



6 ŞUBAT 2023 TARİHLİ KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASINDA BETONARME YAPILARIN İNCELENMESİ: MALATYA İLİ SAHA ÇALIŞMASI

Enes EKİNCİ^{1*}

¹İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 44280, Malatya, Türkiye

Özet: Bir deprem ülkesi olan Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde Doğu Anadolu Fay Hattı'nda meydana gelen iki büyük deprem sonrasında 50,000'i aşkın insanımız hayatını kaybetmiş ve insanlar birçok sosyo-ekonomik problemler ile karşı karşıya kalmıştır. Kahramanmaraş'a bağlı Pazarcık ve Elbistan'da Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüklerde meydana gelen iki büyük deprem ülkemiz yüzölçümünün yaklaşık %14'üne, nüfusunun ise yaklaşık %16,4'üne tekabül edecek şekilde 11 ilimizi doğrudan etkilemiştir. 2022 yılı verilerine göre, depremden etkilenen bu illerde konut sayısı yaklaşık 5,6 milyon civarında olup, yarım milyondan fazla binanın ise hasar gördüğü belirlenmiştir. Meydana gelen bu depremler bu denli yüksek bir etki alanına sahip olması nedeniyle asrın felaketi olarak nitelendirilmiştir. Bu çalışmada, depremlerin en çok etkilediği illerden birisi olan Malatya'da gerçekleştirilen saha araştırmasından elde edilen bulguların sunulması amaçlanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda; yıkılan, hasar alan veya hasar alması olası görülen yapılarda gözlenen en temel sorunlar; zemin taşıma gücü düşük olan bölgelerde gerçekleştirilen inşaa faaliyetleri, işçilik hataları, hatalı yapı tasarımları, bina yaşı, bitişik nizam imar planı (özellikle kat seviyelerinin farklı olması) ve oldukça düşük beton kalitesi olarak sıralanabilir.

Anahtar kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, Deprem hasarları, Beton kalitesi, Pas payı


Examination of Reinforced Concrete Structures after the Kahramanmaraş Earthquakes of February 6, 2023: Field Study in Malatya Province

Abstract: In Türkiye, which is an earthquake country, after two major earthquakes occurred 9 hours apart on the Eastern Anatolian Fault Line on February 6, 2023, more than 50,000 people lost their lives and people have faced with many socio-economic problems. Two major earthquakes with magnitudes of Mw 7.7 and Mw 7.6, which occurred in Pazarcık and Elbistan in Kahramanmaraş, directly affected 11 cities, corresponding to approximately 14% of our country's surface area and approximately 16.4% of the total population. According to 2022 data, the number of residences in these cities affected by the earthquake is approximately 5.6 million, and it was determined that more than half a million buildings were damaged. These earthquakes have been described as the catastrophe of the century because they have such a high impact area. In this study, it was aimed to present the findings obtained from the field research carried out in Malatya, one of the provinces most affected by earthquakes. As a result of the investigations; the most basic problems observed in buildings that are destroyed, damaged or likely to be damaged are; construction activities carried out in areas with low soil bearing capacity, workmanship errors, faulty building designs, building age, adjacent zoning plan (especially different floor levels) and very low concrete quality

Keywords: Kahramanmaraş earthquakes, Earthquake damages, Concrete quality, Rust share

*Sorumlu yazar (Corresponding author): İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 44280, Malatya, Türkiye

E mail: enes.ekinci@inonu.edu.tr (Enes EKİNCİ)

Enes EKİNCİ  <https://orcid.org/0000-0001-7669-887X>

Gönderi: 03 Ocak 2024

Kabul: 21 Şubat 2024

Yayınlanma: 15 Mart 2024

Received: January 03, 2024

Accepted: February 21, 2024

Published: March 15, 2024

Cite as: Ekinci E. 2024. Examination of reinforced concrete structures after the Kahramanmaraş earthquakes of February 6, 2023: field study in Malatya province. BSJ Eng Sci, 7(2): 298-306.

1. Giriş

Türkiye'de 1900-2023 yılları arasında can kaybına veya hasara neden olan 269 deprem meydana gelmiştir. Yaşanan bu depremlerde can kaybı ve ağır hasar bakımından en büyük depremler sırasıyla 2023 Kahramanmaraş, 1939 Erzincan ve 1999 Gölcük merkezli Marmara depremleridir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Türkiye deprem haritası Şekil 1'de verilmiştir. Dünya üzerinde en aktif deprem bölgelerinden birinde yer alan Türkiye'de bulunan fay hatları çok şiddetli depremleri tetikleme potansiyeline

sahiptir. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde meydana gelen Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüklerindeki depremler ülkemiz yüzölçümünün yaklaşık 110.000 km²'lik bir alanını doğrudan etkilemiştir (Mertol ve ark., 2023). Meydana gelen bu depremlerin yanı sıra, deprem afetinin ülkemiz için gelecekte de en önemli tehlikelerin başında geleceği gerçeği, depremden etkilenen yapılarda gözlenen hasar ve kusurların bilimsel yöntemlerle açıklanıp, gerekli önlemlerin alınması amacıyla yeni adımlar atılmasını gerektirmektedir.



Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri sonrasında Malatya ilinde gerçekleştirilen detaylı gözlemsel analizlerin bulgularını sunmaktadır. Çalışma neticesinde elde edilen veriler, betonarme yapıların deprem performansının beklenen düzeyde olmasının ancak yüksek kalitede malzeme kullanımı, doğru bir yapısal tasarım süreci ve nitelikli işçilik faaliyetleri ile sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sonrasında Malatya ilinde meydana gelen hasar ve yıkımların incelenmesi, olası hasar nedenlerinin tartışılması ve bundan sonra dikkat edilmesi gereken hususların belirtilmesini kapsamaktadır. Bu bölümde, hasar alan ve/veya yıkılan yapılarda gözlenen hasar nedenleri sıralanmıştır.

2.1. Malzeme Özellikleri

2.2.1. Beton bileşenleri

Deprem sonrasında yıkılan ve ağır hasar alan yapılarda yapılan incelemeler sonucunda beton kalitesinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Kompozit bir yapı malzemesi olan betonun, ekonomik ömrü boyunca yıpratıcı dış etkenlere karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Yapım yılı eski olan binalarda (2001 yılı öncesi) oldukça düşük beton basınç dayanımı değerleri elde edilmektedir. Çimento dozajının düşük olması, maksimum agrega tane çapının çok yüksek olması, daha iyi bir kalite-kontrol sistemine sahip olan hazır beton endüstrisinin kullanılmaması, su/çimento oranının yüksek tutulması gibi nedenlerden dolayı birçok hasar ve yıkımın gerçekleştiği belirlenmiştir. Beton basınç dayanımının yapıların deprem performansı üzerindeki önemli etkileri uzun süredir bilinmekte olup deprem bölgesinde inşa edilecek yapılarda kullanılması gereken minimum basınç dayanımı değerlerine farklı tarihlerde yayımlanan yönetmeliklerde yer verilmiştir. Tablo 1’de görüleceği gibi, farklı tarihlerde yürürlüğe giren yönetmeliklere (ABYYHY, 1975; ABYYHY,1998; DBYBHY, 2007; TBDY, 2018) göre:

Tablo 1. Farklı tarihlerdeki yönetmeliklerde yer alan beton basınç dayanımı sınır değerleri

Yönetmelik	Basınç Dayanımı, (MPa)	değerlerinden küçük olmamalıdır.
ABYYHY-1975,	18	
ABYYHY-1998	20	
DBYBHY-2007	20	
TBDY-2018,	25	

2000’li yılların başında Türkiye’de İstanbul, Ankara, İzmir başta olmak üzere birçok ilde elle beton dökümünün yasaklanmasını takiben, 2002 yılında yayımlanan Hazır Beton Standardı (TS EN 206-1, 2002) ve 2004 yılında ise hazır beton kullanımını zorunlu hale getiren genelge gibi girişimler bu tarih aralığının ülkemizdeki yapı stoğunun kalitesi açısından çok önemli

bir yere sahip olmasına neden olmaktadır. Modern bilimsel yöntemleri kullanması ve üniform bir üretim sağlaması açısından geleneksel yerindedöküm betonlardan oldukça avantajlı görülen hazır beton sisteminin kullanılmadığı yapılarda meydana gelen hasarların en önemli sebebinin beton kalitesinin düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Yapım yılı nispeten daha yeni olan yapılarda gözlenen en belirgin kusurların ise, beton dökümünde gözlenen segregasyon oluşumu ve betona uygulanan yetersiz kür işlemi olduğu belirlenmiştir. Şekil 3 (a)’da bir bina enkazında incelenen bir beton numunesi, Şekil 3 (b)’de ise ağır hasar alan bir binanın kolon örneği verilmiştir. Şekil 3 (b)’de görüleceği üzere, maksimum agrega tane çapının sınır değerlerin çok üzerinde olmasının beton ve donatı arasındaki aderansı olumsuz etkilediği belirlenmiştir.



Şekil 3. Yapı enkazından alınan ve maksimum agrega tane çapı yüksek olan beton örneği (a), Ağır hasar alan bir yapıda maksimum agrega tane çapının aderansı üzerindeki olumsuz etkisi (b).

Her ne kadar beton basınç dayanımına ait sınır değerler farklı tarihlerde yayımlanan yönetmeliklerde arttırılmış olsa da beton döküm işleminin uygun sıcaklıkta yapılması ve kür işleminin özenli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Örneğin, Şekil 4’te görüleceği üzere, incelenen natamam bir yapıda 27 Ocak 2023 tarihinde (meteorolojik verilere göre 3 gün süreyle hava sıcaklığının 5 °C’nin altında olduğu döneme denk gelmektedir) beton dökümü yapıldığı belirlenmiştir. TS 1248 standardına göre, günlük ortalama hava sıcaklığının ardı ardına 3 gün süreyle 5 °C’nin altında olduğu hava durumuna soğuk hava adı verilmektedir (TS 1248, 2012). Soğuk havada beton dökümünün taze ve sertleşmiş beton özelliklerine olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla priz hızlandırıcı, antifriz ve hava sürükleyici katkı maddelerinin kullanılması gibi birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir.



Şekil 4. Soğuk havada beton dökülen ve kalıp söküm işlemi yapılmayan betonarme elemanlar

2.2.2. Segregasyon

Görülen en yaygın problemler arasında, betonun geçirimsizliğini önemli ölçüde etkileyen segregasyon oluşumları yer almaktadır. Yapılan gözlemsel incelemeler, özellikle, dar ve derin kalıplara beton dökümünün özensiz bir şekilde gerçekleştirildiğini, taze betonda serbest düşmeye maruz bırakılmak suretiyle ayrışmalar oluştuğu gözlenmiştir. Betonun geçirimsizliğini oldukça olumsuz etkileyen segregasyon oluşumun göz ardı edildiği yapıım yılı yeni olan binalarda, ayrışmaya bağlı olarak kabuk atma şeklinde hasar oluşumlarının meydana geldiği tespit edilmiştir. Şekil 5, yapıım yılı yeni olan yapılarda meydana gelen segregasyon oluşumunu göstermektedir.



Şekil 5. Yapılarda gözlenen segregasyon oluşumları

2.2.3. Pas payı mesafesi

Gözlemlenen tüm yapılardan gözlenen en önemli kusurlardan birisi de pas payı tabakasının yeterli olmamasıdır. Taşıyıcı elemanda kullanılan en dış donatının dış yüzeyinden en dış beton lifine kadar olan mesafe olarak adlandırılan pas payı (net beton örtüsü) kalınlığı gerek donatı korozyonunun engellenmesi gerekse beton ve donatının kenetlenmesinin üst düzeyde sağlanabilmesi amacıyla çok büyük bir öneme sahiptir. Bu asli görevlerin yanı sıra, donatıları olası yüksek sıcaklık etkilerinden korumak ve betonun ufalanmasını engellemek amacıyla kullanılan pas payı mesafesinin yönetmelikte belirtilen sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Pas payı mesafesinin yetersiz olması halinde yukarıda belirtilen sıkıntıların olması muhtemel iken, pas payı mesafesinin gereğinden fazla olarak kullanılmasının da çekirdek betonun boyutlarını azaltacağı ve taşıyıcı elemanların projelendirme aşamasında dikkate alınan tasarım değerlerini sağlayamayacağına altı çizilmelidir (Doğangün A, 2021). Şekil 6. pas payı kalınlığının yetersiz olduğu taşıyıcı sistem elemanlarını göstermektedir. Tasarım aşaması doğru bir şekilde yapılmış ve özenli bir işçilik ile üretilmiş betonarme elemanlarda, beton, çelik donatıları korozyondan koruyarak uzun bir performans sağlamaktadır. Çelik donatıların korozyondan korunması kimyasal açıdan betonun yüksek alkali özelliği sayesinde gerçekleşirken, fiziksel koruma ise pas payı tabakası oluşturmak suretiyle sağlanmaktadır. Yetersiz pas payı tabakası kullanılması halinde, çelik donatılar oldukça kısa bir sürede korozyona uğramaktadır. Bu durum, çelik donatılarda kesit kaybına, çelik donatıların taşıyıcı gününü kaybetmelerine, beton ve çelik arasındaki aderans kabiliyetinin olumsuz etkilenmesine ve deprem kuvvetleri etkisiyle meydana gelecek kabuk atma oluşumlarına neden olmaktadır (Baradan ve ark., 2012). TS 500' de yer alan yeterli aderansın sağlanması ve donatının yıpratıcı çevresel etkilerden korunması amacıyla kullanılması gereken pas payı mesafeleri Tablo 2'de verilmiştir.

2.2.3. Donatı kusurları

6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sonrasında Malatya ilinde gözlenen yıkım ve hasarların tümünde donatı kalitesi ve işçiliğinde önemli eksiklikler gözlenmiştir. Donatı montaj işleminde en sıkıntılı görülen noktalar ise; etriye bağ açılarının 90° olması, etriye aralıklarının çok fazla olması ve özellikle eski yapılarda düz yüzeyli donatıların kullanılması şeklinde sıralanabilir. Şekil 7 (a), 6 Şubat depremlerinden sonra Malatya ili sınırları içerisinde yer alan natamam bir binaya ait donatı işçiliği verilmiştir. Bahse konu bu işçilikte, etriye kancalarının 90° olduğu gözlenmektedir. Bu durum, olası bir yük altında donatıların burkulmasının ve betonun parçalanmasının daha kolay olacağı şeklinde açıklanabilir. Kesit içerisine yerleştirilen boyuna ve enine donatıların kenetlenmesi, yük aktarımının sağlanabilmesi ve beton ile aderansın sağlanabilmesi için donatıların düzgün bir şekilde bağlanması gerekmektedir. Şekil 7 (f),

etriye ve boyuna donatıların bağlanma işleminin özensiz yapıldığı bir yapıda beton dökümü sonrasında etriyenin

yer değiştirdiği ve sıklaştırma bölgesinde boyuna donatının burkulma boyunun arttığı gözlenmiştir.



Şekil 6. Pas payı mesafesi yetersiz olan elemanlar

Tablo 2. Gerekli görülen pas payı mesafesi, (TS 500, 2015)

Yapı Elemanı	Net Beton Örtüsü, (c _c)
Zemin ile doğrudan ilişkili olan elemanlar	≥ 50 mm
Hava koşullarına açık kolon ve kirişlerde	≥ 25 mm
Yapı içinde, dış etkilere açık olmayan kolon ve kirişlerde	≥ 20 mm
Perde duvar ve döşemelerde	≥ 15 mm
Kabuk ve katlanmış plaklarda	≥ 15 mm



Şekil 7. Donatı işçiliklerinde gözlenen kusurlar

2.2. Taşıyıcı Elemanlara Zarar Veren Montaj İşlemleri

Taşıyıcı sistem elemanları üzerinde gerçekleştirilen montaj işlemlerinin binaların hasar alma durumları üzerinde oldukça etkilidir. Herhangi bir denetim altında olmadan, sadece farklı mekanik ve elektriksel işlemlerin gerçekleştirilmesi amacıyla uygulanan bu işlemler binanın dayanım ve rijitlik özelliklerine oldukça zarar vermektedir. Taşıyıcı sistem elemanlarında oluşturulan bu boşluklar, boşluk çevresinde gerilme yığılmasının

oluşmasına ve bu bölgede oluşabilecek hasar boyutunu arttırmaya yönelik etki yapmaktadırlar. Şekil 8 (e)'de görüleceği üzere 10 katlı betonarme bir binanın ilk katında bulunan perde beton içerisinde unutulmuş/önemsenmeyen bir kalıp tahta parçasının çevresinde diyagonal çatlak oluşumlarına sebep olduğu gözlenmiştir. Betonarme sistem içerisinde bir boşluk olarak etki eden bu kalıp parçası meydana gelen gerilme yığılmaları nedeniyle çatlak oluşumuna neden olmuştur.



Şekil 8. Taşıyıcı sisteme zarar veren işlemler

2.3. Yapısal Hatalar

2.3.1. Bitişik nizam

Şekil 9 (a)'da bitişik nizam yapıda meydana gelen göçme durumu verilmiştir. Bitişik nizam yapılarda mutlak suretle bulunması gereken deprem derzinin bulunmaması ve bitişik olarak inşa edilmiş bu iki yapının döşeme seviyelerinin farklı olması çekiçleme etkisini ortaya çıkarmıştır. Döşeme seviyesinden yapıya etki eden deprem yükleri, döşeme seviyelerinin farklı olması durumunda, düşey taşıyıcı elemanlara etki etmektedir. Bitişik nizam olarak inşa edilecek yapılar için, TBDY (2018) Madde 4.9.3.2'de, "Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir" şeklinde ifade yer almaktadır.

Gerçekleştirilen saha çalışmaları sonrasında, birçok bitişik nizam yapının derz mesafesine uygun olmadığı gözlenmiştir. Pala ve Şaşmaz, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, döşeme seviyeleri farklı olan bitişik nizam olarak inşa edilmiş iki yapının farklı döşeme kalınlıklarına bağlı olarak meydana getirdikleri çarpışma kuvvetleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, döşeme kalınlıklarına ve derz mesafelerine bağlı olarak, döşemelerden diğer yapının kolonlarına etki eden maksimum çarpışma kuvvetinin farklı kotlarda olacağını göstermiştir. Şekil 8(b)'de, bitişik nizam imar planına göre inşa edilmiş ve hasar almış bir yapı verilmiştir.



Şekil 9. Bitişik nizam hasarları.

2.3.2. Kısa kolon

Şekil 10'da kısa kolon etkisi nedeniyle ağır hasar almış bir kesit verilmiştir. Yapım yılı 2021 olan bu binada hasarın oldukça rijit yükleme alan kısa kolon oluşumundan dolayı meydana geldiği belirlenmiştir. Belirli bir boy için tasarlanan kolonlarda, boyu kısaltacak herhangi bir etmen (arazide kot farkı olması, asma kat uygulaması, merdiven sahanlıkları, bant pencere yapılması, kolon boyunca devam etmeyen dolgu duvarların yapılması) nedeniyle bu kısa serbest boya beklenenden daha yüksek bir kesme gerilmesi gelmesi ve kolonun ağır hasar alması mümkün olabilmektedir. Meral, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarlanan ve hiçbir düzensizliği bulunmayan 4 ve 7 katlı iki bina modellenmiştir. 3-B yapı modellerinin her iki asal doğrultusunda 12 adet gerçek deprem ivme kaydı dikkate alınarak toplam 96 adet analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 4 ve 7 katlı kısa kolonlu modellerin zemin katında bulunan kolonlarda sırasıyla %40 ve %60 oranlarında göçme hasarı gözlemlendiği bildirilmiştir (Meral E, 2019).



Şekil 10. Kısa kolon hasarı

2.3.2. Yetersiz perde elemanı

Şekil 11'de arazi kot farkından dolayı yarım bodrum şeklinde tasarlanmış (bina girişi toprak üstü bodrumdan yapılmakta) ve perde oranının yetersiz olduğu bir yapıya ait hasar alan perde beton verilmiştir. Etriye kancasının 90° olması dışında, donatı sıklaştırma işlemi, pas payı tabakası kalınlığı gibi detayların doğru bir şekilde gerçekleştirildiği bu yapıda, bodrum katta bulunan perde, deprem kuvveti etkisiyle mafsallaşmış ve yatay rijitliğini tamamen kaybetmiştir. Deprem kuvvetlerini bertaraf edebilmesi için mümkün olduğunca yapının en dış aksına yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yapının her iki deprem yönünde de $A_{perde}/A_{yapı} \geq 0.0015n$ ve $A_{perde}/A_{yapı} \geq 0.008$ koşulları, Malatya ilinde genel olarak, asansör boşluklarının etrafında perde imalatı yapılarak sağlanmaya çalışılmıştır. Bu durumun, yapıların deprem performansı üzerinde belirgin olumsuz etkilere yol açtığı gözlenmiştir. Öte yandan, genel bir kural olarak, yapı yüksekliğinin 1/6'sı kadarına tekabül eden kısmının yer seviyesinden aşağıda olması durumuna muhalefet eden bu yapıda taşıyıcı sistem ve zemin etkileşiminin tam olarak gerçekleşmemesi sonucu önemli bir hasar aldığı gözlenmiştir.



Şekil 11. Perde yetersizliğinden dolayı gözlenen hasar

2.3.3. Konsol durumu

Şekil 12'de yumuşak kat bulunan, bitişik nizam imar planına göre inşa edilmiş ve cephe boyunca konsolu bulunan ağır hasar alan bir yapı verilmiştir. Genel olarak, binalarda oturma alan kazanmak ve mimari kaygılar amacıyla yapılan konsol imalatından vazgeçmek gereklidir. Yapının rijitlik merkezi ile ağırlık merkezinin çakışmasını engelleyen, ağırlık merkezini konsola doğru kayması nedeniyle yapının deprem performansını olumsuz etkilemektedir. Diğer bir yandan, kapalı konsolların uç bölgesinde bulunan kolonları bağlayan kirişlerin mimari kaygılar nedeniyle konsol ucunda taşınması, yapının çerçeve davranışını bozmaktadır (6 Şubat 2023 Depremleri Sonrası Malatya Deprem Raporu ve Eylem Planı, 2023).



Şekil 12. Konsol durumu

3. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri sonrasında, Malatya'da meydana gelen hasar oluşumlarının detaylı gözlemsel analizini sunmaktadır. Çalışma neticesinde elde edilen bulgular aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- İncelenen yapılarda oluşan hasarların nedenlerinin, kullanılan malzeme kalitesi, yapı tasarımı ve işçilik adı altında üç farklı perspektifte incelenmesi gerektiği belirlenmiştir.
- Dayanımı düşük beton kullanımı, nervürsüz donatı kullanımı, etriye adımının fazla olması, etriye bağ açısının 135° olmaması, pas payı mesafesine dikkat edilmemesi ve beton yerleştirme ve sıkıştırma işlemlerine dikkat edilmemesi gibi işlemlerin, üretilen betonarme elemanların deprem performansı üzerinde olumsuz etkilere sahip olan başlıca etmenler olduğu gözlenmiştir. Yapıların uzun vadeli performansının sağlanabilmesinin temel şartının malzeme seçimi ve uygulamalarının doğru bir şekilde yapılmasına bağlı olduğunun altı çizilmiştir.
- Bir önceki maddede belirtilen hususların çoğunun doğru bir şekilde uygulandığı ve yapı denetim hizmeti almış yeni binalarda dahi, betona uygulanan kür işleminin yetersiz olması ve belirgin tasarım hataları sonucu hasar oluşumlarının daha kolay bir şekilde meydana geldiği belirlenmiştir.
- Malatya ili genelinde, yumuşak kat, bitişik nizam, bodrumu bulunmayan yüksek katlı bina sayısı, konsolların varlığı, perdelerin çoğunlukla asansör boşluğuna yapılması, asmolen döşeme kullanımı gibi faktörler ise binaların hasar alma durumları üzerinde dominant etki oluşturmuştur. TBDY 2018'de

düzensizlik adı altında yer alan birtakım durumlardan mümkün olduğunca kaçınılması, statik projeleri tamamlanan yeni yapım işlerinin alanında uzman kişilerce incelenmesi yoluyla bu tip hataların minimize edilmesi gerekmektedir.

- Yapılarda meydana gelen hasar oluşumlarının temelinde belirgin işçilik hataları olduğu gözlenmiştir. Yapım yılı yeni olan yapıların büyük çoğunluğunda, su basman üst kotu ile devam eden kolonun alt yüzeyinde donatı bükülmesine bağlı olarak kabuk atma oluşumları gözlenmiştir. Ayrıca, Malatya ili genelinde boğaz etriyesi kullanılan bir yapıya ise rastlanılmamıştır. Elde edilen gözlemler, yapı inşasında çalışacak kişilerin ciddi ve verimli bir eğitimden geçirilmesinin oldukça önemli ve faydalı olacağı kanısına varılmıştır.
- Hasar gören yapılarda ve henüz tamamlanmamış yapılarda gözlenen işçilik hatalarının yapıların deprem performansı üzerinde oldukça önemli olduğu gözlenmiştir. Her ne kadar yapı denetim faaliyetlerinin 2011 yılında ülke genelinde zorunlu hale getirilmiş olması daha iyi bir kontrol sistemini hayata geçirmiş olsa da yüklenicinin doğrudan denetim yapan şirketi seçemediği havuz sisteminin 2019 yılında hayata geçirilmesinin yeni yapılarda oluşacak olumsuz imalatları azaltma noktasında oldukça önemli bir yeri olduğu belirlenmiştir. Ancak, atılan bu olumlu adımlara rağmen, işçilik faaliyetlerinin tam anlamıyla denetlenmiş olduğu hiçbir yapı ile maalesef karşılaşmamıştır.
- Mevcut yönetmelik kriterlerini karşılamayan, hazır beton tekniğinden istifade etmemiş 2000 yılı öncesi yapıların deprem performanslarının belirlenmesi, teknik ve ekonomik bakımdan güçlendirilmesi uygun

olmayan yapılar için kentsel dönüşüm faaliyetlerinin hızlı bir şekilde uygulamaya konulması gerektiği belirlenmiştir.

Yaşanan depremler sonucunda meydana gelen hasarların oluşumunda birçok parametrenin varlığından bahsedilmelidir. Bina yaşı, malzeme özellikleri, kat sayısı, tasarım parametreleri, özensiz işçilik uygulamaları, yapısal düzensizlik durumları ve yapının oturduğu zemin karakteristikleri gibi ana faktörlerin yapıların deprem performansı üzerinde çok önemli bir yeri olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, inşa edilecek herhangi bir yapının proje işlemlerinden başlayıp, teslimine kadar geçen sürede atılacak her türlü imalatın bilimsel verilere ve ilgili yönetmeliklere sonuna kadar bağlı kalınarak gerçekleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarın katkı yüzdesi aşağıda verilmiştir. Yazar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	E.E.
K	100
T	100
Y	100
VTI	100
VAY	100
KT	100
YZ	100
KI	100
GR	100
PY	100
FA	100

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon, PY= proje yönetimi, FA= fon alımı.

Çatışma Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay Beyanı

Bu çalışmada hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik kurul onayı

alınmamıştır.

Kaynaklar

- Baradan B, Türkel S, Yazıcı H, Ün H, Yiğiter H, Felekoğlu B, Tosun K, Aydın S, Yardımcı MY, Topal A, Öztürk AU. 2012. Beton. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:334, İzmir, Türkiye, ss: 591.
- Doğangün, A. 2021. Betonarme yapıların hesap ve tasarımı - Türkiye bina deprem yönetmeliği 'ne (TBDY2018) uygun. Birsan Yayınevi, İstanbul, Türkiye, 17. Baskı, ss: 52-53.
- Meral E. 2019. Betonarme binalarda kısa kolon etkilerinin araştırılması. Int J Eng Res Dev, 11(2): 515-527.
- Mertol HC, Tunç G, Akış T, Kantekin Y, Aydın İC. 2023. Investigation of RC buildings after 6 February 2023, Kahramanmaraş, Türkiye earthquakes. Buildings, 13 (7):1789.
- Pala M, Şaşmaz Z. 2019. Kat seviyeleri farklı bitişik nizam yapılarda kat kütlelerinin çarpışma kuvvetine etkisi. Adıyaman Üniv Müh Bil Der, 6(10): 47-63.
- T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. 1975. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (ABYYHY-1975). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/15260.pdf> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).
- T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. 1998. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (ABYYHY-1998). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/03/20060306-3.htm> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).
- T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. 2007. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik (DBYBHY-2007). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. 2023. URL: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318-M1-2.htm> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).
- TS 1248. 2012. Betonun hazırlanması, dökümü ve bakım kuralları - Anormal hava şartlarında. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS 500. 2015. Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 206-1. 2002. Beton- Bölüm 1: Özellik, performans, imalat, uygunluk. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). 2021. URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bina-ve-Konut-Nitelikleri-Ara%C5%9Ft%C4%B1rmas%C4%B1-2021-45870&dil=1> (erişim tarihi: 12 Aralık 2023).