



2023 Kahramanmaraş Depremleri ve Yapılara Etkisinin İncelenmesi

2023 Kahramanmaraş Earthquakes and Investigation of Their Effects on Buildings

İsmail Hakkı ÇAĞATAY¹ Orcid: 0000-0001-5182-776X

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

Geliş (received): 14/10/2024

Kabul (Accepted): 30/10/2024

ÖZ

Bu çalışmada ülkemizde meydana gelen 6 Şubat 2023 depremlerinde yıkılan ve hasar gören yapıların depremlerde neden yıkıldıkları, hasar aldığı incelenmiş ve depremlere karşı güvenli yapıların nasıl olması gerektiği ile ilgili çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Depremlerde Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerindeki betonarme yapıların durumu ve hasar nedenleri incelenmiştir. Yıkım ve hasarların önemli kısmı yapıların tekniğine uymadan yapılması ve hatalı uygulamalar olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, deprem, beton, betonarme yapılar, kesme kuvveti

ABSTRACT

In this study, it was examined why the buildings that were destroyed and damaged in the earthquakes that occurred on February 6, 2023 in our country were destroyed and damaged, and solutions were proposed on how the buildings should be safe against earthquakes. The earthquake condition and damage of reinforced concrete buildings in Adana, Hatay, Kahramanmaraş and Osmaniye provinces were examined. It was determined that a significant part of the destruction and damage was done without complying with the construction technique and with incorrect applications.

Keywords: *Kahramanmaraş earthquakes, earthquake, concrete, reinforced concrete buildings, shear force*

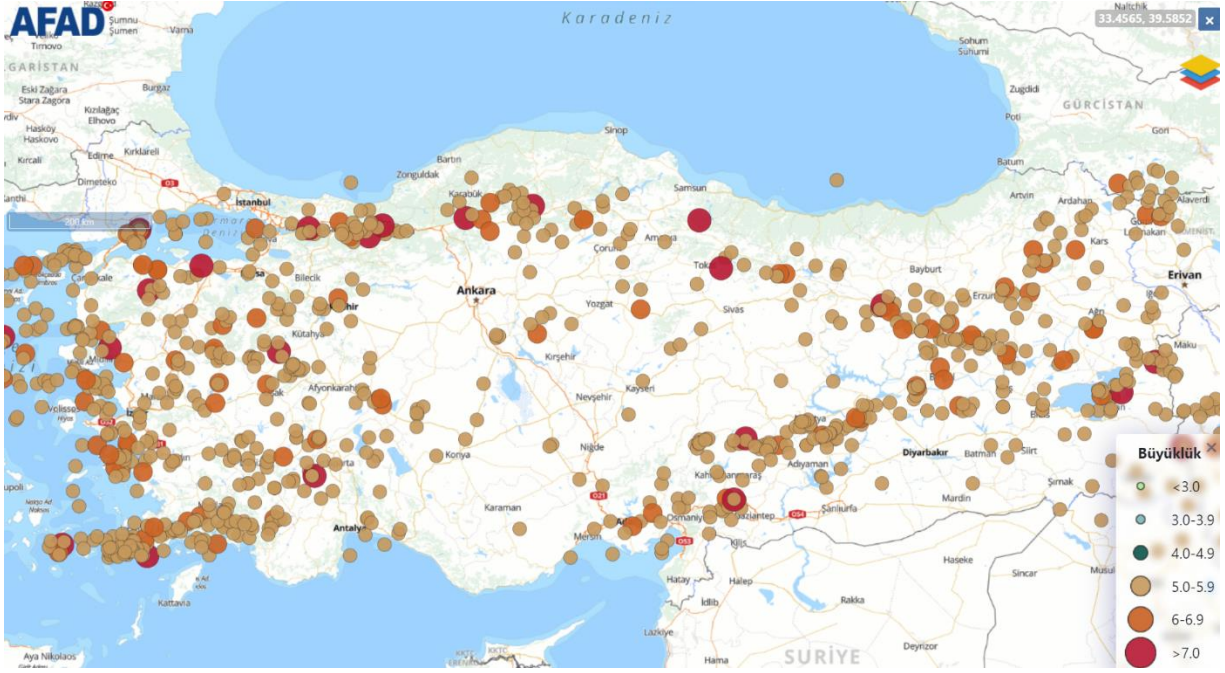
GİRİŞ

06.02.2023 tarihinde Kahramanmaraş ilimizde merkez üssü Pazarcık ve Elbistan olan büyüklükleri Mw 7.7 ve Mw 7.6 olarak belirlenen iki büyük deprem meydana gelmiştir (AFAD, 2023). 7.7 büyüklüğündeki deprem yerin 8.6 km derinliğinde, 7.6 büyüklüğündeki deprem ise yerin 7 km derinliğinde meydana gelmiştir. Depremler 11 İlimizi etkilemiştir. Ülkemizin bir deprem kuşağında yer aldığı bilinmekte ve hemen hemen her büyük depremde çok sayıda can ve mal kayıplarına neden olmaktadır.

Şekil 1’de 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 5 ve daha fazla olan depremler görülmektedir. Bu depremlerde 5 ve daha büyük olan depremlerin sayısı 833, 6 ve daha büyük olan depremlerin sayısı 104 ve 7 ve daha büyük olan depremlerin sayısı ise 19 dur. Şekil 2’de 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 6 ve daha fazla olan depremler, Şekil 3’te ise 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 7 ve daha fazla olan depremler görülmektedir.

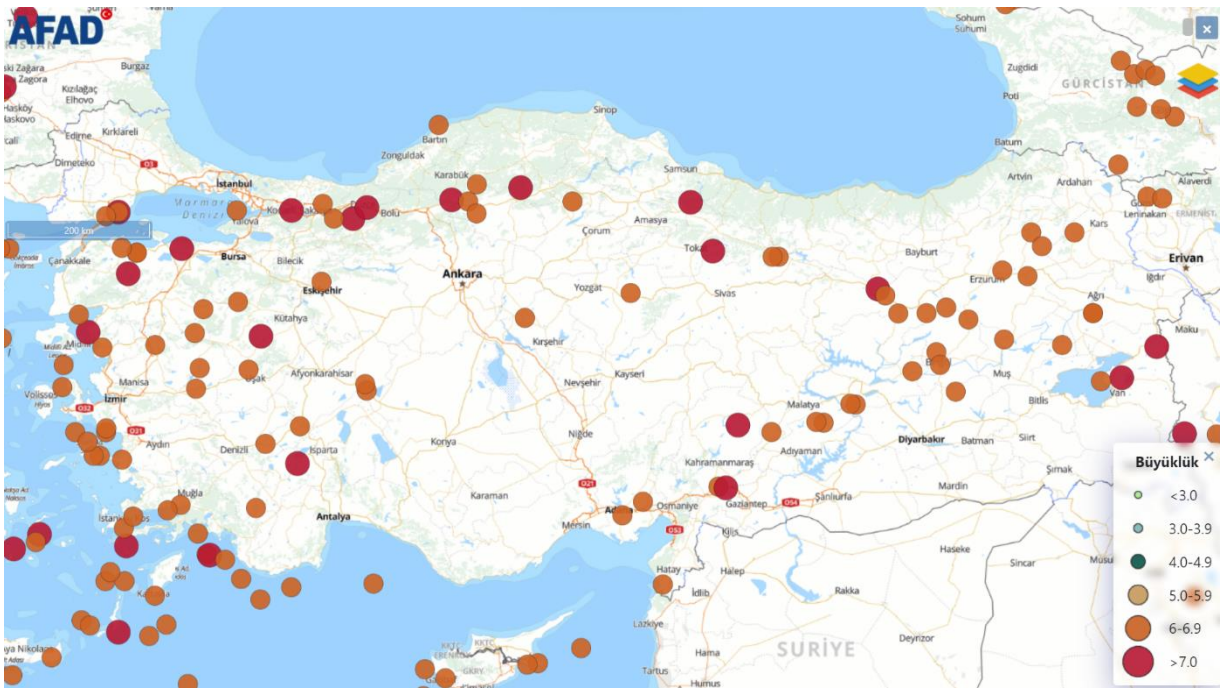
Çizelge 1’de 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 7 ve daha fazla olan depremlerin listesi görülmektedir.

Depremlerde oluşan maksimum deprem ivme değerleri Pazarcık 4614 nolu istasyonunda oluşmuştur. Bu istasyonda Kuzey-Güney ve Doğu-Batı İvme, Hız ve Deplasman değerleri sırasıyla Şekil 4 ve 5’te verilmiştir.



Şekil 1. 1900-2023 Yıllarında Türkiye’de Meydana Gelen 5’ten Büyük Depremler

Figure 1. Earthquakes Greater Than Magnitude 5 in Turkey Between 1900-2023



Şekil 2. 1900-2023 Yıllarında Türkiye’de Meydana Gelen 6’dan Büyük Depremler

Figure 2. Earthquakes Greater Than Magnitude 6 in Turkey Between 1900-2023



Şekil 3. 1900-2023 Yıllarında Türkiye’de Meydana Gelen 7’den Büyük Depremler

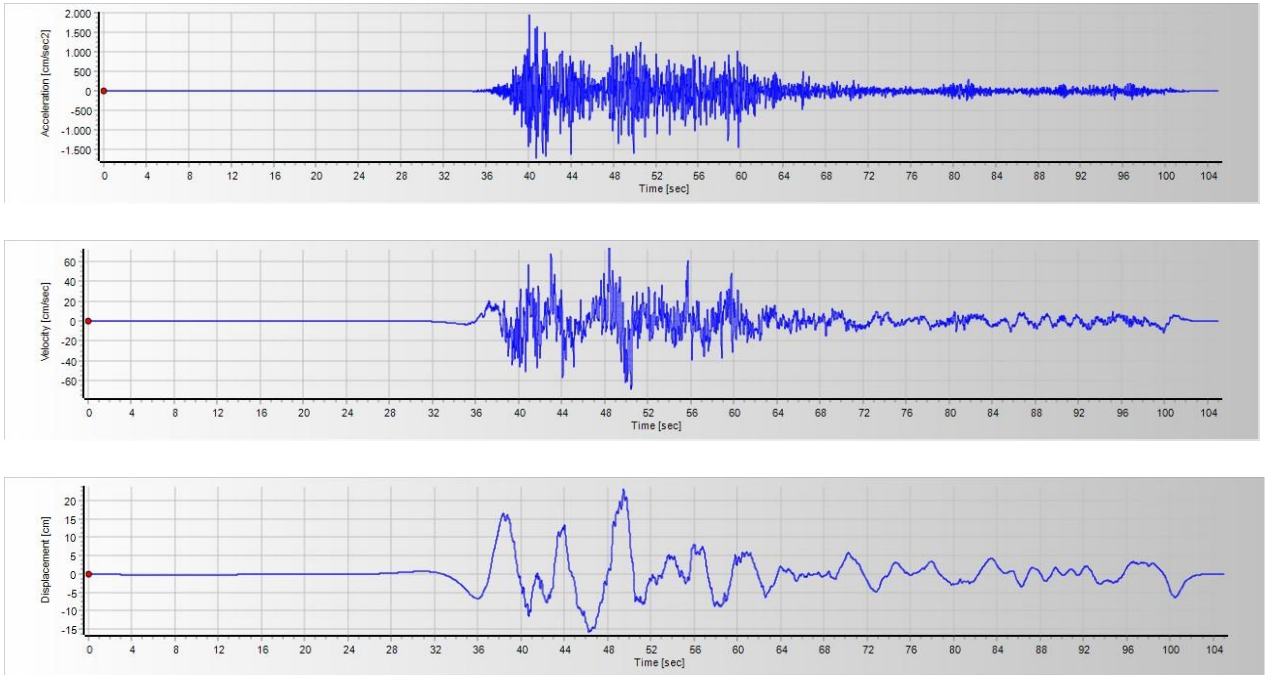
Figure 3. Earthquakes Greater Than Magnitude 7 in Turkey Between 1900-2023

Çizelge 1. 1900-2023 yılları arasında büyüklüğü 7 ve daha fazla olan depremlerin listesi

Table 1. List of Earthquakes Greater Than Magnitude 7 in Turkey Between 1900-2023

Date	Longitude	Latitude	Depth	Type	Magnitude	Location
09/11/1905 00:02:56	24.4	40.3	14	MS	7.4	Ege Denizi-Yunanistan Sınırı
09/08/1912 03:29:00	27.2	40.75	10	MS	7.4	Şarköy-Tekirdağ
04/10/1914 00:06:00	30.1	37.6	10	MS	7	Burdur
26/06/1926 21:46:38	27.33	36.54	100	MS	7.7	Datça Açıkları-Ege Dizi
30/08/1926 13:38:04	23.16	36.76	26	MS	7	Ege Denizi-Yunanistan
20/12/1942 17:03:08	36.47	40.87	10	MS	7	Erbaa-Tokat
27/11/1943 01:20:41	33.72	41.05	10	MS	7.2	İlgaz-Çakırı
01/02/1944 06:22:36	32.6	40.9	10	MS	7.3	Gerede-Bolu
18/03/1953 21:06:16	27.36	39.99	10	MS	7.2	Çanakkale
25/04/1957 04:25:45	28.68	36.42	80	MS	7.1	Akdeniz
26/05/1957 08:33:35	31	40.67	10	MS	7.1	Düzce-Bolu
24/01/1916 08:55:15	36.83	40.27	10	MS	7.1	Tokat
18/11/1919 23:54:50	26.71	39.26	10	MS	7	Ayvalık-Balıkesir
18/04/1928 21:22:51	25.35	42.27	7	MS	7.1	Bulgaristan
27/12/1939 01:57:21	39.51	39.8	20	MS	7.9	Erzincan

09/02/1948 14:58:19	27.2	35.41	30	MS	7.2	Akdeniz
09/07/1956 05:11:43	25.92	36.69	10	MS	7.4	Ege Denizi
24/11/1976 14:22:16	44.029	39.08	8.6	Mw	7	Çaldıran-Van
23/10/2011 13:41:00	43.4657	38.689	19.02	Mw	7.1	Van-Merkez
06/10/1964 16:31:23	28.23	40.3	34	MS	7	Karacabey-Bursa
20/02/1968 00:45:42	24.94	39.4	7	MS	7.2	Ege Denizi
28/03/1970 23:02:24	29.51	39.21	18	MS	7.2	Kütahya
17/08/1999 03:01:39	30.004	40.77	15	Mw	7.6	Gölcük-Kocaeli
12/11/1999 18:57:21	31.226	40.806	11	Mw	7.1	Düzce-Bolu
06/02/2023 04:17:32	37.043	37.288	8.6	MW	7.7	Pazarcık (Kahramanmaraş)
06/02/2023 13:24:47	37.239	38.089	7	MW	7.6	Elbistan (Kahramanmaraş)



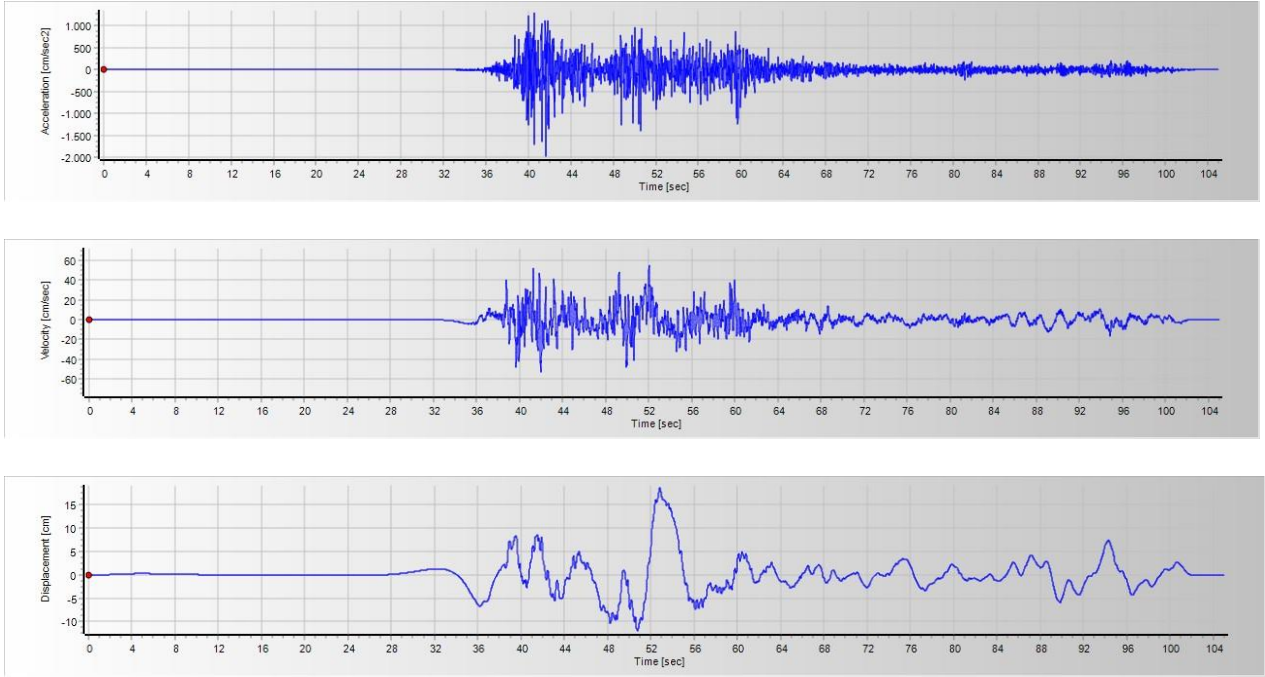
Şekil 4. 06.02.2023 Kahramanmaraş Pazarcık Mw: 7.7 Depremi Kaydeden Pazarcık 4614 İstasyonu

Kuzey-Güney Bileşenine Ait İvme, Hız Ve Yer Değiştirme Dalga Formları (Veri: AFAD, Grafik:

SeismoSignal, (SeismoSoft)

Figure 4. Acceleration, Velocity, and Displacement Waveforms of North-South Component of Pazarcık 4614 Station Recording the 06.02.2023 Kahramanmaraş Pazarcık Mw: 7.7 Earthquake

(Data: AFAD, Graphics: SeismoSignal, (SeismoSoft))



Şekil 5. 06.02.2023 Kahramanmaraş Pazarcık Mw: 7.7 Depremi Kaydeden Pazarcık 4614 İstasyonu Doğu-Batı Bileşenine Ait İvme, Hız Ve Yer Değiştirme Dalga Formları (Veri: AFAD, Grafik: SeismoSignal, (SeismoSoft))

Figure 5. Acceleration, Velocity and Displacement Waveforms of East-West Component of Pazarcık 4614 Station Recording the 06.02.2023 Kahramanmaraş Pazarcık Mw: 7.7 Earthquake (Data: AFAD, Graphics: SeismoSignal, (SeismoSoft))

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verilerine göre 332 bin 947 bağımsız bölümden oluşan 84 bin 726 bina yıkık, acil yıkılacak ve ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir, (www.csb.gov.tr, 2023). İçişleri Bakanlığı verilerine göre depremlerde 38 bin 901 bina yıkılmıştır. 60 bin 421 acil yıkılacak ve yıkık bina, ağır hasarlı 200 bin 401 bina olarak tespit edilmiştir, (www.icisleri.gov.tr, 2023).

Ülkemizde oluşan önceki depremlerde benzer hasarlar oluşmuştur, (Çağatay, 2005a). Hasarların en büyük nedenleri yeterli ve uygun malzeme kullanılmaması, kullanılan agregaların granülometrilerinin uygun olmaması, yetersiz çimento kullanımı, betonda vibratör kullanılmaması veya yetersiz kullanım, beton kürünün yeterli yapılmaması, donatı olarak

kullanılan çeliğin uygun olmaması, etriye aralıklarının yetersiz olması, etriye kancalarının 135^0 olmaması ve korozyon olarak sayılabilir.

YAPILARDAKİ HASARLAR VE NEDENLERİ

Betonarme yapılar döşeme, kolon, kiriş, temel ve duvar gibi elemanlardan oluşur. Betonarme yapı beton ve çelik ile yapılmaktadır. Bu nedenle iyi bir betonarme yapıda yeterli dayanım, rijitlik ve süneklik olmalıdır. Standart ve yönetmeliklere uygun yapılar depremlerde güvenli olabilir.

Aşağıda 06 Şubat 2023 depremlerinde, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Adana İllerindeki yapılardan hasarlı olanların bazıları verilmiş ve hasar nedenleri incelenmiştir.

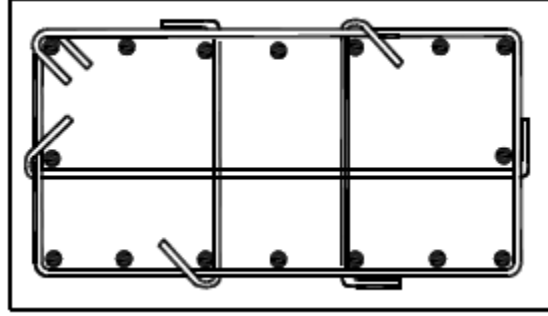


Şekil 6. Kolonda Uygun Olmayan Etriye Detayı

Figure 6. Inappropriate Stirrup Detail

Şekil 6'da kolonda hatalı etriye görülmektedir. Etriyeler betonarme elemanlarda kesme kuvvetini karşılayan en önemli bileşenlerdir. Bu etriyelerin Şekil 7'deki gibi kancalarının 135^0 olarak kıvrımlı olması gerekmektedir. Deprem Yönetmeliğine göre Özel deprem çirozlarında

ise bir uçta 90^0 kıvrımlı kanca yapılabilir. Depremlerde yıkılan veya hasarlı olan yapılarda etriyeler 135^0 değil genellikle Şekil 6’da da görüldüğü gibi 90^0 olarak uygulanmıştır. 90^0 olarak uygulanan etriyelerin hemen hemen hiçbir katkısı yoktur.



Şekil 7. Etriye Detayı

Figure 7. Stirrup Detail



Şekil 8. Devrilmiş Bir Yapı

Figure 8. An Overturned Structure

Şekil 8’de devrilmiş bir yapı görülmektedir. Betonarme yapılar yönetmelik ve standartlara uygun olarak yapıldığında ve yer seçimi uygun olduğunda depreme karşı güvenli yapılardır. Depremlerde yapıların deprem kuvvetlerini güvenle karşılaması gerekmektedir. Yönetmelikler

Şekil 8'deki gibi bir göçmeyi istemez. Bu nedenle yapıyı tasarlarken ve üretirken tüm standart ve yönetmeliklere uymak gerekmektedir.



Şekil 9. Ağır Hasarlı Yapı

Figure 9. Heavy Damaged Building

Şekil 9'de ağır hasarlı bir yapı görülmektedir. Yapının deprem kuvvetlerini güvenle karşılamadığı, kolon-kiriş bağlantılarının yeterli dayanıklılıkta olmadığı, yapının yanal rijitliğinin yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle yapı yatay yönde oldukça fazla ötelenmiş ve ağır hasarlıdır.

Şekil 10 ve 11'da ağır hasarlı bir kolon-kiriş birleşimi görülmektedir. Yapının deprem kuvvetlerini güvenle karşılamadığı, kolon-kiriş bağlantılarının yeterli dayanıklılıkta olmadığı, donatı detaylarını uygun olmadığı, kolon-kiriş bölgesinde mafsal oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle yapı ağır hasarlıdır. Kolon-kiriş birleşimleri yapıda moment, kesme kuvveti ve normal kuvvet etkilerini, deprem yüklerini karşılamada önemlidir. Bu nedenle yetersiz etriye ve yetersiz beton dayanımı nedeniyle bu tür hasarlar hemen her depremde görülebilir.



Şekil 10. Ağır Hasarlı Kolon-Kiriş Birleşimi

Figure 10. Heavy Damaged Column-Beam Joint



Şekil 11. Ağır Hasarlı Kolon-Kiriş Birleşimi

Figure 11. Heavy Damaged Column-Beam Joint



Şekil 12. Kısa Kolon Hasarı

Figure 12. Short Column Damage

Şekil 12’de kısa kolon hasarı görülmektedir. Genellikle bu tip hasarlar hemen her depremde görülebilmektedir. Kolonların üst kısmında çerçevede duvarlarda boşluklar olması nedeniyle kısa kolon hasarları oluşmaktadır (Çağatay 2005b, 2010). Kısa kolon hasarlarının oluşmaması ancak duvarların da yapı modelinde yer alması ve çözümün buna göre olması ile güvenli olabilir. Oluşan kesme kuvvetini karşılayacak kesme donatısı sağlanmalı, gerekirse duvarlar kolona rijit olarak bağlanmamalı veya (Çağatay 2005b) deki referansa uygun çözüm olmalıdır.

Şekil 13 ve 14’te kirişlerde oluşan hasar görülmektedir. Kirişlerde yeterli kesme dayanımı yapıların deprem güvenliği nedeniyle önemlidir. Kesme hasarları gevrek tip hasarlardır. Yönetmeliklerin izin vermediği hasarlardır. Bu tür hasarlarda kirişler çok çabuk kırıldığından dolayı yapıda ağır hasar hatta yapının yıkılması oluşabilir. Kirişlerde kesme kuvvetini karşılamak için etriyeler konulmalı ve etriye bağlantıları mutlaka yönetmelik koşullarını sağlamalıdır. Özellikle kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriyeler sık olarak kullanılmalıdır.



Şekil 13. Kirişte Kesme Hasarı
Figure 13. Shear Failure in a Beam



Şekil 14. Kirişte Kesme Hasarı
Figure 14. Shear Failure in a Beam



Şekil 15. Kolonda Hasar

Figure 15. Shear Failure in a Column

Şekildeki kolonda ağır hasar oluşmuştur. Kolonlar betonarme elemanların en önemli taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Kolonlar düşey yükleri taşımada önemli olduklarından bu elemanların sağlam ve güvenli olmaları gerekmektedir. Yapılarda kolonlarda mafsallaşma olması istenmez. Kolonlar yatay ve düşey yükleri güvenle taşımalıdır. Bu nedenle kolonlarda

düşey ve yatay demirlerin standartlara uygun olması önemlidir. Kolonlarda betonun dayanımı istenen değeri sağlamalıdır. Sargı bölgelerinde etriye detayları uygun olmalıdır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

06 Şubat 2023 Depremlerinde ülkemizde çok sayıda can kaybı olmuş, çok sayıda bina yıkılmış veya hasarlıdır. Bu çalışmada depremlerde yıkılan ve hasarlı olan binaların bulunduğu Kahramanmaraş, Hatay, Osmaniye ve Adana'da yapılar incelenmiş, yıkım ve hasar nedenleri araştırılmış ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Depremlerde ülkemizde önceki depremlerde oluşan benzer hasarlar oluşmuştur. Hasarların en büyük nedenleri yeterli ve uygun malzeme kullanılmaması, kullanılan agregaların granülometrilerinin uygun olmaması, yetersiz çimento kullanımı, betonda vibratör kullanılmaması veya yetersiz kullanım, beton kürünün yeterli yapılmaması, donatı olarak kullanılan çeliğin uygun olmaması, etriye aralıklarının yetersiz olması, etriye kancalarının 135⁰ olmaması ve korozyon olarak sayılabilir. Özellikle beton kalitesinin standartlarca belirlenen değerlerden çok az olması yıkımların başlıca nedenlerinden sayılabilir. Depremlerde binaların yıkılmaması için yukarıda belirtilen yanlışlıkların olmaması, yapının zemin ve çevre koşullarına, yönetmeliklere uygun olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AFAD, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Afad.gov.tr.

<https://www.csb.gov.tr>, 2023

Çağatay, İ. H., 2005a. Experimental Evaluation of Buildings Damaged In Recent Earthquakes In Turkey, Engineering Failure Analysis, **12**, 440-452.

Çağatay, İ. H., 2005b. Failure Of An Industrial Building During A Recent Earthquake In Turkey, Engineering Failure Analysis, **12**, 497-507.

Çağatay, İ. H., Beklen, C., Mosalam, K. M., 2010. Investigation of Short Column Effect of RC Buildings: Failure and Prevention, Computers and Concrete, An international Journal, Vol. 7 (6), pp. 523-532.

SeismoSoft (2006), Earthquake Software for Signal Processing of Strong-Motion data,
<http://www.seismosoft.com>

<https://www.icisleri.gov.tr>, 2023