



Investigation of Damages of Reinforced Concrete Precast Industrial Structures After 6 February 2023 Earthquakes

Muhammed Atar ¹, Ozan Ince ¹, Omer Faruk Tas ¹, Alper Ozmen ² and Erkut Sayin ¹

¹ Firat University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 23119 Elazig, Türkiye

² Inonu University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 44000 Malatya, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7812-0086, 0000-0002-6319-1129, 0000-0002-1431-5316, 0000-0003-1335-3780, 0000-0003-0266-759X

Keywords

Earthquake, Precast structures, Seismic damage

Highlights

- * February 6, 2023 Türkiye earthquakes
- * Earthquake damages to prefabricated structures
- * Brittle damages of pinned connections

Aim

This study aims to evaluate the precast industrial structures after 6 February 2023 earthquakes

Location

The study area is located in Malatya

Methods

Field survey

Results

The on-site inspections reveal a notable lack of attention to the joint areas during both manufacturing and assembly

Supporting Institutions

--

Financial Disclosure

--

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

Manuscript

Research Article

Received: 03.08.2023

Revised: 28.08.2023

Accepted: 05.09.2023

Printed: 30.12.2023

DOI

10.46464/tdad.1337277



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Ozan Ince

Email: o.ince@firat.edu.tr



Figure

Brittle earthquake damage in a precast connection

How to cite:

Atar M., Ince O., Tas O.F., Ozmen A., Sayin E., 2023. Investigation of Damages of Reinforced Concrete Precast Industrial Structures After 6 February 2023 Earthquakes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 5(2), 291-300, <https://doi.org/10.46464/tdad.1337277>



Betonarme Prefabrik Endüstri Yapılarının 6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Hasarlarının İncelenmesi

Muhammed Atar ¹, Ozan İnce ¹, Ömer Faruk Taş ¹, Alper Özmen ² and Erkut Sayın ¹

¹ Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 23119 Elazığ, Türkiye

² İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 44000 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7812-0086, 0000-0002-6319-1129, 0000-0002-1431-5316, 0000-0003-1335- 3780, 0000-0003-0266- 759X

ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde aynı gün içerisinde iki yıkıcı deprem meydana gelmiştir. Bu çalışma kapsamında Pazarcık (M_w 7.7) ve Elbistan (M_w 7.6) depremleri sonrasında iki betonarme prefabrik endüstri yapısında meydana gelen hasarlar incelenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY 2018) prefabrik yapılar için moment aktaran ve moment aktarmayan farklı bağlantı tipleri bulunmasına rağmen, uygulamada genellikle moment aktarmayan pimli bağlantılar tercih edilmektedir. Pimli bağlantılar hızlı ve pratik uygulama sağlamasına rağmen deprem sırasında gevrek hasarlar almaktadır. Ayrıca bu birleşimlerde makas kırışlarının düzlem dışı devrilme riski de bulunmaktadır. Yapılan saha incelemelerinde pimli bağlantıya sahip birleşimlerde ciddi gevrek hasarlar gözlemlenmiştir. Deprem hasarları incelendiğinde betonarme prefabrik yapılarda sünek davranış sağlayacak birleşim yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği görülmektedir.

Anahtar kelimeler

Deprem, Prefabrik yapılar, Deprem hasarı

Öne Çıkanlar

- * 6 Şubat 2023 Türkiye depremleri
- * Prefabrik yapılarda deprem hasarları
- * Gevrek hasar

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 03.08.2023
Düzeltilme: 28.08.2023
Kabul: 05.09.2023
Basım: 30.12.2023

DOI

10.46464/tdad.1337277

Sorumlu yazar

Ozan İnce
Eposta:
o.ince@firat.edu.tr

Investigation of Damages of Reinforced Concrete Precast Industrial Structures After 6 February 2023 Earthquakes

Muhammed Atar ¹, Ozan Ince ¹, Omer Faruk Tas ¹, Alper Ozmen ² and Erkut Sayın ¹

¹ Fırat University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 23119 Elazığ, Türkiye

² Inonu University, Engineering Faculty, Department of Civil Engineering, 44000 Malatya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7812-0086, 0000-0002-6319-1129, 0000-0002-1431-5316, 0000-0003-1335- 3780, 0000-0003-0266- 759X

ABSTRACT

On February 6, 2023, two devastating earthquakes occurred in Kahramanmaraş on the same day. In this study, the damages occurred in two reinforced concrete precast industrial structures after the Pazarcık (M_w 7.7) and Elbistan (M_w 7.6) earthquakes were investigated. There are different types of moment-transmitting and non-moment-transmitting connection types for precast structures in the Türkiye Building Earthquake Code (TBDY 2018), non-moment-transferring pinned connections are generally preferred in practice. Although pinned connections provide fast and practical application, they suffer brittle damages during earthquakes. In addition, there is a risk of out-of-plane collapse of the beams in these joints. In the field investigations, serious brittle damages were observed in the joints with pinned connections. When the earthquake damages are examined, it is seen that the joining methods that will provide ductile behaviour should be preferred in reinforced concrete precast structures.

Keywords

Earthquake, Precast structures, Seismic damage

Highlights

- * February 6, 2023 Turkey earthquakes
- * Earthquake damages to precast structures
- * Brittle damages of pinned connections

Manuscript

Research Article

Received: 03.08.2023
Revised: 28.08.2023
Accepted: 05.09.2023
Printed: 30.12.2023

DOI

10.46464/tdad.1337277

Corresponding Author

Ozan İnce
Email:
o.ince@firat.edu.tr

1. GİRİŞ

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’de iki yıkıcı deprem (M_w 7.7 ve M_w 7.6) özellikle 11 ilde (Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep, Malatya, Diyarbakır, Kilis, Şanlıurfa, Adıyaman, Osmaniye, Adana, Elazığ) birçok yapının ağır hasar almasına veya tamamen göçmesine neden olmuştur. Ayrıca 6 Şubat – 6 Mayıs 2023 arasındaki üç aylık sürede 33591 deprem kayıt edilmiş ve 37984 binanın yıkıldığı belirtilmektedir (AFAD 2023). Kahramanmaraş depremleri sonrası araştırmacılar tarafından hasar alan farklı yapı sistemleri (betonarme, çelik, prefabrik ve yığma) incelenmiştir (Akgül ve Etli 2023, Kocaman 2023, Sagbas ve diğ. 2023), bu çalışma kapsamında ise prefabrik sanayi yapılarında meydana gelen hasarlara yer verilmiştir.

Betonarme prefabrik elemanlar büyük açıklıkların geçilebilmesi, kısa inşaat süreleri, düşük çevre kirliliği ve fabrika ortamında yapılmalarından dolayı yüksek inşaat kaliteleri sayesinde avantaj sağlamaktadırlar (Ochs ve Ehsani 1993, Park 2002). Bu elemanlar özellikle tek katlı ve büyük açıklıkların geçildiği endüstri yapılarında tercih edilmektedirler. İmalat kusurlarının en az seviyede tutularak üretildiği bu elemanların sahada montajı yapılmaktadır. Betonarme prefabrik yapıların birleşim bölgelerinin depreme dayanıklı olarak tasarlanması önemli bir problem olmaktadır. Bu yüzden, kolon kiriş bağlantı bölgelerinde çalışma mekanizmasını sağlamak ve ‘Kuvvetli birleşim, zayıf bileşen’ kuralına uyarak iyi mekanik davranış sağlanması için birçok çalışma yapılmıştır. Literatürde prefabrik yapıların birleşim bölgesi dayanımlarının artırılması için birçok çalışma yapılmıştır. Korkmaz ve Tankut (2005) kirişlerde montaj konumunun belirleneceği kiriş-kiriş bağlantısını incelemiştir. Bindirme ekleme ve kaynak için bağlantı yöntemleri uygulanmış ve elde edilen sonuçların bağlantı yönteminin güvenilir olduğunu gösterdiği sonucuna varılmıştır. Özden ve diğ. (2012) 23 Ekim 2011 Van depremi sonrası sanayi yapılarındaki hasarları gözlemişlerdir. Yaptıkları saha incelemeleri sonucunda dikkat çeken en kritik nokta, birleşim bölgelerinde imalat ve montaj aşamalarında gereken özenin yeterince gösterilmemiş olmasıdır. Bağlantılarda pim delikleri etrafında donatının eksikliği, delik içi dolgu malzemesinin yetersiz kalitesi, delik yüzeyinin yeterli aderansa sahip olmaması gibi problemler gözlemişlerdir. Ayrıca montaj güvenliğini sağlamak amacıyla pul-somun ve kaynak detaylarının kullanılmaması, elastomer mesnetlerin ihmal edilmesi, kullanılan donatıların karbon içeriği ve mekanik özelliklerinin yetersiz düzeyde olması gibi sebepler, meydana gelen hasar ve çökmelerin temel nedenlerini oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Lacerda ve diğ. (2018) prefabrike bileşenler içeren bir yarı rijit bağlantıyı bir çelik dübel ve harç dolgusu yardımıyla PC (precast concrete) kolon ucu bağlantısını oluşturmuşlardır. Elde edilen deney sonuçları, önerilen bağlantının yeterli eğilme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Ding ve diğ. (2021) çelik kirişler ve beton dolgu çelik boru kolonlar için yeni bir prefabrike bağlantı sisteminin çevrimsel yükleme altındaki davranışını deneysel olarak incelemiş ve önerilen bağlantıların yüksek enerji sönümlenme kapasitesine sahip olduğunu göstermişlerdir. Bir diğer çalışma Qi ve diğ. (2021) tarafından gerçekleştirilmiş ve bu çalışmada cıvatalı bağlantı tipleri kullanılarak yeni bir kuru bağlantı metodu geliştirilmiştir. Uygulanan bağlantı kiriş ucuna yerleştirilmiştir. Deneysel sonuçlar, önerilen bağlantının monolitik bağlantıya göre daha yüksek süneklik ve enerji dağılımı gösterdiğini sonuçlamıştır. Yapılan bu çalışmalara ek olarak, ayrıca dübel bağlantıları (dowel connections) (Tanaka ve Murakoshi 2011, Vidjeapriya ve Jaya 2013, Guo ve diğ. 2019a; 2019b) ve önerilmeli bağlantılar (Englekirk 1996) da geliştirilmiş ve araştırılmıştır. Fakat yukarıda bahsedilen bağlantı yöntemleri uygulamada hala birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Bu yüzden bahsedilen birleşim yöntemleri ve uygulamadaki hataların Türkiye özelinde incelenmesi zorunlu hale gelmiştir. Sagbas ve diğ. (2023) 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri sonrasında betonarme endüstri yapılarında meydana gelen hasarları incelemiştir. Yaptıkları saha çalışması sonrasında, endüstriyel yapılardan özellikle prefabrik yapıların uygun olmayan yöntemlerle tasarlanmış/inşa edilmiş olduğunu tespit etmişlerdir. Bu yapıların kolon kiriş birleşim bölgelerinde yetersiz ankraj ve dübellerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye’de bulunan prefabrik yapıların büyük çoğunluğunu tek katlı betonarme prefabrik endüstri yapıları oluşturmaktadır. Yaşanan yıkıcı depremlerde betonarme prefabrik yapıların özellikle birleşim bölgelerinde ve kolon alt bölgelerinde ciddi hasarlar aldıkları belirtilmektedir. Ayrıca inşaat aşamasında çatı kirişlerinin bağlanmasından önce konsol olarak davranan kolonlar devrilmeye karşı zayıf dayanım göstermektedir (Özden ve diğ. 2012).

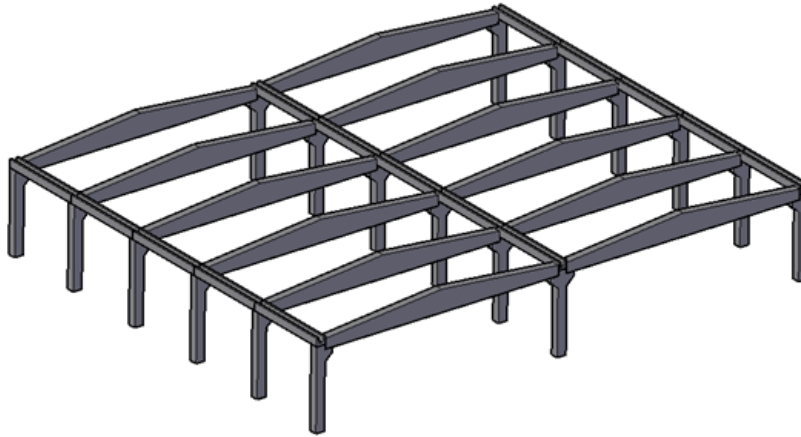
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de (TBDY 2018) betonarme prefabrik elemanlar için farklı birleşim türleri önerse de Türkiye’de uygulama kolaylığından dolayı genellikle pimli bağlantılar kullanılmaktadır. Ayrıca betonarme prefabrik yapılarda genellikle bağ kirişi ile bağlanmış soketli tekil temeller tercih edilmektedir. Soketli tekil temeller prefabrik olarak yapılabilmekte veya yerinde dökme olarak yapılabilmektedir.

İnceleme yapılan Malatya Organize Sanayi Bölgesinde yaklaşık 210 betonarme prefabrik yapı bulunmaktadır ve bunların 12 tanesi ciddi hasar almıştır. Bu çalışma kapsamında hasar alan bu yapılardan 2 tanesi incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında TBDY (2018)’de yer alan betonarme prefabrik birleşim bölgeleri ve uygulama esasları özetlenerek verilmiştir. Daha sonra 6 Şubat 2023 yıkıcı depremleri sonrasında Malatya ilinde bulunan betonarme prefabrik endüstri yapılarının aldığı hasarlar ve yapı stokunun karşılaştığı uygulamadaki zorluklar detaylı bir şekilde incelenmiştir.

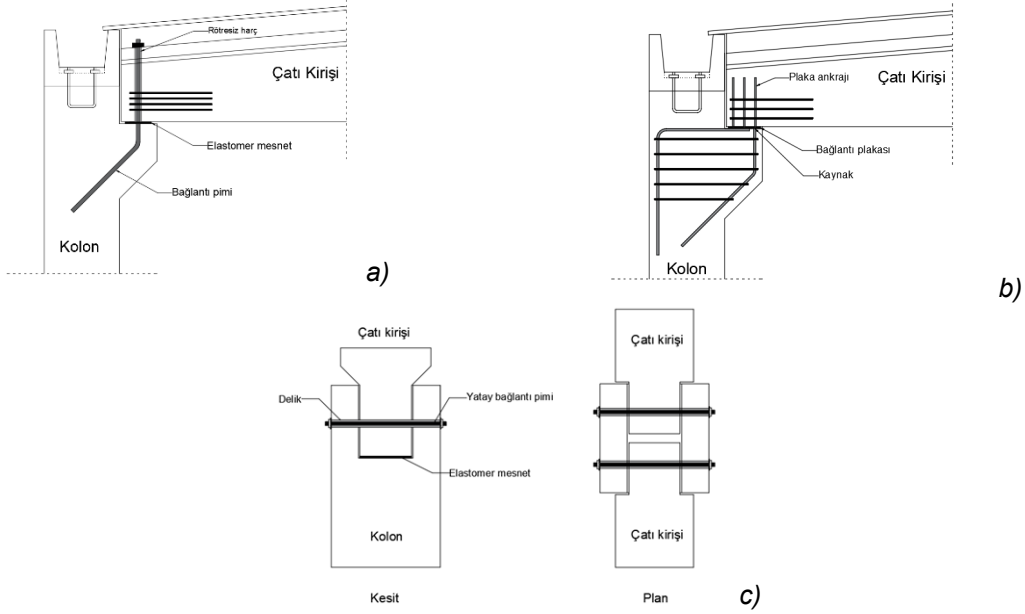
2. TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ 2018’E GÖRE PREFABRİK YAPI TASARIMI

Betonarme prefabrik endüstri yapıları genellikle tek kattan oluşan, büyük açıklıkların makas kirişleri ile geçildiği sistemlerdir (Şekil 1).



Şekil 1: Tipik bir prefabrik yapı örneği
Figure 1: Example of a typical precast structure

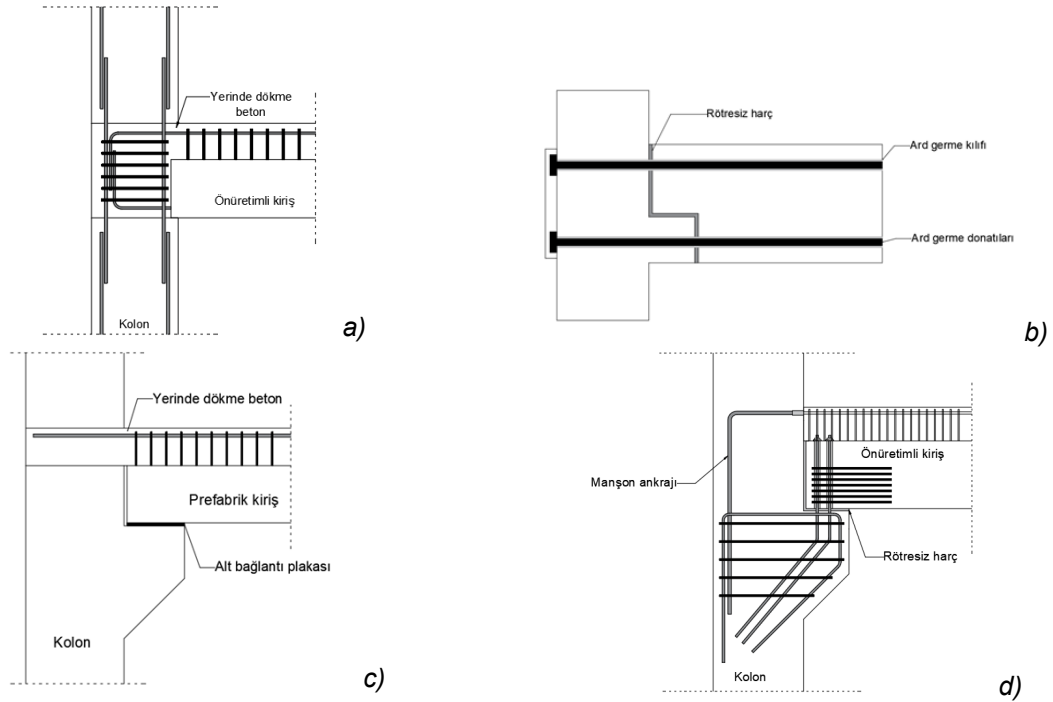
Betonarme prefabrik yapıların birleşim bölgelerinin moment aktaracak veya moment aktarmayacak şekilde imal edilmesi Yönetmelik tarafından sınırlandırılmıştır. Bu iki bağlantı durumu dikkate alındığında, mafsallı bağlantılar moment aktarmayan, aksel kuvvet ve kesme kuvveti aktarabilen bağlantılar olarak tanımlanmıştır. TBDY (2018)’de tanımlanan mafsallı bağlantılar; pimli bağlantılar (Şekil 2a), kaynaklı bağlantılar (Şekil 2b), yuvalı bağlantılar (Şekil 2c) olmak üzere üç ayrı kategoride değerlendirilmiştir. Yönetmelikte verilen Pimli bağlantılar uygulamada çimento harcı ile doldurulmalı ve uçları somun ile kapatılmalıdır. Kaynaklı bağlantılarda ise kaynak levhalarının kolona veya kirişe mesnetlenmesine dikkat edilmelidir. Bir diğer mafsallı birleşim olan Yuvalı bağlantılarda ise yuva kenarlarının yeterli kalınlıkta olmasına dikkat edilmesi yönetmelikte belirtilmektedir.



Şekil 2: Moment aktarmayan bağlantılar; a) Pimli bağlantı örneği, b) Kaynaklı bağlantı örneği, c) Yuvalı bağlantı örneği (TBDY 2018)

Figure 2: Type of Hinged connections; a) Pinned connection, b) Welded connections, c) Slotted connection (TBDY 2018)

TBDY (2018)'de tanımlanan bir diğer bağlantı metodu moment aktaran bağlantılar olarak verilmiştir. Bu bağlantı metodunda, mafsalı bağlantıların aksine sünek davranışın sağlanması hedeflenmektedir. Yönetmelikte ıslak kolon-kiriş bağlantısı (Şekil 3a), tam ard-germeli bağlantı (Şekil 3b), üstte ıslak – altta kaynaklı bağlantılar (Şekil 3c) ve manşonlu-pimli bağlantılar (Şekil 3d) moment aktaran bağlantı tipleri olarak yer almaktadırlar.



Şekil 3: Moment aktaran bağlantılar; a) ıslak Kolon-Kiriş Bağlantısı, b) Tam Ard-Germeli Bağlantı, c) Üstte ıslak – Altta Kaynaklı Bağlantı, d) Manşonlu-Pimli Bağlantı (TBDY 2018)

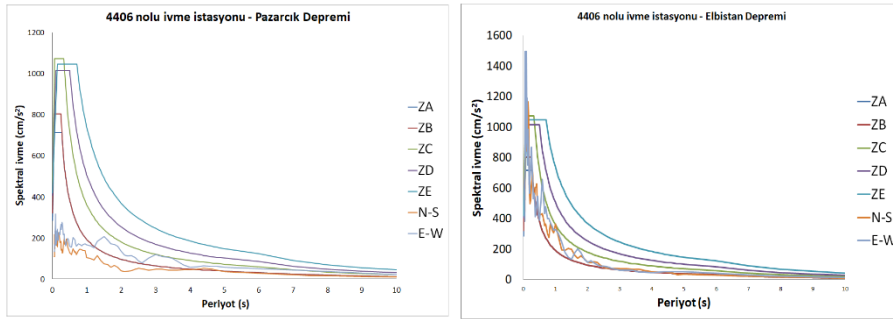
Figure 3: Moment resisting connections; a) Wet column- beam connection, b) Full post-tensioning connection, c) Top wet- bottom welded connection, d) Rebar sleeve- pinned connection (TBDY 2018)

3. KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinin merkez üsleri ve incelenen Organize Sanayi Bölgesi Şekil 4'te görülmektedir. Ayrıca incelenen bölgeye en yakın olan 4406 numaralı ivme istasyonunun yeri belirtilmiş ve bu istasyona ait kayıtların TBDY (2018) tasarım depremi ile karşılaştırılması Şekil 5'te verilmiştir. Spektrumlarından Elbistan depreminin incelenen bölgede daha etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 4: Kahramanmaraş depremleri ve incelenen bölge (görsel Google haritadan uyarlanmıştır)
Figure 4: Kahramanmaraş earthquakes and investigated area (adapted from Google Map)



Şekil 5: Pazarcık ve Elbistan depremleri
Figure 5: Pazarcık and Elbistan earthquakes

4. BETONARME PREFABRİK ENDÜSTRİ YAPILARINDA MEYDANA GELEN HASARLAR

Bu çalışma kapsamında 6 Şubat 2023 Depremleri sonrasında Malatya ili Organize Sanayi Bölgesinde (OSB) hasar alan çok katlı betonarme prefabrik endüstri yapıları incelenmiştir (Şekil 6). Yapılan incelemelerde kolon gusesi ve makas kirişi uç bölgelerinde gevrek hasarların olduğu görülmüştür (Şekil 7).



Şekil 6: Deprem hasarı almış 3 katlı betonarme prefabrik yapı
Figure 6: 3-storey reinforced concrete prefabricated building damaged by earthquake



Şekil 7: Kolon kiriş birleşim bölgesi hasarları
Figure 7: Column beam connection damages

Ayrıca, Şekil 6'da incelenen prefabrik endüstri yapısının kolon kiriş birleşim bölgeleri pimli bağlantı olarak tasarlanmıştır. Pim yuvalarının bağlantı uçlarının somun ile uygun şekilde kapatılmamasından dolayı makas kirişlerinde düzlem dışı devrilme gözlemlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8: Düzlem dışı devrilmiş makas kirişi
Figure 8: Out-of-plane damage of precast beam

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’de aynı gün içerisinde ve yaklaşık 90 km mesafe ile iki yıkıcı deprem (M_w 7.6 ve M_w 7.7) meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda birçok yapı ağır hasar almış veya tamamen göçmüştür. Malatya ilinde bulunan 4406 numaralı ivme istasyonunda oluşan kayıtlar incelendiğinde Elbistan depreminin Malatya üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, meydana gelen Pazarcık ve Elbistan depremlerinden sonra Malatya ilinde iki betonarme prefabrik endüstri yapısında oluşan deprem hasarları incelenmiştir. TBDY (2018)’de betonarme prefabrik elemanlar için farklı bağlantı tipleri olsa da uygulamada genellikle uygulama kolaylığı ve hızı nedeniyle moment aktarmayan pimli bağlantılar tercih edildiği görülmektedir. Fakat deprem hasarları incelendiğinde bu bağlantı tipine sahip yapılarda ciddi gevrek hasarların (makas kirişi devrilmesi, birleşim bölgesinde kesme hasarları) olduğu görülmektedir. Güvenli ve ekonomik yapı tasarımı için prefabrik yapılarda sünek davranışın sağlanması gerekmektedir. Yapılacak olan gelecek çalışmalarda hem sünek davranış sağlayan hem de uygulaması kolay ve hızlı yeni birleşim tiplerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

AFAD, 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (M_w : 7.7 – M_w : 7.6) Depremleri Raporu, AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Deprem Dairesi Başkanlığı, 02 Haziran 2023, Erişim adresi: <https://deprem.afad.gov.tr/content/143>.

Akgül M., Etili S., 2023. 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık, Elbistan) Depremleri Sonrası Betonarme Binalarda Gözlenen Hasar Durumları. In International Conference on Scientific and Innovative Studies (ICSIS 2023 April 18-20, 2023 Konya- Türkiye), Vol. 1, No. 1, 309-318, Erişim adresi: <https://as-proceeding.com/index.php/icsis>.

Ding C., Bai Y., Yang K., Zhang J., 2021. Cyclic behaviour of prefabricated connections for steel beam to concrete filled steel tube column, *J. Constr. Steel Res.*, doi: 10.1016/j.jcsr.2020.106422.

Englekirk R.E., 1996. An innovative design solution for precast prestressed concrete buildings in high seismic zones, *PCI Journal*, 41(4), 44-53, doi: 10.15554/pcij.07011996.44.53.

Guo W., Zhai Z., Cui Y., Yu Z., Wu X., 2019a. Seismic performance assessment of low-rise precast wall panel structure with bolt connections, *Eng. Struct.*, 181, 562-578, doi: 10.1016/j.engstruct.2018.12.060.

Guo W., Zhai Z., Yu Z., Chen F., Gong Y., Tan T., 2019b. Experimental and Numerical Analysis of the Bolt Connections in a Low-Rise Precast Wall Panel Structure System, *Adv. Civ. Eng.*, 2019, doi: 10.1155/2019/7594132.

Kocaman İ., 2023. The effect of the Kahramanmaraş earthquakes (M_w 7.7 and M_w 7.6) on historical masonry mosques and minarets. *Engineering Failure Analysis*, 149, 107225, 10.1016/j.engfailanal.2023.107225

Korkmaz H.H., Tankut T., 2005. Performance of a precast concrete beam-to-beam connection subject to reversed cyclic loading, *Eng. Struct.*, 27(9), 1392-1407, doi: 10.1016/j.engstruct.2005.04.004.

Lacerda M.M.S., da Silva T.J., Alva G.M.S., de Lima M.C.V., 2018. Influence of the vertical grouting in the interface between corbel and beam in beam-to-column connections of precast concrete structures – An experimental analysis, *Eng. Struct.*, 172, 201-213, doi: 10.1016/j.engstruct.2018.05.113.

Ochs J.E., Ehsani M.R., 1993. Moment Resistant Connections in Precast Concrete Frames for Seismic Regions, *PCI J.*, 1993, 64-75, doi: 10.15554/pcij.09011993.64.75.

Özden Ş., Atalay H.M., Akpınar E., Doyranlı B., İmren Ö., 2012. Betonarme Prefabrik Yapıların 23 Ekim 2011 Van Depreminde Gözlenen Performansı. *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, 103, 11-9.

Park R., 2002. Seismic design and construction of precast concrete buildings in New Zealand, *PCI J.*, 47(5), 60-75, doi: 10.15554/pcij.09012002.60.75.

Qi Y., Teng J., Shan Q., Ding J., Li Z., Huang C., Xing H., Yi W., 2021. Seismic performance of a novel prefabricated beam-to-column steel joint considering buckling behaviour of dampers, *Engineering Structures*, 229, 111591, doi: 10.1016/j.engstruct.2020.111591.

Sagbas G., Garjan R.S., Sarikaya K., Deniz D., 2023. Field reconnaissance on seismic performance and functionality of Turkish industrial facilities affected by the 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1-28, doi: 10.1007/s10518-023-01741-8

Tanaka Y., Murakoshi J., 2011. Reexamination of dowel behavior of steel bars embedded in concrete, *ACI Struct. J.*, 108(6), 659-668, doi: 10.14359/51683364.

TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018.

Vidjeapriya R., Jaya K.P., 2013. Experimental Study on two Simple Mechanical Precast Beam-Column Connections under Reverse Cyclic Loading, *J. Perform. Constr. Facil.*, 27(4), 402-414, doi: 10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000324.

ARAŞTIRMA VERİSİ (*Research Data*)

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerine ait kayıtlar Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) sitesinden alınmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (*Conflict of Interest / Relationship*)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (*Author Contributions*)

- Çalışmanın tasarlanması (*Designing of the study*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Literatür araştırması (*Literature research*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (*Fieldwork, collection/compilation of data*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (*Processing/analysis of data*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (*Preparation of figures/tables/software*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Bulguların yorumlanması (*Interpretation of findings*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (*Writing, editing and checking of manuscript*): M.A., O.İ., Ö.F.T., A.Ö., E.S.