

## 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Kaynaklı Yapısal Hasarların Adıyaman İli Özelinde İncelenmesi

Ömer Faruk Nemutlu<sup>1\*</sup>, Bilal Balun<sup>2</sup> ve Ali Sarı<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*İnşaat Mühendisliği Bölümü / Bingöl Üniversitesi, Türkiye*

<sup>2</sup>*Mimarlık Bölümü / Bingöl Üniversitesi, Türkiye*

<sup>3</sup>*İnşaat Fakültesi / İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye*

*\*(ofnemutlu@bingol.edu.tr) Başlıca yazarın mail adresi*

**Özet** – Türkiye 06 Şubat 2023 gecesi büyük bir depremle güne uyandı. Yerel saatle 04.17 ve 13.24'te 7.7 (M<sub>w</sub>) ve 7.6 (M<sub>w</sub>) büyüklüğündeki depremler, sırasıyla Doğu Anadolu ve Ölü Deniz Fay Zonunun kesişiminde ve Doğu Anadolu Fayının bir kolu olan Çardak Fayı üzerinde meydana gelmiştir. Yaklaşık olarak 100 km<sup>2</sup>'lik bir alanda deprem hissedildi. Depremin doğrudan etkilediği 11 ilde 14 milyon kişi depremden etkilendi ve bu nüfus ülke nüfusunun yaklaşık %15'ine denk gelmektedir. Bu depremlerden yapısal hasar ve can kaybı anlamında en çok etkilenen şehirlerden biri Adıyaman ilidir. Adıyaman ili şehir merkezindeki 0201 no'lu istasyonda Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD) tarafından ölçülen değerlere bakıldığında deprem doğu-batı yönünde yaklaşık 0.4g değerlerinde ivme üretmiştir. Bu değerler yıkımın boyutunu açıkça göstermektedir. Adıyaman ili şehir merkezinde resmi verilere göre 11.000'in üzerinde insan hayatını kaybetmiştir. Ağır hasarlı ya da tamamen göçmüş bina sayısı 13.000 civarındadır. Bu çalışmada deprem olduktan hemen sonra Adıyaman iline gidilerek sahada deprem kaynaklı hasar gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan incelemelerde; yapıların büyük bir bölümünün az hasardan ağır hasara doğru hasar aldığı gözlemlenmiştir. Ağır hasarlı veya tamamen göçmüş yapılarda genel problemler, güçlü kiriş zayıf kolon durumu, yumuşak-zayıf kat durumu, çarpışma etkisi gibi durumlardır. Yapısal olmayan hasarlara bakıldığında yapılardaki ağır çıkmalardan kaynaklı duvar hasarları, duvar çatlakları gibi hasarlar genel olarak yaygındır. Çalışma sonuçları irdelenmiş ve sahada elde edilen görseller ile desteklenmiştir.

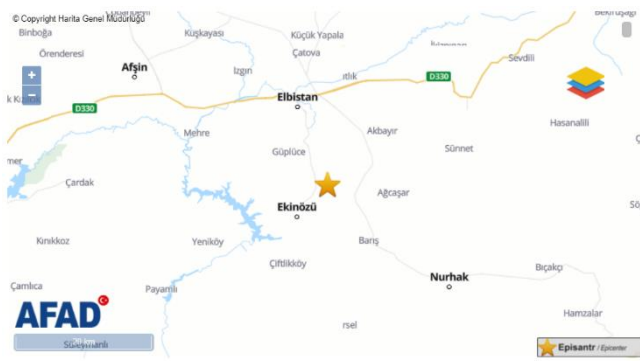
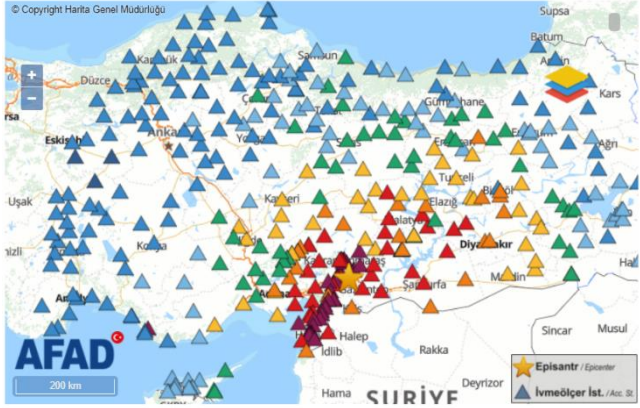
*Anahtar Kelimeler – Kahramanmaraş Depremleri, Doğu Anadolu Fayı, Adıyaman, Yapısal Hasar, Deprem Gözlemi*

### I. GİRİŞ

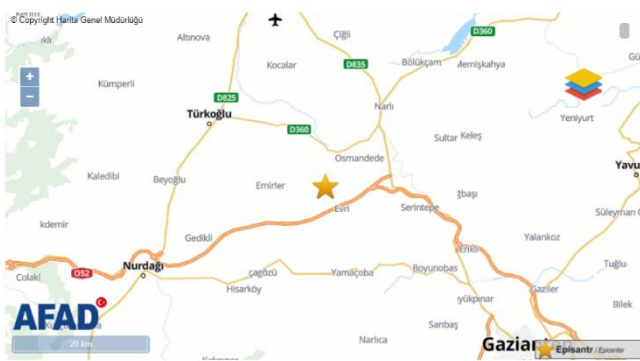
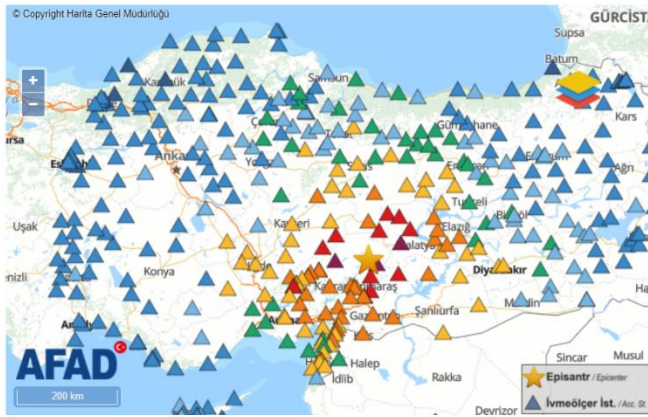
06 Şubat 2023 tarihinde 9 saat arayla Türkiye tarihinin en büyük iki depremi meydana geldi. Tarihsel olarak meydana gelen depremler incelendiğinde 1939 Erzincan depreminden itibaren 2003 Bingöl, 1992 Erzincan, 1999 Gölcük, 2011 Van, 2020 Elazığ, 2020 İzmir depremleri Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde ağır kayıplara neden olan depremler meydana gelmiştir[1], [2]. Ülkede meydana gelen en önemli depremler Bingöl'ün Karlıova ilçesinden başlayıp ülkenin kuzey batısına doğru devam eden Kuzey Anadolu Fay hattı(KAF), yine Bingöl'den başlayıp Hatay ili sınırlarına kadar devam eden Doğu Anadolu Fay hattı(DAF) ve Batı Anadolu Fay hattıdır[3]. Maraş

depremleri de DAF ve kolları üzerinde meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalar ve raporlar incelendiğinde 04.17'de meydana gelen deprem DAF ve Ölü Deniz Fay Zonu kesişiminde meydana gelirken, 13.24'te meydana gelen Elbistan merkezli ikinci deprem, DAF'ın paralelinde yer alan DAF kollarından biri olan Çardak Fay zonu[4] üzerinde meydana gelmiştir. Bu depremler nedeni ile yaklaşık 50000 kişi hayatını kaybederken 100000 üzerinde bina ağır hasarlı ya da yıkık duruma gelmiştir[5]. Yapılan çalışmalarda ülkeye maliyeti yaklaşık 70 milyar dolar civarındadır[6]. İki farklı depreme ait ölçüm alan istasyonlar ve depremin merkez üssünü gösteren görseller Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Sırasıyla verilen görseller Pazarcık

ve Elbistan merkezli depremlerin merkez üssü ve AFAD'ın ölçüm istasyon ağını göstermektedir[7].



Şekil 1. 7.7 (M<sub>w</sub>) Pazarcık Depreminin merkez üssü ve ölçüm alan istasyonların görünümü

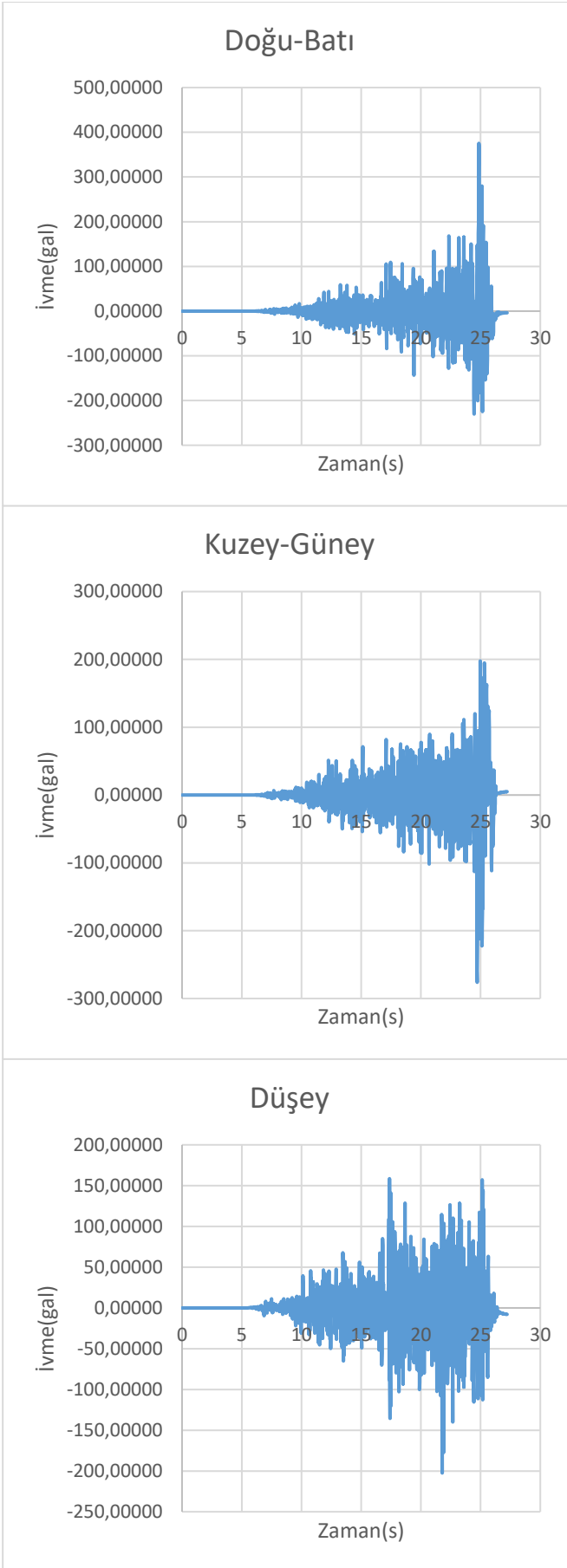


Şekil 2. 7.6 (M<sub>w</sub>) Elbistan Depreminin merkez üssü ve ölçüm alan istasyonların görünümü

Çalışma kapsamında Adıyaman şehir merkezinde bulunan AFAD'ın ölçüm ağına ait 0201 no'lu istasyondan Pazarcık merkezli depreme ait ivme-zaman geçmişleri elde edilmiştir.

Şekil 3'te verilen ivme-zaman geçmişleri incelendiğinde Doğu-Batı komponentine ait grafikte Adıyaman ili şehir merkezinde ölçülen en büyük yer ivmesi 0.4g civarındadır. İstasyon zemin sınıfı 391 m/s'ye karşılık gelen ZC zemin sınıfındadır. Deprem ivme kaydının ilk 20 s'lik kısmı gürültü olduğundan dolayı verilen grafiklerde çıkarılmıştır. AFAD sisteminde verilen bilgilerde 0.9g olarak gözükken kayıt veri seti incelendiğinde işlenmiş veride ölçülen ivme değeri 0.4g civarındadır.

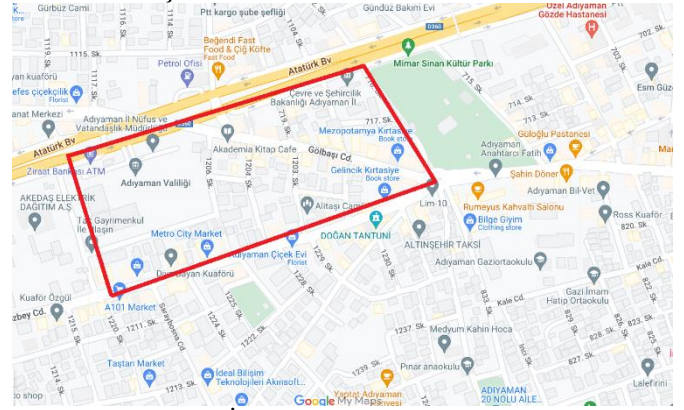
Bu çalışma ve meydana gelen deprem bizlere yapı stoklarımızın mevcut durumunun bilinir olmasının önemini göstermektedir[8].



Şekil 3. 0201 İstasyonuna ait 3 doğrultudaki ivme zaman grafikleri

Bu çalışma kapsamında yazarlar deprem meydana geldikten 1 gün sonra Adıyaman iline giderek saha gözlemlerinde bulunmuşlardır. Çalışmada amaç; yıkılan ve ağır hasarlı binalarda meydana gelen yapısal hasarların değerlendirilmesi üzerinedir.

Genel olarak Adıyaman ili şehir merkezinde, valilik çevresinde incelemelerde bulunulmuştur. Şekil 4'te verilen haritada incelenen bölgeye ait harita verilmiştir.



Şekil 4. İncelenen bölgeye ait harita

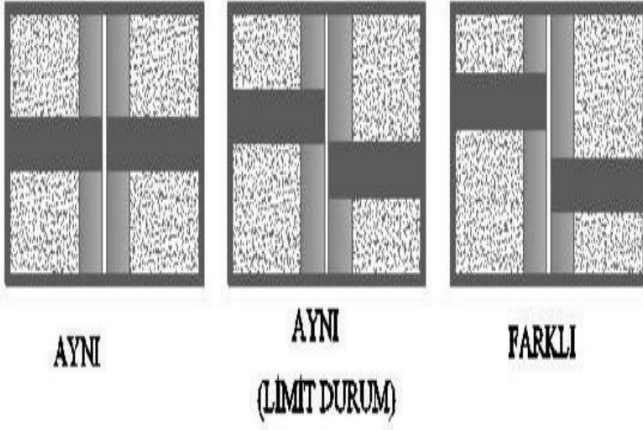
Çalışmada yapılan incelemelerde çalışma sahasında rastlanan yapısal hasarlar genel olarak çarpışma ve çekiçleme etkilerine maruz kalan binalar, güçlü kiriş zayıf kolon durumu, yumuşak-zayıf kat düzensizlikleri ve yapısal olmayan hasarlar olarak gruplandırılabilir. Çalışma kapsamında bu hasar sınıfına giren yapılar incelenmiş, görseller üzerinden değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

## II. YAPISAL HASARLARIN İNCELENMESİ

Aşağıda verilen başlıklarda çalışma sahasında meydana gelen yapısal hasarlar incelenmiştir. Sahada elde edilen görsellere yer verilmiştir.

### A. Çarpışma ve Çekiçleme Etkisi

Bitişik nizam yapı durumunda deprem sırasında yeterli derz boşluğu bırakılmamış binalarda çarpışma ve çekiçleme etkileri görülmektedir. Binaların deprem kaynaklı hasarının seviyesini arttırmasının yanında hiç hasar almayan binaların hasarlı duruma gelmesine neden olmaktadır. Riskli binaların tespit edilmesine yönelik[9] hazırlanan yönetmelikte de bu durumdan bahsedilmektedir. Şekil 5'teki görsel durumu göstermektedir.



Şekil 5. Bitişik nizam durumunda döşeme seviyesinin farklı durumları



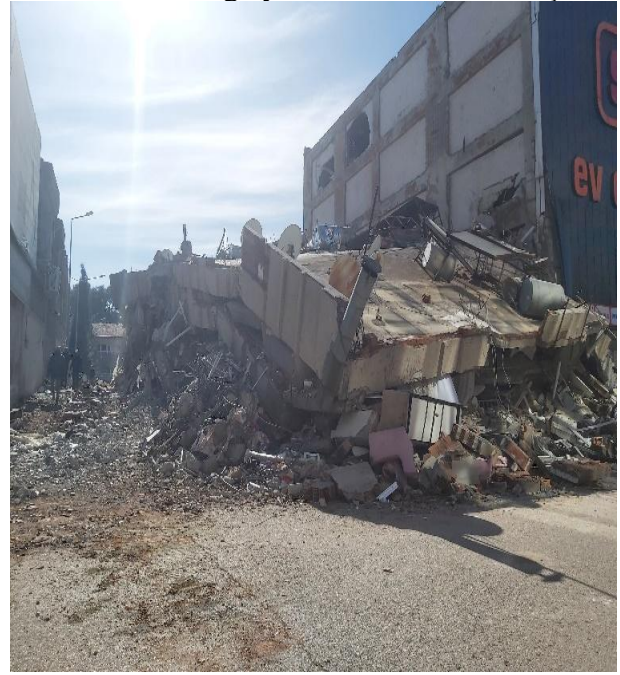
Şekil 6. Bitişik bina durumunda çarpışma ve çekiçleme etkisi

Yukarıda verilen Şekil 6 incelendiğinde binaların bitişik binanın tamamen göçmesi nedeni ile aldığı hasarlar görülmektedir. Üç binada incelendiğinde bitişikindeki binanın, incelenen yapıların kolon elemanlarına zarar verdiği görülmüştür. Bu tarz yapısal elemanlara verilen hasarların deprem durumunda engellenebilmesi için, ülkemizdeki deprem yönetmeliği bırakılacak boşluk durumu için sınırlamalara yer vermektedir. Bırakılacak derz boşluğu 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak, sonraki her 3 m yükseklik için 10 mm ekleneceği Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde[10] açıkça belirtilmektedir. Bu durum dikkate alınarak bitişik bina durumu hesaplara etki ettirilir ve yapılar ona göre inşa edilirse bu tarz hasarlar ile karşılaşılacağı düşünülmektedir. Ayrıca bitişik bina durumunda yapıların döşeme seviyelerinin aynı seviyede olması gereklidir. Farklı seviyelerde olduğu durumlarda birbirine temas eden iki farklı yapının döşeme elemanları deprem kaynaklı yatay hareket nedeni ile bitişikindeki binanın düşey yapısal elemanlarına zarar verebilir. Bu nedenle yapıların projelerinin onay durumunda bitişik nizam yapılan binalarda inşa edilecek binanın çevresinde önceden inşa edilmiş binaların kat seviyeleri, kat yükseklikleri ve döşeme seviyeleri dikkate alınarak projelendirme yapılmalıdır. Belediyelerin ve yapı denetim firmalarının proje onayı sırasında bu kontrolü gerçekleştirerek böylesi hasarların önüne geçilebilir.

### B. Güçlü Kiriş Zayıf Kolon

Yapısal tasarımda bir yapının projesi hazırlanırken ilk kabullerden biri düşey ve yatay taşıyıcı elemanlarda meydana gelebilecek mafsallaşmanın öncelik sırasının belirlenmesidir. Kapasite tasarımında yönetmeliklerde de belirtilen bu sınırlama ile kolonların kirişlerden sonra mafsallaşması istenir. Bunun nedeni yapı herhangi bir dış yüke maruz kaldığı durumda yatay elemanların önce mafsallaşacak şekilde tasarlanması ile ani ve toptan göçmeye engel olunabilir. Kirişlerde meydana gelen plastik mafsal durumu bölgesel hasara neden olabilir. Ama kolonlarda meydana gelecek hasarlar binanın tamamıyla göçmesine neden olabilir. Bu durumun önüne geçmek için kirişlerin tasarımında kolonlarınkine kıyasla daha düşük kapasitelerde taşıma gücüne izin verilir[11]. Böylelikle bir dış yük etkisi durumunda öncelikle yatay elemanlar hasar

görür ve içerisinde bulunan insanların binayı terk etmesine olanak sağlayan bir süre kazanılmış olur.



Şekil 7. Güçlü Kolon-Zayıf Kiriş Durumu Örnekleri

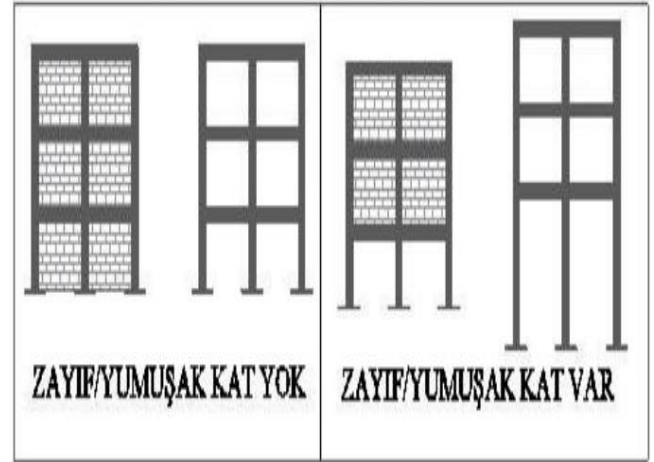
Deprem bölgesinde tamamen göçmüş olan yapılar incelendiğinde, özellikle eski yapılarda bu duruma çok rastlanmaktadır. Şekil 7'deki bina görselleri incelendiğinde katların sandviç şeklinde tamamen göçtüğü ama yatay elemanların çoğu binada tek parça halinde hasarsız kaldığı görülmektedir. Yönetmeliklerin güncel olmasıyla alakalı bir durum olmadığı da söylenebilir. Mevcut yapı stokunda 1975 yılında yürürlüğe giren yönetmelik dikkate alınarak yapılan binalarda bulunmaktadır. Yalnız, 1975 yönetmeliğinde dahi bu durumun önüne geçilmesi gerektiği, kolonların kirişlerden daha

güçlü yapılması gerektiği açıkça belirtilmektedir[12].

### C. Yumuşak-Zayıf Kat

Yapıların genel olarak birbirinden bağımsız, kendine has yapısal taşıyıcı sistemleri vardır. Bunun nedeni yapıların taşıyıcı sistemleri kullanım amacına göre çeşitlilik göstermesidir. Bağımsız taşıyıcı sistemlere sahip olsa da, yapılar tasarlanırken hepsinde ortak gereklilik olarak gördüğümüz dayanım, rijitlik ve süneklik dengesini gözetmemiz gerekir. Bu bağlamda Türkiye'deki yapı stokuna bakıldığında, yapıların çoğunda giriş katlar diğer katlara göre kullanım amacına göre farklılık göstermektedir. Bu durum deprem yönetmeliklerinde açıkça belirtilen düzensizliklerdendir. Yapıların giriş katlarının farklı amaçla kullanılacağı durumlarda bu durumun yapısal tasarımda da göz önüne alınması gerekir. Deprem yönetmeliğinde, etkili kat kesme alanı olarak tanımlanan parametrenin, herhangi bir kattaki değerinin o katın alt veya üst katındakinden belirli bir oran dahilinde farklı olmaması istenir. Bu durum ülkemizdeki deprem yönetmeliğinde etkili kat kesme alanının bir alt veya üst katındaki etkili kat kesme alanına oranının 0.80'den az olması şeklinde sınırlandırılmıştır. Bu durumun sağlanamaması durumuna zayıf kat bir diğer ifade ile dayanım düzensizliği olarak isimlendirilir. Katlar arası ortalama görelî kat ötelemesi oranının 2.0'den büyük olması durumu ise yumuşak kat veya rijitlik düzensizliği olarak adlandırılır. Bu iki düzensizlikten biri veya ikisinin olduğu durumda yapılar o katta farklı davranış göstererek ciddi hasarlar alır[10], [13]. Genel olarak uygulamada bu duruma giriş katların ticari amaçlı olarak kullanıldığı yapılarda rastlanmaktadır. Giriş katların ticari amaçlar ile dolgu duvarlarının olmaması veya kat yüksekliklerinin yapının diğer katlara göre daha yüksek olması bu düzensizliklere dolayısıyla bu düzensizlikler kaynaklı hasarlara neden olmaktadır(Şekil 8). Bu düzensizlikler kaynaklı hasarlarda yapılar doğrudan giriş kat üzerine çökerek hasar alır. Bu düzensizliklere sahip katlara yumuşak kat ismi verilir. Bazı yapılarda üst katlar en ufak bir hasar almamasına rağmen bu durum nedeniyle yıkılmaktadır. Adıyaman ili şehir merkezinde yaptığımız gözlemlerde giriş katları ticari amaçlı kullanılan yapılarda bu duruma

rastlanmıştır. Şekil 9'da bu duruma ait örnek yapısal hasar görselleri verilmiştir.



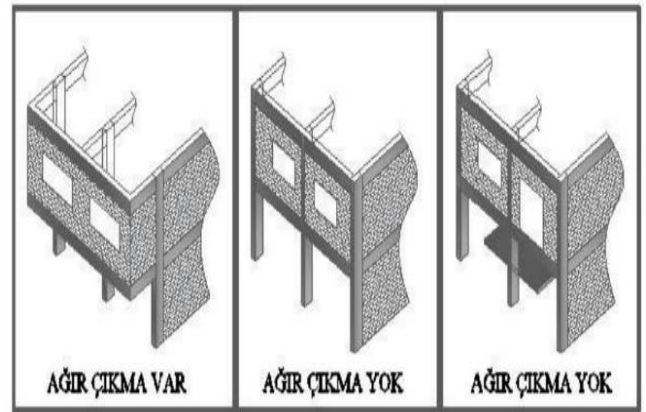
Şekil 8. Yumuşak Kat/Zayıf Kat Durumu



Şekil 9. Yumuşak/Zayıf Kat Kaynaklı Yapısal Hasar Örnekleri

#### D. Yapısal Olmayan Hasarlar

Yapılarda yapısal hasarların yanı sıra yapının taşıyıcı sistemine etki etmeyen yapısal olmayan hasarlarda depremler sırasında karşılaşılan durumlardandır. Bu hasarlar genel olarak taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelmektedir. Çalışma kapsamında incelediğimiz binalarda yapıların çıkmalarının bulunduğu bölümlerde duvar hasarları gözlemlenmiştir. Yapıların bazı katlarında plan alanını büyütme için taşıyıcı çerçeve sistem dışına çıkılarak alan genişletilir (Şekil 10). Bunlara literatürde ağır kapalı çıkma ismi verilir. Betonarme yapıların tasarımında en temel kabullerden biri olan betonarmede uyum ilkesi nedeni ile yapılar üzerine gelen yükleri en kısa ve en hızlı yoldan zemine iletmeyi amaçlar [14], [15]. Bu yüklerin taşıyıcı sistemin sürekliliğini bozan elemanlar üzerine gelmesi durumunda o bölgelerde yapısal hasarlar meydana gelir. Bu hasarlar genel olarak kapalı çıkmalara yakın taşıyıcı sistem elemanlarında veya kapalı çıkmalar üzerinde bulunan dolgu duvarlarda meydana gelir. Dolgu duvarlar taşıyıcı elemanlara kıyasla daha düşük dayanımlara sahip olması nedeni ile üzerine gelen yükleri taşıyamaz ve hasar alırlar. Bu duruma örnekler, bu çalışma kapsamında da görülmüştür ve bu duruma ait örnekler Şekil 11'de verilmiştir. Şekil 11'de çıkmalar üzerindeki dolgu duvarlarda meydana gelen yapısal olmayan hasarlar görülmektedir.



Şekil 10. Ağır Çıkma durumunun gösterimi



Şekil 11. Ağır Çıkmalar Üzerindeki Dolgu Duvarların Hasar Durumları

### III. SONUÇLAR

06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli iki deprem ülkenin yaklaşık %15'lik bölümünde yapısal hasarlara neden olmuştur. Önemli ölçüde tamamen yıkılmış ya da ağır hasarlı yapı, yapı stokunda büyük kayıplara sebep olmuştur. Bu ağır hasarlı ve yıkık yapıların önemli bir bölümü Adıyaman ilinde bulunmaktadır. Depremden 11 şehir etkilenmiş olsa dahi, en önemli hasarı Hatay, Kahramanmaraş, Malatya ve Adıyaman illerindeki yapılar almıştır. Deprem meydana geldikten kısa bir süre içerisinde

deprem bölgesine giden yazarlar saha gözlemlerinde bulunmuşlardır. Çalışma kapsamında Adıyaman ili şehir merkezindeki belirli bir bölge üzerine yoğunlaşan araştırmacılar, inceledikleri yapılarda, zayıf kolon-güçlü kiriş kaynaklı hasarlar, çarpışma etkisi nedeniyle meydana gelen hasarlar, yumuşak/zayıf kat durumu ve yapısal olmayan hasarlar gözlemlemiş ve değerlendirmişlerdir. Çalışma sahası genişletilerek yapısal hasar çeşitleri artırılarak çalışma detaylandırılacaktır. Ayrıca yapısal hasarların nedenlerinin araştırılıp belirlenmesi, ilerleyen süreçte meydana gelen depremlerde yapıların alacağı hasarları engellemesi açısından yol gösterici olacaktır. 06 Şubat 2023 depremi yaralarını sararken hayatını kaybeden insanlara ve yakınlarına baş sağlığı diliyor, gelecekte meydana gelecek depremlere alınacak önlemler açısından ders çıkarılması gereken bir süreçten geçtiğimizi düşünüyoruz.

### TEŞEKKÜR

Deprem bölgesinde çalışma ekibine yardımcı olan Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı çalışanlarına ve görevli AFAD personellerine teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- [1] B. Balun, Ö. F. Nemitlu, A. Benli, and A. Sari, "Estimation of probabilistic hazard for Bingol province, Turkey," *Earthq. Struct.*, vol. 18, no. 2, pp. 223–231, 2020, doi: 10.12989/eas.2020.18.2.223.
- [2] M. Bıkçe, "Türkiye'de Hasara Ve Can Kaybına Neden Olan Deprem Listesi(1900-2014)," in *3.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 2015, pp. 1–10, [Online]. Available: [http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK\\_084.pdf](http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK_084.pdf).
- [3] K. Akbayram, E. Bayrak, E. Pamuk, Ç. Özer, K. Kıranşan, and S. Varolüneş, "Dynamic sub-surface characteristic and the active faults of the Genç District locating over the Bingöl Seismic Gap of the East Anatolian Fault Zone, Eastern Turkey," *Nat. Hazards*, vol. 114, no. 1, pp. 825–847, 2022, doi: 10.1007/s11069-022-05414-8.
- [4] İstanbul Teknik Üniversitesi, "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri İTÜ Deprem Raporu," İstanbul, 2023.
- [5] A. Afet ve Acil Durum Başkanlığı, "06 Şubat 2023 Pazarcık(Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elibstan(Kahramanmaraş) Mw 7.6 Depremlerine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu," 2023.
- [6] S. Şen, "Kahramanmaraş depremlerinin ekonomiye etkisi," *Diplomasi ve Strat. Derg.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–55, 2023.



- [7] AFAD, “<https://www.afad.gov.tr/>,” 2021. <https://www.afad.gov.tr/> (accessed Jan. 05, 2021).
- [8] Ö. F. Nemutlu, A. Sarı, and B. Balun, “Bingöl İli Şehir Merkezindeki Yapılaşmanın Olası Deprem Risklerine Etkisi,” in *2nd International Conference on Innovative Academic Studies*, 2023, no. January, pp. 101–107.
- [9] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar.” 2013.
- [10] Afet ve Acil Durum Başkanlığı, *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018(TBDY-2018)*. 2018.
- [11] Ö. F. Nemutlu, B. Balun, and A. Sarı, “Damage assessment of buildings after 24 January 2020 Elazığ-Sivrice earthquake,” *Earthq. Struct.*, vol. 20, no. 3, pp. 325–335, 2021, doi: 10.12989/eas.2021.20.3.325.
- [12] K. E. Alyamaç and A. S. Erdoğan, “Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları,” *Deprem Sempozyumu*, pp. 707–715, 2005.
- [13] A. Afet ve Acil Durum Başkanlığı, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007(DBYBHY-2007),” 2007.
- [14] TSE, “Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Esasları(TS500),” 2000.
- [15] Z. Celep and N. Kumbasar, “Betonarme Yapılar.” Beta Yayınevi, İstanbul, 2005.