tipi hasarlı eleman örnekleri*: (a) donatıda burkulma ve kopma, çekirdekte ezilme; (b) kesme hasarı; (c) boyuna donatıda burkulma, çekirdek betonunda ezilme

2.2 Hasar Tespit Algoritması

Hasar tespiti yapılacak olan bina için *Dışarıdan İnceleme* ve *İçeriden İnceleme* olmak üzere iki kademeli bir inceleme gerçekleştirilecektir. Hasar tespitine *Dışarıdan İnceleme* ile başlanacaktır. Binadaki hasar durumuna göre, eğer *Dışarıdan İnceleme* ile hasar tespiti sonuçlandırılamaz ise Bina Sınıfı'na göre (Tablo 1.1) tanımlanan ve Bölüm 2.2.2'de belirtilen *İçeriden İnceleme* yöntemlerinden biri kullanılarak hasar tespiti tamamlanacaktır.

2.2.1 Dışarıdan İnceleme

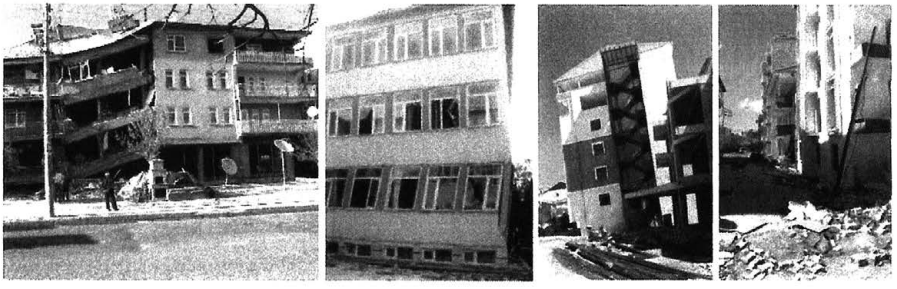
Bu adımda hasar tespit incelemesi yapılan binanın genel durumuna ilişkin gözlemler ve ölçümler yapılacaktır. Yapı için aşağıda (a), (b), (c) ve (d)'de belirtilen işlemler uygulanarak *Dışarıdan İnceleme* tamamlanacaktır.

(a) Binanın genel durumuna ilişkin inceleme: Eğer binada toptan bir göçme gerçekleşmişse binanın hasar sınıfı *Yıkık Bina* olarak belirlenecektir. Eğer binada kısmi göçme (Şekil 2.6a) ya da bir veya birden fazla katta göçme gerçekleşmişse Bina Hasar Sınıfı *Acil Yıktırılacak Bina* olarak belirlenip hasar tespit işlemi sonlandırılacaktır.

(b) Katlar arası kalıcı yer değiştirme durumuna ilişkin inceleme: Eğer binada herhangi bir katta ölçülen kalıcı yatay yer değiştirme, d, kat yüksekliğinin, h, 0.01'inden büyükse binanın hasar sınıfı *Ağır Hasarlı* olarak belirlenir ve hasar tespiti sonlandırılır. Eğer herhangi bir katta ölçülen kalıcı yer değiştirme, d, kat yüksekliğinin, h, 0.03'ünden büyükse bina *Acil Yıktırılacak Bina* olarak sınıflandırılır ve hasar tespiti sonlandırılır. Şekil 2.6b'de büyük kalıcı yer değiştirme meydana gelmiş bir bina gösterilmiştir. Bina kat yüksekliği, h, ve deprem etkileri nedeniyle meydana gelmiş yatay yer değiştirme, d, Şekil 2.7b'de şematik olarak çizilmiştir.

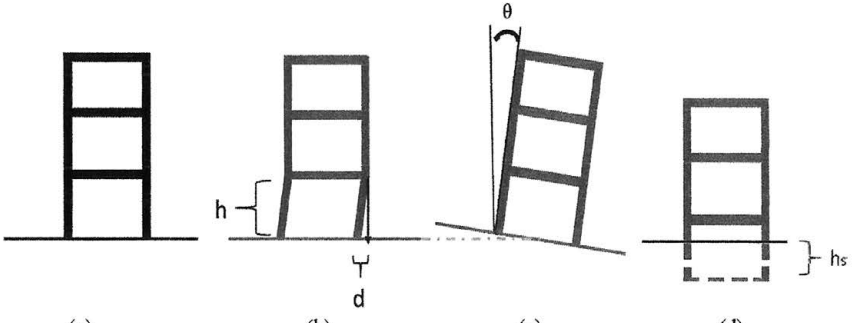
(c) Temelde farklı oturmalarına ilişkin inceleme: Eğer binanın temelinde farklı oturmalardan kaynaklı 1°'den büyük rijit dönme, θ, varsa binanın hasar sınıfı *Ağır Hasarlı* olarak belirlenir ve hasar tespiti sonlandırılır. Eğer temelde farklı oturmalardan kaynaklı dönme 3°'den büyük ise Bina Hasar Sınıfı *Acil Yıktırılacak Bina* olarak belirlenir. Temelde farklı oturma kaynaklı dönme Şekil 2.7c'de şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 2.6c'de temelde rijit dönme sonucu belirgin bir şekilde düşeyden sapmış bir bina gösterilmiştir.

(d) Temelde farklı olmayan oturmalara ilişkin inceleme: Eğer binanın temelinde farklı olmayan (üniform) oturmalar nedeniyle binanın kullanımı mümkün olmuyorsa veya meydana gelen oturma, h_s, kat yüksekliğinin, h, 1/3'ünden büyük ise Bina Hasar Sınıfı *Ağır Hasarlı* olarak belirlenir (bk. Şekil 2.6d ve Şekil 2.7d).



(a) (b) (c) (d)

Şekil 2.6 (a) bölgesel göçme; (b) büyük kalıcı yer değiştirme; (c) rijit dönme; (d) üniform oturma



Şekil 2.7: (a) Hasarsız bina; (b) katlar arası kalıcı öteleme meydana gelmiş bina; (c) dönmüş bina; (d) üniform oturma meydana gelmiş bina

Eğer (a), (b), (c) ve (d) dışarıdan inceleme adımlarında binanın *Yıkık, Acil Yıktırılacak* ya da *Ağır Hasarlı Bina* olduğu tespiti yapılmazsa ve binanın içine girmeyi tehlikeli kılacak belirgin yapısal ve yapısal olmayan hasarlar gözlenmiyorsa hasar tespitine *İçeriden İnceleme* ile devam edilir.

2.2.2 İçeriden İnceleme

İçeriden İnceleme adımında, hasar tespiti yapılan binadaki yatay ve düşey taşıyıcı elemanların Bölüm 2.1'de belirtilen eleman hasar sınıfları dikkate alınarak sınıflandırılması ile *Bina Hasar Sınıfı*: *Hasarsız, Az Hasarlı, Orta Hasarlı, Ağır Hasarlı* veya *Acil Yıktırılacak Bina* olarak belirlenecektir. Bina kategorisine (Tablo 1.1) bağlı olarak binada en fazla hasar gören katta aşağıda belirtilen *İçeriden İnceleme* yöntemleri ile *Bina Hasar Sınıfı* belirlenecektir.

2.2.2.1 Bina Kategori 1 için İçeriden İnceleme

Bu içeriden inceleme adımı Bina Kategori 1 kapsamına giren, taban alanı 600 m^2 veya daha küçük ve serbest kat sayısı 10 veya 10'dan küçük olan betonarme binalar ile Bina Kategori 2 ve Bina Kategori 3 sınıfına girmeyen betonarme binaların hasar tespiti için kullanılacaktır. Binaların üst katlarında bulunabilen, kat alanı tipik serbest katlar içerisinde en küçük alana sahip katın alanının %25'inden daha az olan katlar serbest kat sayısına dahil edilmeyecektir. Bu yöntemde sadece belli hasarlara uğramış olan düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanlarının Bölüm 2.1'de tanımlanan eleman hasar sınıfları dikkate alınarak sayıca belirlenmesi ile Bina Hasar Sınıfı tespit edilecektir.

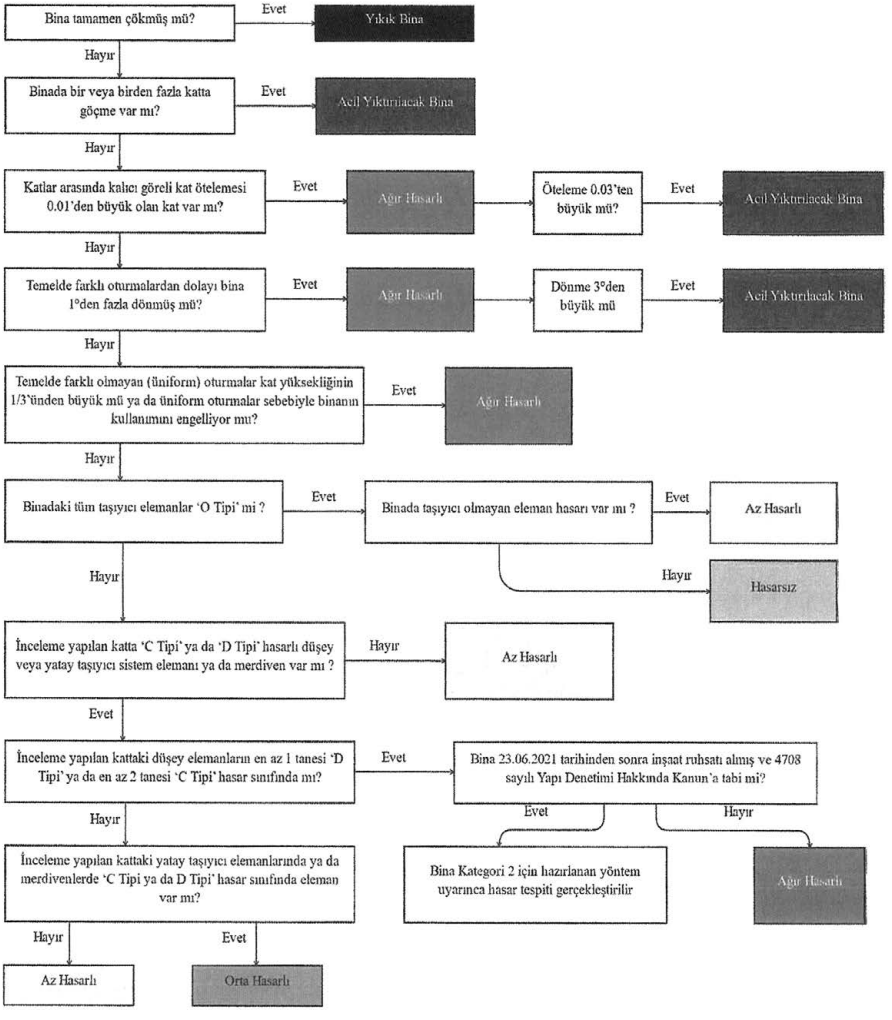
Bina Kategori 1 kapsamında uygulanacak algoritma Şekil 2.8'de gösterilmiştir. Eğer binadaki tüm taşıyıcı sistem elemanları (yatay ve düşey taşıyıcı sistem elemanları ve merdiven taşıyıcı sistemi) "O Tipi" ise ve binada taşıyıcı olmayan elemanlarda deprem etkilerinden kaynaklanan hasar yok ise Bina Hasar Sınıfı *"Hasarsız"* olarak belirlenir ve hasar tespit sonlandırılır.

Eğer tüm taşıyıcı elemanlar "O Tipi", fakat taşıyıcı olmayan elemanlarda (bölme duvar, çatı, asma tavan, vb.) deprem etkilerinden kaynaklanan hasarlar mevcut ise Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir.

Eğer inceleme yapılan kattaki tüm taşıyıcı sistem elemanlarının hasarı "O Tipi" değilse ve hasar gören düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanlarında ve merdiven taşıyıcı sisteminde "C Tipi" ya da "D Tipi" hasarlı eleman mevcut değilse, Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir.

Eğer inceleme yapılan kattaki düşey taşıyıcı sistem elemanlarının en az 1 tanesi "D Tipi" ya da en az 2 tanesi "C Tipi" hasarlı ve bina 23/6/2021 tarihinden önce inşaat ruhsatı almış ise, Bina Hasar Sınıfı *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenir. Eğer bina 23/6/2021 tarihinden sonra inşaat ruhsatı almış ve 4708 sayılı Kanuna tabi ise Bina Kategori 2 için hazırlanan hasar tespit algoritması kullanılarak Bina Hasar Sınıfı belirlenir.

Eğer inceleme yapılan kattaki düşey taşıyıcı sistem elemanların hepsi "O Tipi" değilse, binada "D Tipi" hasarlı düşey taşıyıcı eleman yoksa ve en fazla bir adet "C Tipi" hasarlı düşey taşıyıcı eleman mevcutsa veya binanın merdiven taşıyıcı sisteminde "C Tipi ya da D Tipi" hasar bulunuyor ise *Bina Hasar Sınıfı "Orta Hasarlı"* olarak belirlenir.



Şekil 2.8 Bina Kategori 1'deki betonarme binalar için hasar tespit algoritması

2.2.2.2 Bina Kategori 2 için İçeriden İnceleme

Bu inceleme adımı Bina Kategori 2 kapsamına giren, 23/6/2021 tarihi sonrası inşaat ruhsatı almış ve 4708 sayılı Kanuna tabi; taban alanı 600 m^2'den büyük olan ya da zemin üstü ya da rijit bodrum üzerinde bulunan kat sayısı 10'dan büyük fakat 15'ten büyük olmayan betonarme yapı sistemlerinde uygulanacaktır. Binaların üst katlarında bulunabilen, kat alanı tipik serbest katlar içerisinde en küçük alana sahip katın alanının %25'inden daha az olan katlar serbest kat sayısına dahil edilmeyecektir. Bu Bina Kategori 2 kapsamına giren betonarme binaların hasar tespitinde uygulanacak algoritma Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

Eğer binadaki tüm taşıyıcı sistem elemanları "O Tipi" ise ve binada taşıyıcı olmayan elemanlarda deprem etkilerinden kaynaklanan hasar yok ise Bina Hasar Sınıfı *"Hasarsız"* olarak belirlenir.

Eğer tüm taşıyıcı elemanlar "O Tipi", fakat taşıyıcı olmayan elemanlarda deprem etkilerinden kaynaklanan hasarlar bulunmakta ise Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir.

Eğer inceleme yapılan kattaki tüm taşıyıcı sistem elemanları "O Tipi" değilse ve hasar gören düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanlarında ve merdiven taşıyıcı sisteminde "C Tipi" ya da "D Tipi" hasarlı eleman mevcut değilse, Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir ve hasar tespit sonlandırılır.

Eğer inceleme yapılan katta "C Tipi" ve "D Tipi" düşey ya da yatay taşıyıcı sistem elemanı mevcut ise, Tablo 2.2'de belirtilen eleman hasar çarpanları dikkate alınarak, inceleme yapılan kattaki düşey taşıyıcı elemanlar için *Düşey Eleman Ağırlıklı Hasar Yüzdesi* (*DEAHY*) hesaplanacaktır.

Tablo 2.2 Betonarme eleman hasar çarpanları

Eleman Hasar Sınıfı	Hasar Çarpanı
O	0.00
A	0.20
B	0.40
C	0.70
D	1.00

Düşey taşıyıcı elemanlar için *DEAHY*, elemanların hasar sınıfı ve en kesit alanları dikkate alınarak **Denk. (2.1)**'e göre hesaplanacaktır.

$$DEAHY = \frac{A_A \times 0.20 + A_B \times 0.40 + A_C \times 0.70 + A_D \times 1.00}{A_O + A_A + A_B + A_C + A_D} \times 100 \qquad \textbf{(2.1)}$$

Burada A_O, A_A, A_B, A_C ve A_D sırasıyla inceleme yapılan kattaki "O Tipi", "A Tipi", "B Tipi", "C Tipi" ve "D Tipi" hasarlı düşey taşıyıcı elemanların toplam en kesit alanlarını göstermektedir.

Yatay taşıyıcı sistem elemanları için bir hasar yüzdesi hesaplanmayacak, yalnızca C ve D tipi hasarlı kirişlerin Bölüm 2.1'de tanımlanan eleman hasar sınırları dikkate alınarak sayıca belirlenmesi yeterli olacaktır.

Binanın hasar sınıfına, yapıdaki düşey ve yatay taşıyıcı elemanların hasar sınıfları, **Denk.(2.1)**'den elde edilen yüzdelik değer ve bina taban alanına (TA) göre belirlenecek sınırlar uyarınca karar verilecektir. Eğer **Denk. (2.1)** ile yapılacak hesap neticesinde binanın en hasarlı katındaki DEAHY 60'tan büyükse bina *"Acil Yıktırılacak Bina"* olarak sınıflandırılacaktır. Bina Kategori 2 için *İçeriden İnceleme* adımında düşey ve yatay taşıyıcı elemanlar için aşağıda (a) ve (b)'de belirtilen hasar sınırları tanımlanmıştır (Tablo 2.4).

(a) Düşey taşıyıcı elemanlar için hasar sınırları:

— *DEAHY*'nin 10'dan küçük olması ve "C Tipi" ya da "D Tipi" hasarlı düşey eleman olmaması,
— *DEAHY*'nin 10'a eşit ya da büyük fakat 20'den küçük olması ya da *DEAHY*'nin 10'dan küçük olması ve "C Tipi" ve "D Tipi" hasarlı eleman sayısı toplamının en az 1 olması,
— *DEAHY*'nin 20'ye eşit ya da büyük fakat 40'tan küçük olması,
— *DEAHY*'nin 40'a eşit ya da büyük olması.

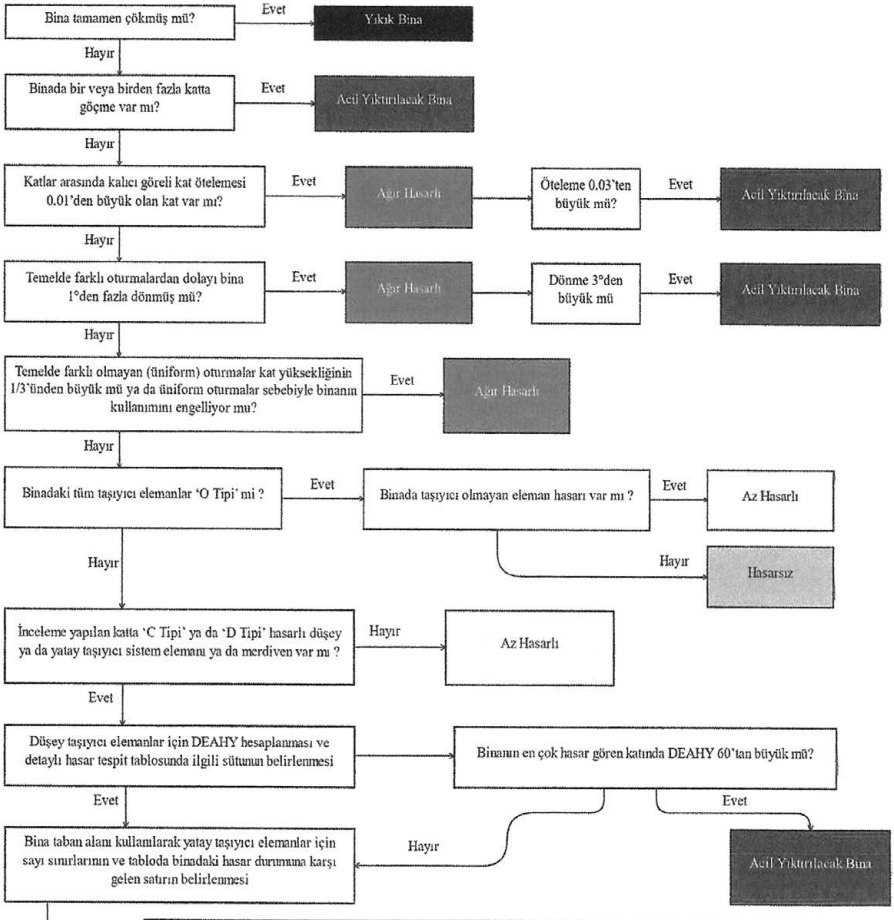
(b) Yatay taşıyıcı elemanlar için hasar sınırları:

— Yatay elemanlarda "D Tipi" hasarlı eleman olmaması ve "C Tipi" hasarlı yatay eleman sayısının TA/50'den büyük olmaması,
— Yatay elemanlarda "C Tipi" ve "D Tipi" hasarlı eleman sayısı toplamının TA/50'den küçük olması ve en az 1 adet "D Tipi" hasarlı eleman olması,
— Yatay elemanlarda "C Tipi" ve "D Tipi" hasarlı eleman sayısı toplamının *TA*/50'ye eşit ya da büyük olması fakat *TA*/20'den küçük olması,
— Yatay elemanlarda "C Tipi" ve "D Tipi" hasarlı eleman sayısı toplamının *TA*/20'ye eşit ya da büyük olması.

Hasar tespitinin sonuçlandırılması için düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanlarının Tablo 2.3'te hangi aralıkta oldukları belirlenecek ve *Bina Hasar Sınıfı* bu aralıkların kesiştirilmesi ile tespit edilecektir. Eğer Tablo 2.3 uyarınca *Bina Hasar Sınıfı "Az Hasarlı"* olarak tespit edilmiş fakat binanın merdiven taşıyıcı sisteminde "C Tipi ya da D Tipi" hasar bulunuyor ise *Bina Hasar Sınıfı "Orta Hasarlı"* olarak belirlenecektir.

Tablo 2.3 Betonarme binalarda Bina Kategori 2 için hasar tespit yöntemi sınırları

Bina İçin Karar		**Düşey Taşıyıcı Elemanlar**			
		DEAHY < 10 ve C+D = 0	**10 ≤ DEAHY < 20 ya da DEAHY < 10 ve C+D ≥ 1**	**20 ≤ DEAHY < 40**	**DEAHY ≥ 40**
Yatay Taşıyıcı Elemanlar	**C ≤ TA/50 ve D = 0**	AZ HASARLI	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI
	C+D < TA/50 ve D≥1	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI
	TA/50≤ C+D <TA/20	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI
	C+D ≥ TA/20	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI



Bina İçin Karar		Düşey Taşıyıcı Elemanlar			
		DEAHY<10 ve C+D = 0	10 ≤DEAHY<20 ya da DEAHY<10 ve C+D≥1	20≤DEAHY<40	DEAHY≥40
Yatay Taşıyıcı Elemanlar	C ≤ TA/50 ve D = 0	AZ HASARLI	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI
	C+D < TA/50 ve D≥1	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI
	TA/50≤C+D<TA/20	ORTA HASARLI	ORTA HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI
	C+D≥ TA/20	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI	AĞIR HASARLI

Şekil 2.9 Bina Kategori 2'deki betonarme binalar için hasar tespit algoritması

3 Yığma Binalarda Deprem Sonrası Hasar Tespiti

3.1 Yığma Elemanlar için Hasar Sınıfları

Hasar tespiti yapılacak yığma binalardaki düşey taşıyıcı sistem elemanlarının sınıflandırılması, yığma elemanlarda gözlenen hasar düzeylerine bağlı olarak bu bölümde belirtilen kurallar ve sınırlar uyarınca yapılacaktır. Yığma binaların hasar tespitinde kullanılmak üzere yığma elemanlar için beş farklı eleman hasar sınıfı tanımlanmıştır. Hasar sınıfları ve ölçütleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Bir çatlağın dahi verilen sınırları sağlaması hasar sınıfı tanımlaması için yeterlidir.

Çatlak genişliğinin ölçülmesi esnasında varsa sıva, kaplama gibi taşıyıcı duvar yüzeyindeki hasarın gözlemlenmesini engelleyen öğeler dikkatlice uzaklaştırılmalıdır. Çatlak, en geniş olduğu yerde çatlağa dik olarak yerleştirilen bir çatlak ölçer ile ölçülmelidir.

Eleman hasar sınıflandırması yapılırken yalnızca taşıyıcı duvarlar dikkate alınmalı ve bu elemanlara hasar sınıfı ataması yapılmalıdır. Hatıl, kiriş, döşeme, çatı gibi yapısal elemanlarının mesnetlendiği, düşey ve yatay yüklerin taşınmasında rol oynayan duvarlar taşıyıcı duvar olarak tanımlanacaktır. Bununla birlikte, yüksekliğinin sıva hariç kalınlığına oranı 16'dan büyük olan narin duvarlar, duvar kesit uzunluğu duvar kalınlığının iki katından küçük olan duvarlar veya alt kat veya katlarında süreksiz olan duvarlar taşıyıcı duvar olarak kabul edilmeyecektir.

Tablo 3.1 Yığma eleman hasar sınıfları

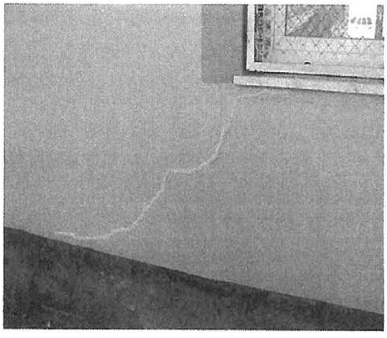
Eleman Hasar Sınıfı	Hasar Ölçütü
O	-
A	$w \leq 1$ mm
B	1 mm $< w \leq 5$ mm veya harçta dökülmeler
C	5 mm $< w \leq 10$ mm veya kagir birimlerde ezilme
D	$w > 10$ mm veya duvarda belirgin deformasyonlar meydana gelmesi veya duvarın yapısal bütünlüğünü büyük oranda kaybetmesi

3.1.1 O Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri sonucunda oluşmuş herhangi bir çatlak veya ezilme bulunmayan taşıyıcı yığma duvarlar *O Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Duvarların sıvalarında çatlakların ve dökülmelerin meydana gelmesi sınıflandırmada dikkate alınmaz.

3.1.2 A Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri sonucunda oluşmuş ve genişliği en fazla 1 mm olan çatlak bulunduran taşıyıcı yığma duvarlar *A Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Şekil 3.1'de *A Tipi Hasarlı Eleman* için örnek görünümler gösterilmiştir.



(a)

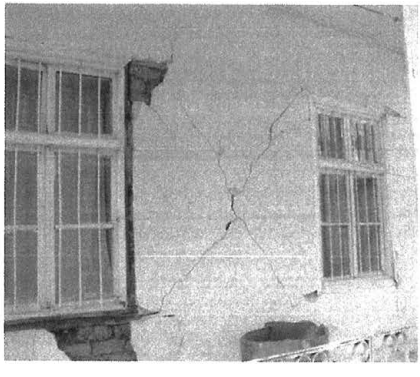


(b)

Şekil 3.1 *A tipi hasarlı eleman*: (a) duvarda çatlak; (b) yatay hatıl-duvar birleşiminde çatlak

3.1.3 B Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri sonucunda oluşmuş ve genişliği 1 mm'den büyük fakat 5 mm'den büyük olmayan çatlak bulunan ya da derz harcında dökülmeler meydana gelen taşıyıcı yığma duvarlar *B Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Şekil 3.2'de *B Tipi Hasarlı Elemanlarda* gözlemlenen tipik hasarlar gösterilmiştir.



(a)

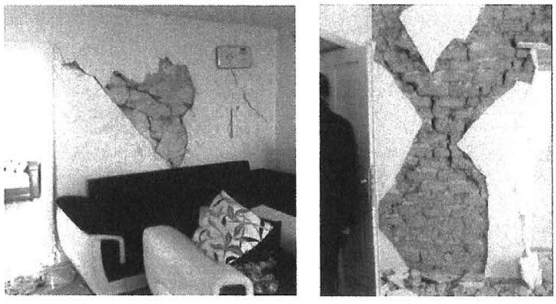


(b)

Şekil 3.2 *B tipi hasarlı eleman*: (a) 5 mm'den küçük diyagonal çatlak; (b) birimler arası harçta dökülmeler

3.1.4 C Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri sonucunda oluşmuş ve genişliği 5 mm'den büyük fakat 10 mm'den büyük olmayan çatlak bulunan veya kagir birimlerde ezilmeler gözlenen taşıyıcı yığma duvarlar *C Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Şekil 3.3'te *C Tipi Hasarlı Eleman* için tipik hasarlar gösterilmiştir.



Şekil 3.3 *C tipi hasarlı elemanlar*

3.1.5 D Tipi Hasarlı Eleman

Deprem etkileri sonucunda genişliği 10 mm'den fazla olan çatlağın veya belirgin deformasyonların meydana geldiği ya da yapısal bütünlüğünü büyük ölçüde kaybetmiş olan taşıyıcı yığma duvarlar *D Tipi Hasarlı Eleman* olarak tanımlanır. Şekil 3.4'te *D Tipi Hasarlı Eleman* için örnek hasar durumları gösterilmiştir.



Şekil 3.4 *D tipi hasarlı elemanlar*

3.2 Hasar Tespit Algoritması

Hasar tespiti, *Dışarıdan İnceleme* ve *İçeriden İnceleme* olarak iki aşamada gerçekleştirilecektir. Eğer *Dışarıdan İnceleme* adımında hasar tespiti sonuçlandırılamaz ise, Bina Sınıfı'nın Bina Kategori 1 olması durumunda (Tablo 1.1) Bölüm 3.2.2 uyarınca *İçeriden İnceleme* yapılır ve hasar tespiti sonuçlandırılır.

3.2.1 Dışarıdan İnceleme

Bu adımda hasar tespit incelemesi yapılan binanın genel durumuna ilişkin incelemeler ve ölçümler yapılacaktır. Aşağıda (a), (b), (c) ve (d)'deki adımlar ile *Dışarıdan İnceleme* işlemi yürütülecektir.

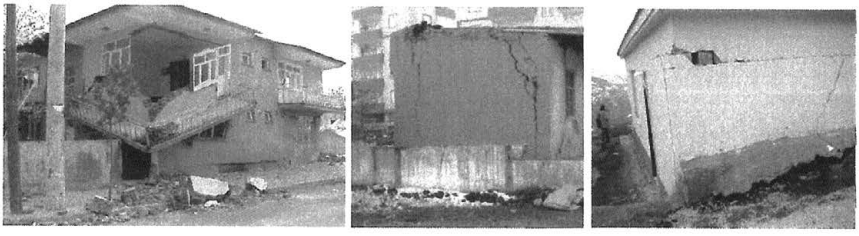
(a) Binanın genel durumuna ilişkin inceleme: Eğer binada toptan bir göçme meydana gelmişse Bina Hasar Sınıfı *Yıkık Bina* olarak belirlenecek ve hasar tespiti sonlandırılacaktır. Eğer binanın bir veya birden fazla katında göçme (Şekil 3.5a) veya düzlem dışı doğrultuda belirgin bir şekilde dönmüş (Şekil 3.5b) ya da yıkılmış bir duvar var ise binanın hasar sınıfı *"Acil Yıktırılacak Bina"* olarak belirlenip hasar tespiti sonlandırılacaktır.

(b) Katlar arası kalıcı yer değiştirme durumuna ilişkin inceleme: Eğer binada herhangi bir katta ölçülen kalıcı yatay yer değiştirme, d, kat yüksekliğinin, h, 0.01'inden büyükse (Şekil 3.5c) binanın hasar sınıfı *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenip hasar tespiti sonlandırılır. Eğer herhangi bir katta ölçülen kalıcı yer değiştirme, d, kat yüksekliğinin, h, 0.03'ünden büyükse bina *"Acil*

Yıktırılacak Bina" olarak sınıflandırılır ve hasar tespiti sonlandırılır. Bina kat yüksekliği, h, ve deprem etkileri nedeniyle meydana gelmiş yatay yer değiştirme, d, Şekil 2.7b'de temsili olarak belirtilmiştir.

(c) Temelde farklı oturmalara ilişkin inceleme: Eğer binada temelde farklı oturmalardan kaynaklı 1°'den büyük rijit dönme varsa (Şekil 2.7c) binanın hasar sınıfı *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenir ve hasar tespiti sonlandırılır. Binada temelde farklı oturmalardan kaynaklı meydana gelen dönme 3°'den büyük ise Bina Hasar Sınıfı *"Acil Yıktırılacak Bina"* olarak belirlenir.

(d) Temelde farklı olmayan oturmalara ilişkin inceleme: Eğer binanın temelinde farklı olmayan (üniform) oturmalar nedeniyle binanın kullanımı mümkün olmuyorsa veya meydana gelen oturma h_s, kat yüksekliğinin, h, 1/3'ünden büyük ise Bina Hasar Sınıfı *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenir (Şekil 2.7d).



(a) (b) (c)

Şekil 3.5 Hasar görmüş yığma binalar:
(a) bölgesel göçme; (b) belirgin düzlem dışı duvar dönmesi; (c) katta belirgin kalıcı yatay öteleme

Eğer (a), (b), (c) ve (d) dışarıdan inceleme adımlarında binanın *"Yıkık"*, *"Ağır Hasarlı"* ya da *"Acil Yıktırılacak Bina"* olduğu tespiti yapılmazsa ve binada içeri girmeyi tehlikeli kılacak belirgin yapısal ve yapısal olmayan hasar gözlemlenmiyorsa hasar tespitine *İçeriden İnceleme* ile devam edilir.

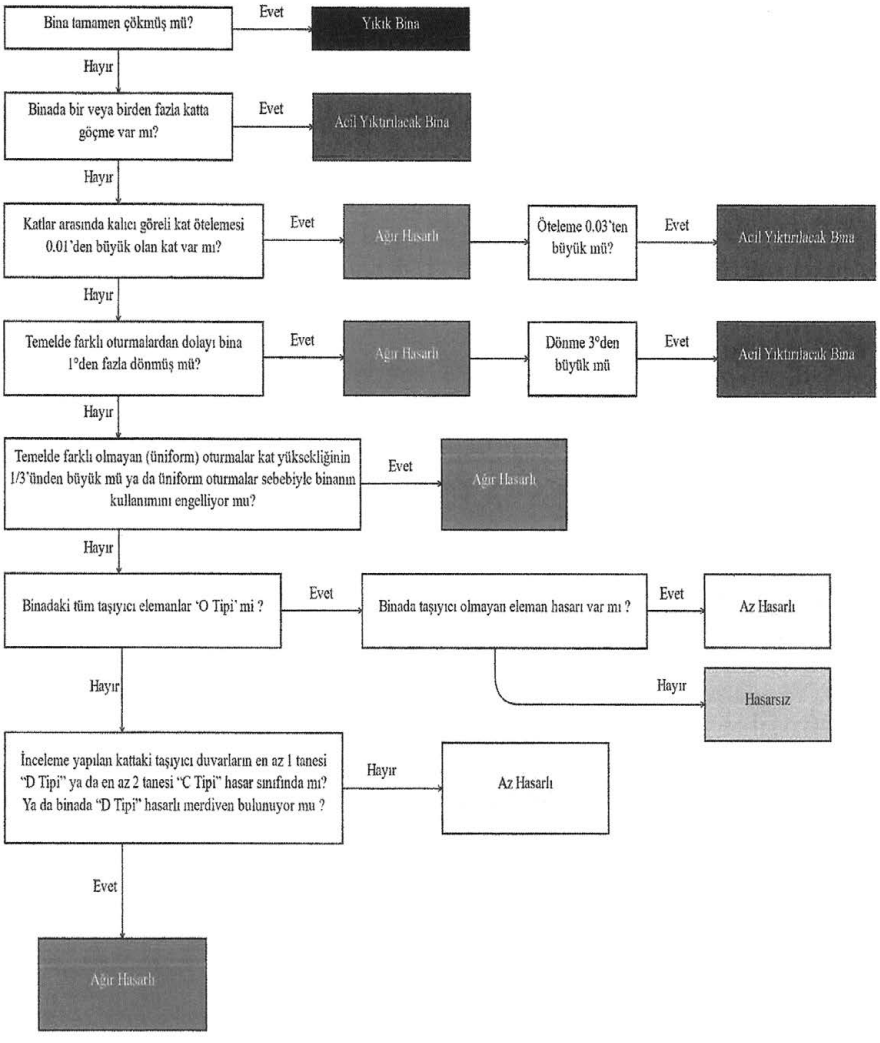
3.2.2 İçeriden İnceleme

İçeriden İnceleme adımında hasar tespiti yapılan binadaki taşıyıcı yığma duvarların Bölüm 3.1'de belirtilen eleman hasar sınıfları dikkate alınarak sınıflandırılması ile *Bina Hasar Sınıfı*: *"Hasarsız"*, *"Az Hasarlı"* veya *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenecektir. Bina Sınıfı'nın Bina Kategori 1 olması durumunda (Tablo 1.1) izlenecek *İçeriden İnceleme* prosedürleri ile *Bina Hasar Sınıfı* belirlenecektir.

Bu inceleme adımı yığma binalarda Bina Kategori 1 kapsamına giren, serbest kat sayısı 5 veya 5'ten küçük olan binaların hasar tespiti için kullanılabilir. Binaların üst katlarında bulunabilen, kat alanı tipik serbest katlar içerisinde en küçük alana sahip katın alanının %25'inden daha az olan katlar serbest kat sayısına dahil edilmeyecektir. Hasar tespitinde uygulanacak algoritma Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Eğer binadaki tüm taşıyıcı sistem elemanları "O Tipi" ise ve binada taşıyıcı olmayan elemanlarda deprem etkilerinden kaynaklanan hasar yok ise Bina Hasar Sınıfı *"Hasarsız"* olarak belirlenir ve hasar tespit sonlandırılır.

Eğer tüm taşıyıcı elemanlar "O Tipi", fakat taşıyıcı olmayan elemanlarda deprem etkilerinden kaynaklanan hasarlar bulunmakta ise Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir.

Eğer inceleme yapılan kattaki tüm taşıyıcı sistem elemanlarının hasarı "O Tipi" değilse ve kattaki taşıyıcı duvarların en az 1 tanesi "D Tipi" ya da en az 2 tanesi "C Tipi" hasarlı ise ya da binada "D Tipi" hasarlı merdiven bulunuyor ise, Bina Hasar Sınıfı *"Ağır Hasarlı"* olarak belirlenir. Eğer inceleme yapılan katta bu koşul sağlanmıyorsa Bina Hasar Sınıfı *"Az Hasarlı"* olarak belirlenir.



Şekil 3.6 Bina Kategori 1'deki yığma binalar için hasar tespit algoritması

EK-2

SEL/TAŞKIN AFETİ SONRASI BİNA HASAR DERECELENDİRME YÖNTEMİ

1. Bina sınıfları

Sel/Taşkın Hasar Tespit Yöntemi kapsamında binalar için taşıyıcı sistem türüne göre Betonarme ve Yığma olarak iki kategori uygulanır. Binalar iki aşamalı bir yöntem ile incelenecektir. Birinci kademe, hasar tespit personelinin bina içine girmesinin potansiyel risk oluşturacağı olası bir "ağır hasarlı" durumunun binanın dışından tespit edilebilmesini amaçlayan *Dışarıdan İnceleme* aşamasıdır. Dışarıdan yapılan inceleme esnasında binada kısmen veya tamamen göçme durumuyla karşılaşılmaması durumunda ikinci inceleme aşaması olan *İçeriden İncelemeye* geçilmektedir. Bu aşamada binanın en hasarlı katındaki düşey ve yatay taşıyıcı elemanların hasar sınıflarının belirlenmesi ile "Bina Hasar Sınıfı" tespit edilmektedir.

2. Betonarme Binalarda Sel Sonrası Hasar Tespit Yöntemi

Betonarme binalar ile gözlemlenen en büyük hasarı betonarme katta olan karma binaların hasar derecelendirilmesi bu yöntem ile yapılır.

2.1 Göçme Var

En büyük taşıyıcı sistem hasarı; yıkılma, kısmi yıkılma, toprak hareketlerine bağlı aşırı kayma, dönme (1° den fazla) veya üst yapıda gözle görülür düzeyde kat ötelemesi (0,01'den büyük) var ise bina *ağır hasarlı* veya *acil yıktırılacak bina* olarak değerlendirilir.

2.2 Göçme Yok

Bölüm 2.1'de verilen düzeyde hasar gözlemlenmeyen binaların hasar derecesi aşağıda verilen yöntem ile belirlenir.

2.2.1 HASAR BİLGİLERİ

HASARIN TANIMI		HASAR PUANI	
		Var	Puanı
1-) Bölgesel temel oturması (oturma miktarı kullanıma engel ya da kat yüksekliğinin 1/3'ünden büyük olması halinde), temel dönmesi, temel zeminde oyulma veya düşey taşıyıcılarda gözlemlenen en az bir adet D Tipi Hasar (Kalıcı Şekil Değiştirme)		☐	30
2-) Su veya sürüklenen malzeme basıncına bağlı duvar ayrılması		☐	5
3-) Temel oturmasına bağlı bölme duvarı ayrılması	Çatlak Genişliği> **10** mm	☐	5
	Çatlak Genişliği≤ **10** mm	☐	3
4-) Merdiven hasarı		☐	10
5-) Sel izi *(Taşıyıcı sistem elemanlarında herhangi bir hasar olmasa dahi, binaya su girmişse değerlendirilmelidir)* ve/veya binanın dış cephesinde sürüklenen malzeme birikmesi		☐	1
	Toplam :	I=	

2.2.2 HASARIN DERECELENDİRİLMESİ

Toplam Hasar Puanı	THP			
	THP≥30	**30>THP≥15**	**15>THP≥1**	**THP<1**
THP= I	AĞIR	ORTA	AZ	HASARSIZ

3. Yığma Binalarda Sel/Taşkın Sonrası Hasar Tespiti Yöntemi

Yığma binalar ile gözlemlenen en büyük hasarı yığma katta olan karma binaların hasar derecelendirilmesi bu yöntem ile yapılır.

3.1 Göçme Var

En büyük taşıyıcı sistem hasarı; yıkılma, kısmi yıkılma, toprak hareketlerine bağlı aşırı kayma, dönme (1° den fazla) veya üst yapıda gözle görülür düzeyde kat ötelemesi (0,01'den büyük) var ise bina *ağır hasarlı* veya *acil yıktırılacak bina* olarak değerlendirilir.

3.2 Göçme Yok

Bölüm 3.1'de verilen düzeyde hasar gözlemlenmeyen binaların hasar derecesi aşağıda verilen yöntem ile belirlenir.

3.2.1- HASAR BİLGİLERİ				
Hasar Durumu				
	Belirgin	**Hafif**	**Yok**	**Açıklama**
1- Aşırı temel oturması veya temel zemininde oyulma	☐ 15	☐ 5	☐	Temel oturmasına veya zeminde oyulmaya bağlı olarak taşıyıcı veya bölme duvarlarında **ayrılma ≥20 mm; çatlama ≥20 mm** ise **"Belirgin"** olarak, bu değerlerden küçük ise **"Hafif"** olarak puanlandırılır.
2- Düzlemi dışına göçen duvar (su ve/veya sürüklenen malzeme basıncına bağlı duvar hasarı)	☐ 10	☐ 5	☐	Düzlemi dışına doğru duvar hareketi türü hasar var ise **"Belirgin"** veya **"Hafif"** olarak puanlandırılır.
3-Duvar ayrılması	☐ 10	☐ 5	☐	Birbirini dik kesen duvarların birbirinden ayrılması şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrılma miktarı **≥20 mm** ise **"Belirgin"**, **<20 mm** ise **"Hafif"** olarak değerlendirilmektedir.
4-Köşe/cephe duvarlarında diyagonal çatlaklar	☐ 10	☐ 5	☐	Köşe veya cephe duvarlarında diyagonal çatlaklar **≥10 mm** ise **"Belirgin"**; **<10 mm** ise **"Hafif"** olarak değerlendirilmektedir.
5- İç duvarlarda diyagonal çatlak	☐ 5	☐ 3	☐	İç bölme veya taşıyıcı duvarlarda **≥5 mm** ise **"Belirgin"**; **<5 mm** ise **"Hafif"** olarak değerlendirilmektedir.
6- Sel izi ve/veya binanın dış cephesinde sürüklenen malzeme birikmesi	☐ 1	☐ 1	☐	Taşıyıcı sistem elemanlarında herhangi bir hasar olmasa dahi, binaya su girmişse veya sel esnasında sürüklenen malzeme dış cephede birikmiş ise değerlendirilmektedir.
Toplam :	I=___	II=___		

3.2.2- HASARIN DERECELENDİRİLMESİ			
Toplam Hasar Puanı:	**THP**		
	THP≥20	**20>THP≥1**	**THP<1**
THP= (I+II) = _____	**AĞIR**	**AZ HASARLI**	**HASARSIZ**

"