



Deprem Sonrası Hasar Tespit Yöntemlerinin İrdelenmesi

H. Murat ARSLAN^{1,a}

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

^aORCID: 0000-0002-8338-848X

Makale Bilgileri

Geliş : 12.02.2025

Kabul : 02.06.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1638473

Sorumlu Yazar

H. Murat ARSLAN

hmarslan@cu.edu.tr

Anahtar Kelimeler

Yapı

Deprem

Hasar sınıfı

Atıf şekli: ARSLAN, H.M., (2025). Farklı Deprem Sonrası Hasar Tespit Yöntemlerinin İrdelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 40(2), 403-414.

ÖZ

Bu çalışmada depremler neticesinde binalarda oluşan hasarların sınıflandırılmasında kullanılan yöntemler incelenmiştir. Deprem sonrası hasar tespiti çalışmalarında korozyon, imalat ve proje kaynaklı hasarlar göz ardı edilerek sadece deprem kaynaklı hasarlar irdelenmiştir. Hasar tespiti için kullanılan Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞDİB), Doğal Afetler Sigorta kurumu Hızlı Tarama Metodu (DASK-HTM 2020) yöntemi ve Prof. Dr. Alper İLKİ Dask kurs notlarına bağlı yöntemler üzerinden çeşitli binalar incelenmiştir. Değerlendirme sonucu ortaya çıkan farklı hasar sınıfları üzerinden çalışmanın önemi gösterilmiştir.

Examination of Post-Earthquake Damage Assessment Methods

Article Info

Received : 12.02.2025

Accepted : 02.06.2025

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1638473

Corresponding Author

H. Murat ARSLAN

hmarslan@cu.edu.tr

Keywords

Construction

Earthquake

Damage determine

How to cite: ARSLAN, H.M., (2025). Examination of Post-Earthquake Damage Assessment Methods. Çukurova University, Journal of the Faculty of Engineering, 40(2), 403-414.

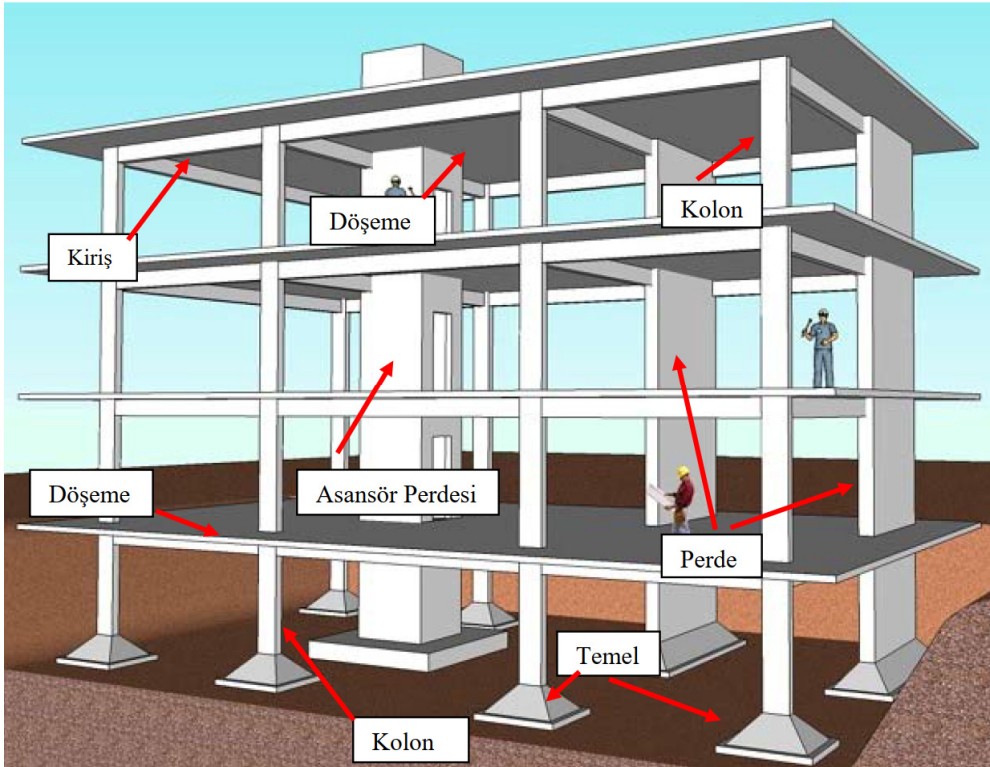
ABSTRACT

In this study, the methods used in the classification of building damages due to earthquakes are examined. In the post-earthquake damage assessment studies, corrosion, manufacturing and project-related damages were ignored and only earthquake-related damages were examined. Using various methods which are Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change method, Turkish Catastrophe Insurance Pool Damage Assessment Method (DASK-HTM 2020) and method explained in Prof. Dr. Alper İLKİ's DASK course notes comparison of the results has been made. The importance of working on different damage classes resulting from the assessment has been demonstrated.

1. GİRİŞ

06.02.2023 günü, Türkiye saati ile 04:17'de ve 13:24'de merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan Mw: 7.7 ve Mw: 7.6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. 7.7 büyüklüğündeki deprem yerin 8.6 km derinliğinde meydana gelirken, 7.6 büyüklüğündeki deprem yerin 7 km derinliğinde meydana gelmiştir. Söz konusu depremlerin artçı şok aktivitesi devam ederken 20 Şubat 2023 tarihinde Yayladağı'nda (Hatay) Mw: 6.4 büyüklüğünde "tetiklenmiş" bir deprem daha meydana gelmiştir. Depremler; Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa ve Elazığ'da çok şiddetli hissedilmiş can kaybı ve ağır hasara neden olmuştur. Çok sayıda insanımızın etkilendiği bu büyük felaket sonrası daha çok mağduriyetin yaşanmaması için hasar tespit çalışmalarının hızlı bir şekilde yapılması ve hassasiyeti önem kazanmıştır. Günümüze kadar yaşanan deprem sonraları hasar tespiti çalışmaları yapılsa da gerek akademik gerek idari çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Deprem sonrasında betonarme yapılardaki hasarın hızlı ve gerçekçi bir biçimde belirlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur [1]. Betonarme binalarda depremler sonrası gözlenen ağır hasar tipleri sınıflandırılıp yapısal davranışla ilişkilendirmiştir [2]. Betonarme binalarda meydana gelen hasarları ve bu hasarları belirleme yöntemleri üzerinde çalışma yürütmüşlerdir [3]. Ülkemizde yaşanan depremler sonrası Türkiye Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) TCIP-DAM-2020 ile hasar tespit uygulamalarının çok daha hızlı bir şekilde yapılması ve denetçilerin belirli bir zaman diliminde daha fazla deprem hasarlı yapıyı değerlendirebilmesi için çalışma yürütmüştür [4]. Betonarme yapılarda deprem sonrası yapısal hasarların tahmini için kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir [5]. Kahramanmaraş depreminde hasar tespit çalışmaları üzerine değerlendirme yapmışlardır [6]. Nomanoglu ve ark. [7], TBDY 2018 kapsamında farklı özelliklere sahip çok katlı binalarda deprem düzensizliklerini incelemiştir. Samim ve Temel [8], yaya üst geçitlerinin TBDY-2018 esaslarına göre analiz ve tasarımlarını gerçekleştirmiştir.

Betonarme bir binada taşıyıcı sistem elemanları; döşeme (bina içerisinde üzerinde yürünen yer), kiriş, merdiven, kolon, perde ve temelden oluşmaktadır. Anılan elemanların tamamı gerek kendi ağırlığını gerek insan/eşya ağırlığını taşımakta ve diğer taşıyıcı sistem elemanlarına iletmektedir. Son aşamada bina ağırlığının tamamı temel vasıtası ile dünya/yeryüzüne aktarılmaktadır (Şekil 1.). Eğer döşemede, kiriş, merdiven, kolon, perde veya temelde bir çatlak tespit edilirse tespit edilen hasar taşıyıcı eleman hasarı olarak sınıflandırılmalıdır.



Şekil 1. Taşıyıcı sistem

Hasar tespiti sonrasında hasar sınıflarına göre farklı yaptırımların bulunması sebebiyle hasar tespitinin daha hassas yapılması ve detaylara özen gösterilmesi gerekmektedir. Bu sebeple öncelikle hasar tespiti hakkında bilgi verilmiştir.

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın 14.04.2014 tarihli, 7663 sayılı, "Hasar Tespit Genelgesi" konulu yazısında;



**T.C.
BAŞBAKANLIK
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı**

14.04.2014

Sayı : 44893885/952.99- **7663**
Konu : Hasar Tespit Genelgesi.

..... VALİLİĞİNE
(İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü)

GENELGE
2014/

Afetler sonrası hasar tespit çalışmaları, 15/05/1959 tarihli ve 7269 sayılı **Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun** ve 29/05/2009 tarihli ve 5902 sayılı **Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun** hükümleri uyarınca aşağıdaki usul ve esaslar doğrultusunda gerçekleştirilir.

1- Hasar tespitin tanımı ve kapsamı

Hasar tespit, meydana gelen afetin binaya verdiği hasarın gözlemsel olarak değerlendirilip derecelendirilmesidir.

Hasar tespit çalışması, 7269 sayılı **Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun** kapsamında afet sonrasında gerçekleştirilecek olan acil yardım, hak sahipliği, kira yardımı ve yer seçimine esas teşkil eden hazırlık mahiyetinde işlemidir. Hasar tespit çalışması binaların muhtemel afetler karşısındaki davranışını, performansını ve riskini ortaya koyar nitelikte ve kapsamda değildir.

Bir binaya afetten sonra yapılan hasar tespit çalışması, sadece olmuş afetin binada meydana getirdiği hasarın tespitini içerir. Geçmiş afetlerin binada meydana getirdiği hasarlar ya da binanın bakımsızlığı ve ekonomik ömrünün tamamlanmış olması gibi nedenler ile oluşan hasarlar, projelendirme ve imalat hataları bu çalışmalar sırasında dikkate alınmaz.

Hasar derecelendirmelerine esas teşkil eden tespitler fotoğraflanır.

a- Afet etkisi belirleme çalışması

Afet etkisi belirleme çalışması; afet sonrası hasarın yoğun olduğu bölgelerin ve bu bölgelerde bulunan acil yıkımı gereken binaların tespiti, acil yardım ve geçici iskân yardımı yapılacak afetzedelerin belirlenmesi ve kesin hasar tespit çalışmaları için gerekli bilgilerin sağlanmasıdır. Meydana gelen bir afetin genel hayata etkililiği veya etkisizliği bu çalışma sonuçlarına göre değerlendirilir. Afet etkisi belirleme çalışmaları Ek-1'de, acil yıktırılacak bina tespiti çalışmaları Ek-2'de yer alan formlar kullanılarak gerçekleştirilir.

b- Kesin hasar tespit çalışması

Kesin hasar tespit çalışması; afet etkisi belirleme çalışmasına göre genel hayata etkililik kararı alınan bölgelerde gerçekleştirilen hak sahipliği, yer seçimi, kira yardımı gibi işlemlere esas teşkil eden hazırlık çalışmalarıdır. Binalar tek tek incelenerek hasar sınıflandırmasına tabi tutulurlar. Çalışmalar sonucu hazırlanan afetzede isim listeleri mahallinde ilan edilmek üzere ilgililere teslim

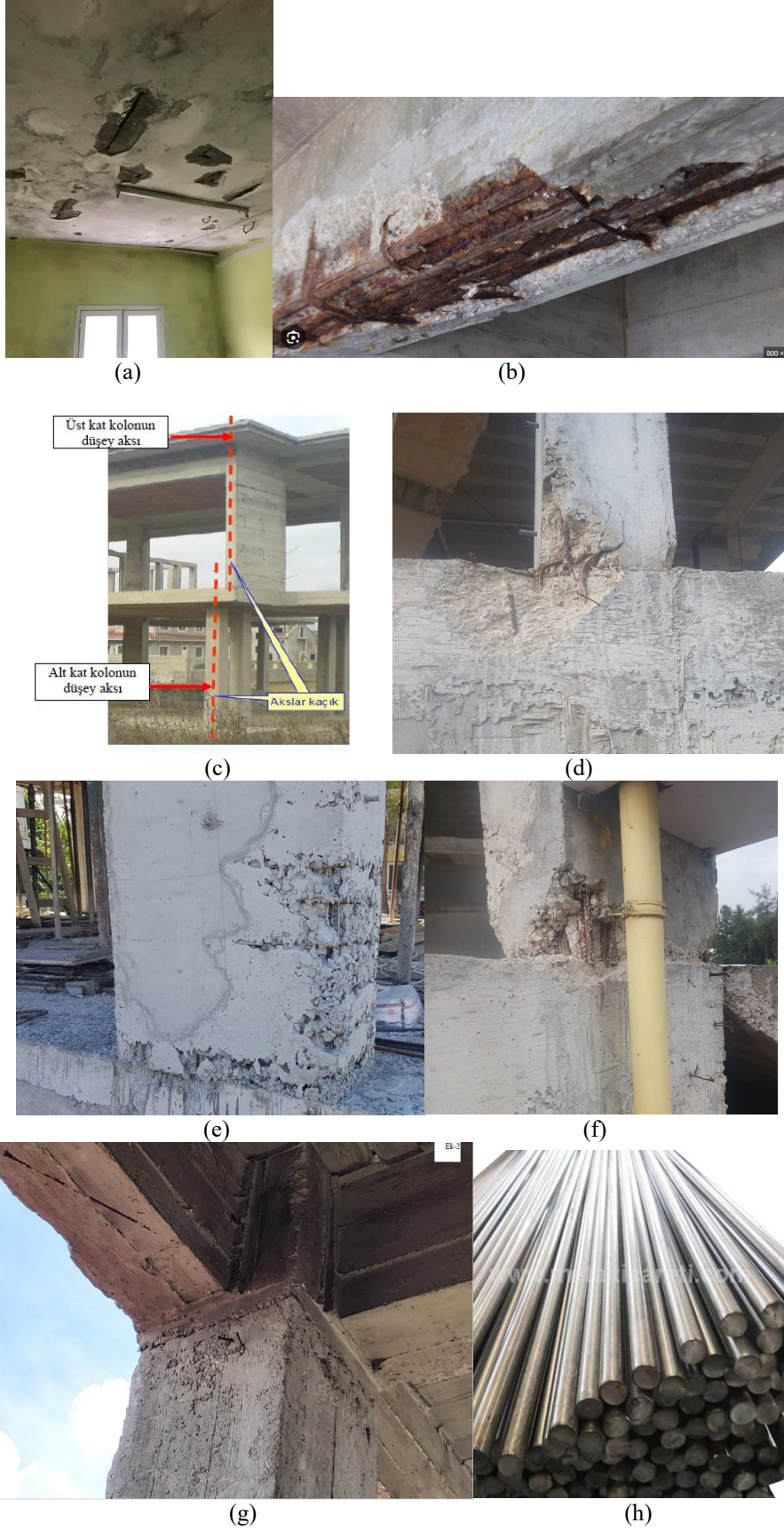
Kızılkırmak Mah. Ufuk Üniversitesi Cad. No: 12
Çukurova/Söğütözü / ÇANKAYA/ANKARA
Telefon: (0312) 238 23 23 Faks:(0312) 287 26 98
e-posta:ciylestirme@afad.gov.tr Elektronik Ad: www.afad.gov.tr

Şekil 2. Hasar tespit genelgesi

“Hasar tespit, meydana gelen afetin binaya verdiği hasarın gözlemsel olarak değerlendirilip derecelendirilmesidir.” ve “Bir binaya afetten sonra yapılan hasar tespit çalışması, sadece olmuş afetin binada meydana getirdiği hasarın tespitini içerir. **Geçmiş afetlerin binada meydana getirdiği hasarlar ya da binanın bakımsızlığı ve ekonomik ömrünü tamamlamış olması gibi nedenler ile oluşan hasarlar, projelendirme ve imalat hataları** bu çalışmalar sırasında dikkate alınmaz.” şeklinde maddelerin yer aldığı görülmektedir ve çalışmaların özellikle bu maddeler kapsamında yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

İlgili genelgede de yer alan deprem sonrası hasarı değerlendirmesi sırasında gözardı edilmesi gereken bazı kusurlar bulunmaktadır. Hasar tespit esnasında gözlemlenen bu kusurların değerlendirilmeye alınmaması gerekmektedir. Şekil 3’de verilen bu kusurlar sırasıyla taşıyıcı sistem elemanında bulunan yetersiz paspayının mevcudiyetidir (Şekil 3.a.). Paspayları taşıyıcı sistem elemanı içindeki demiri yangından, çarpmadan, sudan vb etkilerden korumak için yapılmaktadır. Yeterli paspayı olmaması durumunda hem taşıyıcı eleman içindeki demir-donatı korumasız olacak hem de demir beton kaynaşması-yapışması yeterince sağlam olmayacaktır. Bu durumda imalattan bir süre sonra paspayı (kabuk beton) düşmesi gözlenir. Diğer husus ise korozyonun (paslanma) varlığıdır (Şekil 3.b.). Betonarme imalatı esnasında zaman zaman imalat hataları olabilmektedir. Bunlardan bir tanesi de düşey ve/veya yatay doğrultuda kolonların aynı hizada (aks) olmamasıdır (Şekil 3.c.). Yine uygulama hatasından kaynaklı kolon demirlerinin insan eli ile bükülmesi de bu kusurlar arasındadır (Şekil 3.d.). Katlar arası geçişte (örneğin 2. Kat imalatı tamamlanmış, 3 kat imalatı başlamış) kolon demirlerinin aynı düşey hizada olmadığı fark edilirse demirler inşaat ustası tarafından eğilmekte aynı düşey hizaya getirilmektedir. Bu bir kusur olup imalat hatası olarak değerlendirilmelidir. Taşıyıcı sistem elemanları betonu dökülürken beton agregası (beton içindeki taş) dağılımının standartlara uygun olmaması ve/veya su çimento oranının standartlara uygun olmaması durumunda betonda çimento ve agregası ayrışımı (segregasyon) olmaktadır (Şekil 3.e.). Diğer gözardı edilmesi gereken kusur ise beton dökme işlemi esnasında vibratör kullanılmamasıdır. Beton malzemesi akışkan bir malzeme değildir (Beton içine hesaplanan su miktarından daha fazla su konulamaz). Betonun bu özelliğinden dolayı betonun kalıp içine yerleşmesi, boşluk kalmaması için titreşim üreten vibratör denilen cihazlar kullanılmaktadır. Vibratörler titreşim üreterek beton içinde boşluk oluşumunu engellemekte betonun kalıp şeklini almasını sağlamaktadır. Vibratör kullanılmayan durumlarda boşluklar meydana gelmektedir (Şekil 3.f.). Bina inşaatında binayı oluşturan betonarme elemanların hepsini imal etmek mümkün değildir. Anılan nedenden dolayı bina inşaatları kat kat yapılmaktadır. Katların imalatı esnasında alt katın ve üst katın betonları farklı zamanlarda kalıp içerisine döküldüğü için eski beton ve yeni beton arasında tam kaynaşma gerçekleşmemektedir. Betonlar arasındaki fark gözler görülür bir çizgi ile ayrılabilir ve oluşan soğuk derz nedeniyle çizgi deprem hasarı gibi algılanmaktadır (Şekil 3.g.). Hasar değerlendirme sırasında dikkate alınmaması gereken son kusur ise kolon, giriş imalatında düz yüzeyli demir kullanılmasıdır (Şekil 3.h.).

Deprem sonrası yapılan incelemelerde ortaya çıkan kusurların deprem kaynaklı olduğu dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Binalarda gözleme dayalı hasar tespitleri için genellikle 1.5 kg ağırlığında 20 cm uzunluğunda çekiç kullanılmaktadır. Öncelikle çekiç yardımı ile incelenecek yapı elemanının duvar mı betonarme eleman mı olduğu tespit edilmektedir. Genel itibarı ile hasar görmüş bölme duvarlarında çekiç kullanarak kırım işlemi gerçekleştirilmemektedir. Ancak binanın taşıyıcı sistem elemanları özellikle düşey taşıyıcı sistem elemanları incelenirken çok hassas davranılması ve detaylara özen gösterilmesi gerekmektedir. Uzmanlar düşey taşıyıcı elemanda tespit edilen çatlaklar özenli bir şekilde incelemeli gerekirse çekiç kullanarak önce kolon yüzeyindeki ince sıva çok dikkatli bir şekilde kırılarak çatlağın kalın sıvaya etki edip etmediği kontrol edilmelidir. İncelenen çatlağın kalın sıvaya etki etmesi durumunda sıva çok dikkatli bir şekilde kırılmalı ve çatlağın betonarme yüzeye etki edip etmediği kontrol edilmelidir. Eğer çatlak kolon betonuna etki etmiş ise kırma işlemine devam edilerek kolon demirlerine ulaşılır. Bu noktada iki hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Birincisi demirlerin paslı olup olmadığı, ikincisi çatlağın demirlerinde ötesine geçip geçmediği, yani çatlağın çekirdek betona etki edip etmediğidir. Eğer demirler paslı değilse tespit edilen çatlağın deprem kaynaklı olduğu kanaatine varılır. Eğer demirler paslı fakat çatlak kabuk beton-paspayı ile sınırlı kalmışsa tespit edilen çatlağın korozyon-paslanma kaynaklı olduğu kanaatine varılır. Eğer demirler paslı ve çatlak kolon içine, kolon çekirdek betonuna doğru ilerlemiş ise yine tespit edilen çatlağın deprem kaynaklı olduğu kanaatine varılır.



Şekil 3. Hasar değerlendirme sırasında gözardı edilmesi gereken kusurlar

2. YÖNTEM

Bu bölümde deprem kaynaklı oluşan hasar sınıflarının belirlenmesinde kullanılan hasar tespit yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) Binaların Hasar Tanımları/ Derecelendirmesi

Çevre Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığının <https://hasartespit.csb.gov.tr/> [9] adresli internet sayfasında binaların hasar tanımları/derecelendirmesi yapılmıştır.

- **Hasarsız Binalar:** Deprem nedeniyle herhangi bir hasar meydana gelmeyen binadır. (Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez.) Binanın kullanılmasında bir sakınca yoktur.
- **Az Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın boyasında, sıvalarında ve duvarlarında oluşan ince çatlaklar ile duvarlardan düşen sıvaların olduğu binalardır. (Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez.) Binanın kullanılmasında bir sakınca yoktur.
- **Orta Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın duvarlarındaki yarıklar ile taşıyıcı elemanlardaki ince çatlakların olduğu binalardır. Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez. "Orta" hasarlı yapıda taşıma gücündeki azalma gözlenmeden (yapı onarılmadan) ya da güçlendirilmeden yapı kullanılmamalıdır. Eşyaların tahliyesi gerçekleştirilebilir.
- **Ağır Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın taşıyıcı elemanlarındaki geniş ve yaygın kesme kırılmalarının / ayrılmalarının olduğu binalardır. "Ağır" hasarlı yapıların onarılmaz taşıma gücü kaybı ve geri (dayanım ve ekonomik açıdan) alınmaz hasarları olan binalar olarak tanımlanır.
- **Acil Yıkılacak Binalar:** Deprem nedeniyle binanın taşıyıcı elemanlarının büyük oranda kalıcı yer değiştirerek kısmen veya tamamen yıkıldığı binalardır. Hiçbir şekilde kullanılması mümkün olmayan bu binaların içine girilemez ve eşyaların tahliyesi gerçekleştirilemez.



Şekil 4. Donatı burkulması meydana gelen yapı elemanı

2.2. Prof. Dr. Alper İlki Yöntemi

Türk Mühendis Ve Mimar Odaları Birliği İnşaat Mühendisleri Odası Afet Hazırlık Ve Müdahale Komisyonu tarafından "Betonarme ve Yığma Yapılarda Deprem Sonrası Hasar Değerlendirme" başlıklı

(Hazırlayanlar: Prof.Dr. Alper İLKİ, Dr. Cem DEMİR, İnş.Yük.Müh. Mustafa CÖMERT İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi) sunu hazırlanmıştır [10].

Anılan sunuda hasar tipleri tanımlanmıştır.

Hasar Tipi	Çatlak Genişliği	Basınç Hasarı
O Tipi Hasar	-	-
A Tipi Hasar	$w \leq 0.5 \text{ mm}$	-
B Tipi Hasar	$0.5 \text{ mm} < w \leq 3 \text{ mm}$	Kabuk Ezilmesi
C Tipi Hasar	-	Kabuk Atması
D Tipi Hasar	-	Donatı Burkulması, Çekirdek Ezilmesi

Eleman Hasarlarının Belirlenmesi

Hasar Kodu	Hasar Sınıfı	Hasar Çarpanı
O Tipi Hasar	Hasarsız	0.00
A Tipi Hasar	Hafif Hasar	0.15
B Tipi Hasar	Orta Hasar	0.35
C Tipi Hasar	Ağır Hasar	0.65
D Tipi Hasar	Çok Ağır Hasar	1.00

Eleman Hasarlarının Belirlenmesi

Hasar Tipi	Eğilme Çatlak Genişliği	Kesme Çatlak Genişliği	Basınç Hasarı
O Tipi Hasar	-	-	-
A Tipi Hasar	$w \leq 0.5 \text{ mm}$	$w \leq 0.5 \text{ mm}$	-
B Tipi Hasar	$w > 0.5 \text{ mm}$	$0.5 \text{ mm} < w \leq 2 \text{ mm}$	Kabuk Ezilmesi
C Tipi Hasar		$2 \text{ mm} < w < 10 \text{ mm}$	Kabuk Atması
D Tipi Hasar		$> 10 \text{ mm}$	Donatı Burkulması, Çekirdek Ezilmesi

Anılan sunuda eleman hasarlarının değerlendirilmesi için bir formül verilmiştir.

Düşey taşıyıcı elemanlar için ağırlıklı yüzde

$$AHY = \frac{A \times 0.15 + B \times 0.35 + C \times 0.65 + D \times 1.00}{0 + A + B + C + D} \times 100$$

O, A, B, C, D düşey taşıyıcı eleman alanlarıdır.

DİKKAT: Burada formülün payda kısmına dikkat etmek gerekir Formülün alt kısmına O, A, B, C, D tipi hasar tespit edilmişse hasarlı elemanın kesit alanı yazılmalıdır. Aksi takdirde (hasarlı elemanın kesit alanı yazılmaz ise) formül kullanılamaz. Sadece O, A, B, C, D tipi hasar demek yeterli değildir.

Formülün uygulanması sonucu elde edilen değerin sınıflandırılması ise aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

Hasarın Değerlendirilmesi

Hesaplanan Düşey AHY ve Yatay AHY değerleri;

- Düşey AHY %0-%20 arasında ise **veya** Yatay AHY %0-%75 arasında ise yapı **AZ HASARLI**,
- Düşey AHY %20-%50 arasında ise **veya** Yatay AHY %75 ve daha büyük ise yapı **ORTA HASARLI**,
- Düşey AHY %20-%50 arasında ise **ve** Yatay AHY, %75 ve daha büyük ise yapı **AĞIR HASARLI**,
- Düşey AHY= %50 ve daha büyük ise yapı **AĞIR HASARLI**

* Sınıflandırma sırasında hesaplanan AHY değerinin tam sınırda ya da %20'ye ve %50'ye +/- %10 farkla yaklaşan değerler olması sonucu yapı hakkında verilecek kararların kritik kararlar olduğu düşünülmektedir. Bu durumda verilecek olan kararın birden fazla değerlendirmeye bağvurularak yapılması gerekmektedir.

2.3. DASK-HTM 2020 Yöntemi

Betonarme elemanlarda (kolon, kiriş...vb) hasar tanımları aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

Betonarme Elemanlar için Hasar Kategorileri

Düşey ve yatay betonarme yapı elemanlarının hasar sınıflandırmaları bu bölümde tanımlanan kural ve limitlere ve gözlenen hasarlara uygun olarak yapılır. Hasar değerlendirme algoritmasında kullanılmak üzere tanımlanmış beş tip hasar kategorisi bulunmaktadır.

O Tipi Hasar Kategorisi

Çevresel ve zamana bağlı etkilerden kaynaklanan hasarlar (korozyon, sünme, büzülme ve sismik olmayan zemin oturmaları gibi) ne olursa olsun, deprem etkisinden kaynaklanan hasar içermeyen düşey ve yatay yapı elemanları O tipi hasar olarak tanımlanır.

A Tipi Hasar Kategorisi

Deprem nedeniyle oluşan, maksimum genişliği 0,5 mm olan en az bir çatlak içeren düşey ve yatay betonarme yapı elemanları A Tipi hasarlı eleman olarak tanımlanır. Kategorizasyon, çatlakların eğilme veya kayma etkileri nedeniyle oluşmasına bakılmaksızın gerçekleştirilir.

B Tipi Hasar Kategorisi

Genişliği 0,5 ila 3 mm arasında en az bir çatlak içeren veya kabuk ile sınırlı kalmak kaydıyla hafif beton ezilmesi sergileyen düşey ve yatay betonarme yapı elemanları, B Tipi hasarlı yapı elemanları olarak sınıflandırılır.

C Tipi Hasar Kategorisi

Genişliği 3 mm' den fazla olan en az bir deprem kaynaklı çatlak içeren veya beton örtüsünde dökülme sergileyen düşey ve yatay yapı elemanları, C Tipi hasarlı yapı elemanları olarak sınıflandırılır. Donatıda ihmal edilebilir burkulma gösteren ve aksından önemli ölçüde sapmayan yapı elemanları da bu hasar kategorisinde dikkate alınır.

D Tipi Hasar Kategorisi

Deprem etkileri sonucu oluşan çekirdek betonu kırılması, donatı burkulması, etriye kopması veya belirgin kalıcı deformasyonlar sergileyen düşey ve yatay yapı elemanları, D Tipi hasarlı elemanlar olarak sınıflandırılır.

Çizelge 1. Betonarme yapılar için hasar sınırları

Hasar sınıflandırması	Çatlak genişliği	Basınç hasarı
Tip O	-	-
Tip A	≤ 0.5 mm	-
Tip B	$0.5 < w \leq 3$ mm	Kabuk, pas payı kırılması
Tip C	> 3 mm	Kabuk, pas payı dökülmesi
Tip D	-	Donatı burkulması, göbek betonu kırılması ve kalıcı yer değiştirme

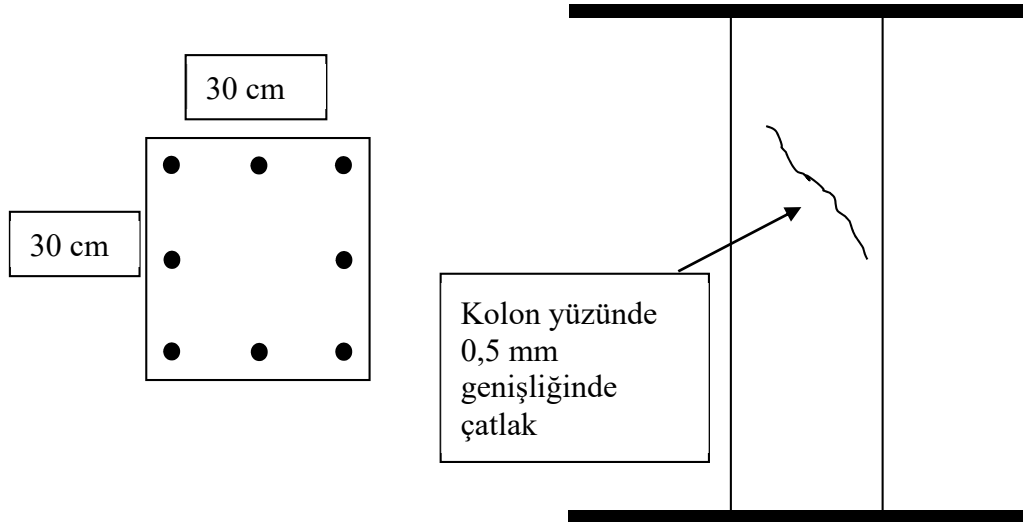
Çizelge 2. Yapı hasar durum tespiti

Yapı hasar durum tespiti		Düşey yapı elemanları			
		$B < PA/100$ ve $C + D = 0$	$B \geq PA/100$ veya $1 \leq C < PA/200$ ve $D=0$	$PA/200 \leq C < PA/75$ ve $D=0$	$C \geq PA/75$ veya $D \geq 1$
Yatay yapı elemanları	$C+D=0$	Hafif hasarlı	Orta hasarlı	Orta hasarlı	Ağır hasarlı
	$1 \leq C+D < PA/50$	Orta hasarlı	Orta hasarlı 1	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$PA/50 \leq C + D < PA/20$	Orta hasarlı	Ağır hasarlı 1	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$C+D \geq PA/20$	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yöntemlerin karşılaştırılması

A) ÇŞİDB ile Prof.Dr. Alper İlki Yöntemlerinin Karşılaştırılması



Yapılan keşif incelemesi neticesinde 30x30 cm (kolon alanı:0,09 m² dir) ebatlarındaki bir kolonda A tipi hasar (çatlak genişliği 0,5 mm den küçük eşit) tespit edildiğini düşünelim. Bu durumda formülün uygulanması sonucu

$$AHY = (0,09 \cdot 0,15 + 0 + 0 + 0) \div (0 + 0,09 + 0 + 0 + 0) \times 100 = \%15,0$$

AHY değeri %15,0 çıkmaktadır. Bu değer önceki sayfada verilen değerlendirmeye göre az hasarlı sınıftadır. Yani tespit edilen kolon AZ HASARLI kabul edilmektedir. Oysaki Çevre Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığının “Hasar Tespit Sorgulama” internet sayfasında binaların hasar sınıflandırması göz önünde bulundurulduğunda

- **Az Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın boyasında, sıvalarında ve duvarlarında oluşan ince çatlaklar ile duvarlardan düşen sıvaların olduğu binalardır. (Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez.) Binanın kullanılmasında bir sakınca yoktur.
- **Orta Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın duvarlarındaki yarıklar ile taşıyıcı elemanlardaki ince çatlakların olduğu binalardır. Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez. "Orta" hasarlı yapıda taşıma gücündeki azalma giderilmeden (yapı onarılmadan) ya da güçlendirilmeden yapı kullanılmamalıdır. Eşyalının tahliyesi gerçekleştirilebilir.

Söz konusu kolon ORTA HASARLIDIR.

Yani tespit edilen hasar Prof.Dr. Alper İLKİ'nin DASK kursu notlarına göre "**az hasarlı**" Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sınıflandırmasına göre "**orta hasarlıdır**".

B) ÇŞİDB ile DASK-HTM 2020 Yöntemi Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Bu yöntemde deprem kaynaklı bina hasar sınıflandırması için aşağıdaki tablo dayanak alınmaktadır.

Çizelge 2. Yapı hasar durum tespiti

Yapı hasar durum tespiti		Düşey yapı elemanları			
		$B < PA/100$ ve $C + D = 0$	$B \geq PA/100$ veya $1 \leq C < PA/200$ ve $D=0$	$PA/200 \leq C < PA/75$ ve $D=0$	$C \geq PA/75$ veya $D \geq 1$
Yatay yapı elemanları	$C+D=0$	Hafif hasarlı	Orta hasarlı	Orta hasarlı	Ağır hasarlı
	$1 \leq C+D < PA/50$	Orta hasarlı	Orta hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$PA/50 \leq C + D < PA/20$	Orta hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$C+D \geq PA/20$	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı

Tablo incelendiğinde tablonun yatay yapı eleman (kiriş, döşeme) ve düşey yapı elemanı (kolon, perde) olmak üzere iki ana kısımdan oluştuğu görülmektedir. Anlatım kolaylığı bakımından sol üst köşedeki "Hafif Hasarlı" durum ele alınacaktır.

Sol üst köşedeki "Hafif Hasarlı" sınıflandırmasını elde edebilmek için yatay yapı elemanlarında C tipi ve D tipi hasarlı kiriş adedi toplamının sıfır olması gerekmektedir. Kirişlerde B tipi hasar ($0,5\text{mm} < w < 3\text{mm}$) ve A tipi hasar ($w < 0,5\text{mm}$) olabilir. Yani betonarme kirişlerde kaç adet olursa olsun, 3 mm den daha az genişlikte çatlaklar değerlendirilmeyecektir.

Düşey betonarme elemanlarda ise yine C tipi ve D tipi hasarlı eleman toplamı sıfır olacaktır. Ayrıca, B tipi hasar ($0,5\text{mm} < w < 3\text{mm}$) olan kolon adedi $PA/100$ (Plan Alanı) değerinden küçük olmalıdır. Örneğin 301 m^2 oturumlu-yüzölçümlü-Plan Alanlı bir binada kolonlarda 3 mm genişliğinde çatlak tespit edilsin. Hasarlı kolon adedi 3 olsun.

Yukarıda verilen örnek binada tüm kirişlerin betonunda 3 mm genişliğinden daha az genişlikte çatlak olsa ilaveten 3 adet kolon betonunda 3 mm genişlikten daha az genişlikte çatlak olsa bile bina hafif hasarlı kabul edilecektir. Oysaki Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına göre

- **Az Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın boyasında, sıvalarında ve duvarlarında oluşan ince çatlaklar ile duvarlardan düşen sıvaların olduğu binalardır. (Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez.) Binanın kullanılmasında bir sakınca yoktur.
- **Orta Hasarlı Binalar:** Deprem nedeniyle binanın duvarlarındaki yarıklar ile taşıyıcı elemanlardaki ince çatlakların olduğu binalardır. Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez. "Orta" hasarlı yapıda taşıma gücündeki azalma giderilmeden (yapı onarılmadan) ya da güçlendirilmeden yapı kullanılmamalıdır. Eşyalının tahliyesi gerçekleştirilebilir.

Söz konusu bina, kolon, kiriş ORTA HASARLIDIR. Yani tespit edilen hasar DASK-HMA 2020 yöntemine göre "**az hasarlı**" Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sınıflandırmasına göre "**orta hasarlıdır**".

C) Prof.Dr. Alper İlki ile DASK-HTM 2020 Yöntemi Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Cizelge 2. Yapı hasar durum tespiti

Yapı hasar durum tespiti		Düşey yapı elemanları			
		$B < PA/100$ ve $C + D = 0$	$B \geq PA/100$ veya $1 \leq C < PA/200$ ve $D=0$	$PA/200 \leq C < PA/75$ ve $D=0$	$C \geq PA/75$ veya $D \geq 1$
Yatay yapı elemanları	$C+D=0$	Hafif hasarlı	Orta hasarlı	Orta hasarlı	Ağır hasarlı
	$1 \leq C+D < PA/50$	Orta hasarlı	Orta hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$PA/50 \leq C + D < PA/20$	Orta hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı
	$C+D \geq PA/20$	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı	Ağır hasarlı

Plan alanı-yüzölçümü 350 m² olan bir bina düşünelim. Binada 16 adet 30cmx30cm ebatlarında kolon bulunsun. Meydana gelen deprem nedeni ile binada 3 adet kolonda B tipi hasar (0,5mm<w<3mm) tespit edilsin.

Prof.Dr. Alper İLKİ Dask kurs notlarına göre

$$AHY = (0+3 \times 0,09 \times 0,35 + 0+0) \div (0+0+3 \times 0,09 + 0+0) \times 100 = \%35 \text{ ORTA HASARLI (bkz sayfa 20)}$$

DASK-HTM 2020 yöntemine göre

$$PA/100 = 350/100 = 3,5 \text{ elde edilir.}$$

Hasarlı eleman-kolon sayısı 3 < 3,5 olduğu için bina **HAFİF HASARLIDIR**.

Söz konusu bina, ilk yönetime göre “orta hasarlı” ikinci yönetime göre “hafif hasarlıdır”.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada 6 Şubat tarihli depremler neticesinde binalarda oluşan hasarların sınıflandırılmasında kullanılan yöntemler incelenmiştir. Deprem sonrası hasar tespit çalışmaları neticesinde tespit edilen hasarlar, imalat kaynaklı hasarlar, proje kaynaklı hasarlar, zamana bağlı hasarlar, kullanıcı kaynaklı hasarlar ve deprem kaynaklı hasarlar şeklinde gruplandırılarak deprem kaynaklı hasarlar dışında kalan hasarlar incelemeye alınmamıştır.

Deprem sonrası yapılan hasar tespit çalışmasında incelenen binalarda deprem kaynaklı hasarlar tespit edildikten sonra hasarların değerlendirilmesi aşamasına geçilmiştir. İncelenen binada tespit edilen deprem kaynaklı hasarlar 3 farklı yöntem ile incelenmiş olup yöntem sonuçları arasındaki farklar ortaya konulmuştur. Farklı yöntemlerin uygulanması sonucu farklı bina hasar durumu (az hasarlı, orta hasarlı, ağır hasarlı) elde edilmiştir. Tüm resmi işlemler Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının sınıflandırmasına göre yapılmaktadır. Bu nedenle bakanlığın resmi işlemlerine dayanak olan metod dışında farklı metodlar kullanılması (mahkeme aşamasında) çeşitli mağduriyetlere yol açabilir.

5. KAYNAKLAR

1. Yüksel, İ. (2008). Betonarme binaların deprem sonrası acil hasar değerlendirmeleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 195-202.
2. Koç, V. (2016). Deprem sonrası ağır hasarlı bina hasarlarının sınıflandırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2(1), 195-202.

3. Yanık, Y., Yılmaz, G. ve Türker, T. (2018). Betonarme binalarda hasar tespiti ve hasar belirleme yöntemleri. *Journal of Investigations on Engineering & Technology*, 1(2), 30-36.
4. İlki, A., Halici, O.F., Comert, M., & Demir, C. (2020). The modified post-earthquake damage assessment methodology for TCIP (TCIP-DAM-2020). *Advances in Assessment and Modeling of Earthquake Loss. Springer Tracts in Civil Engineering*, 85-107.
5. Demirbaş, N., Şahin, H. ve Durucan, C. (2021). Betonarme yapılarda deprem sonrası yapısal hasarların tahmini için kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi. *F.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 33(2), 125-134.
6. Aydoğdu Gürbüz, İ. ve Aslan, B. (2023). Kahramanmaraş depreminde hasar tespit çalışmaları üzerine bir değerlendirme. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4), 180-195.
7. Nomanoglu, Y.Z., Aslan, T.A. ve Temel, B. (2024). Farklı özelliklere sahip çok katlı binalarda deprem düzensizliklerinin irdelenmesi. *Ç.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 39(3), 647-666.
8. Samim, M.Y. ve Temel, B. (2023). Yaya üst geçitlerinin 2018 deprem yönetmeliğine göre analiz ve tasarımları. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(1), 143-156.
9. <https://hasartespit.csb.gov.tr/>
10. <http://www.imoistanbul.org/imoarsiv/2015seminernotlari/2015-kasim/2015-12-10-alper-ilki/alper-ilki-notlar.pdf>