

Betonarme Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi: Binanız Depreme Ne Kadar Dayanıkları?

Ahmet Ferdi Şenol^{1*}

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü /Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

*(ahmetferdi.senol@bilecik.edu.tr)

Özet – Türkiye'deki konut stoğu çoğunlukla betonarme binalardan oluşmaktadır. Son yıllarda gerçekleşen büyük depremlerde, depremin merkez üssüne yakın olan yerlerdeki yetersiz performansa sahip betonarme binaların bir kısmı, çökerek veya ağır hasar alarak can ve mal kaybına neden olmuştur. Mevcut betonarme binaların deprem anında nasıl performans göstereceği bina malikleri tarafından merak edilen bir konudur. Özellikle hazır beton kullanımı ve yapı denetim uygulamasının zorunlu olmadığı 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş betonarme binalar ile 2000 yılı ve sonrasında inşa edilmiş ancak yapı denetimlerinin doğru bir şekilde uygulanmadığı betonarme binaların, gelecekte meydana gelebilecek büyük depremler karşısındaki performansının bilinmesi önem arz etmektedir. Betonarme binaların deprem performansının belirlenmesi işlemi; bir binanın deprem kuvvetleri karşısındaki dayanımını ve yapılacak güçlendirme işlemi sonrasındaki deprem davranışının nasıl olabileceğini gösteren, akademik veya konusunda uzman inşaat mühendisleri tarafından yapılabilen kapsamlı bir çalışmadır. Mevcut betonarme binaların deprem performansının belirlenmesiyle, bina hakkında güçlendirme veya yıkım tavsiyesi verilebilmektedir. Son olarak 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde meydana gelen ve 11 ili etkileyerek 50 binden fazla can kaybına ve yaklaşık 250 bin betonarme binanın yıkımına veya ağır hasar almasına neden olan depremler, binaların deprem performanslarının önceden değerlendirilmesinin önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu çalışmada, mevcut betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'nde belirtilen kriterlere göre yapılması gereken uygulamalar ile 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkındaki Kanun” kapsamına göre yapılacak riskli yapı tespiti arasındaki farkların neler olduğu kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Deprem, Deprem Performansı, Riskli Yapı, Betonarme, Karot Alımı

I. GİRİŞ

Türkiye'nin kentsel nüfusunun giderek artması, şehir merkezlerindeki mevcut binaların %95'inin yüksek katlı betonarme binalardan oluşmasına neden olmuştur. Artan nüfus ve konut talebiyle birlikte, özellikle 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş bazı betonarme binalardaki denetimsizlik, yetersiz ve kalitesiz işçilik, elle beton dökümü ve standart olmayan dayanıksız malzemelerin kullanılması betonarme binaların deprem kuvvetleri karşısındaki performanslarını olumsuz etkilemektedir [1]. Bu şekilde inşa edilmiş yapılar, kendi ağırlığı altında veya deprem kuvvetleri etkisinde çökerek can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Özellikle, hazır

beton ve nervürlü donatının kullanılmadığı ve yapı denetim uygulamasının zorunlu olmadığı 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş betonarme binalar ile 2000 yılı ve sonrasında inşa edilmiş ancak yapı denetim uygulamasının doğru bir şekilde uygulanmadığı binaların gelecekte meydana gelebilecek depremler karşısındaki performansının nasıl olacağı, bina malikleri tarafından merak edilen bir konudur.

Türkiye'de geçmiş yıllarda, bazı binaların kendi ağırlığı altında çökmesi (Zümrüt Apartmanı, Konya, 2004) ve meydana gelen can kayıpları, ülke genelindeki mevcut binaların yapısal güvenliğinin yeniden incelenmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır [2]. 1975-2023 yılları arasında inşa edilen

betonarme yapıların, deprem etkilerine karşı dayanıklılığının değerlendirilebilmesi için öncelikle inşa edildikleri yıllardaki teknik kriter ve denetim şartlarının bilinmesi gerekmektedir. Mevcut binaların inşalarında uygulanan denetim ve standartlar, geçmiş yıllarda yeterli olsa da günümüz standartlarında üretilen betonarme binaların dayanım kapasitelerinin çok altındadır. Türkiye’de son 50 yılda inşa edilen betonarme yapılar, 1975 yılından günümüze kadar geçen zamanda, aşağıda belirtilen teknik kriter ve standartlara tabi tutulmuşlardır [3]. Buna göre;

I. 1975 yılında yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’te [4]; birinci ve ikinci deprem bölgelerinde C18’den daha düşük dayanımda beton kullanılmayacağı ve kolon ve kiriş sarılma bölgelerindeki etriye kancalarının 135° açı ile bükülmesi gerektiği bildirilmiştir.

II. 1998 yılında yayımlanan Deprem Yönetmeliği’nde [5]; birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, C20 veya daha yüksek dayanımlı beton kullanılmasının zorunlu olduğu, dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutunun 25 cm’den daha az olmayacağı ve sarılma bölgelerinde Ø8’den küçük çaplı enine donatının kullanılmayacağı bildirilmiştir.

III. 2000 yılında, yayımlanan TS 500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları [6] standardında; betonarme yapılardaki etriye ve çiroz donatısı ile döşeme donatısı dışında, nervürlü donatı çeliğinin kullanılmayacağı bildirilirken, 2004 yılı Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 248 sayılı genelgesi ile elle beton dökümü yasaklanarak hazır beton kullanımı zorunlu hale gelmiştir.

V. 2007 yılı Deprem Yönetmeliği [7] ile deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20’den daha düşük dayanımlı beton kullanılmayacağı bildirilirken 2011 yılında, tüm illerde Yapı Denetim Uygulamasının zorunlu hale geldiği ve 2018’de yayımlanan Deprem Yönetmeliği [8] ile; tüm yapılarda en az C25 beton sınıfının kullanılmasının zorunlu olduğu, kolonlarda minimum en kesit boyutlarının artırılarak dikdörtgen kesitler için 25 cm’den 30 cm’ye çıkartıldığı bildirilmiştir.

Deprem performansı; deprem etkisi altında bir yapıda oluşabilecek hasarların düzeyi ve dağılımına göre tespit edilebilen yapı güvenliği durumu olarak tanımlanabilmektedir [9]. Mevcut veya güçlendirilebilecek tüm binaların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde

uygulanacak hesap yöntemleri ile yapılacak güçlendirme uygulamalarında esas alınacak ilke ve tasarım kuralları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY)’nde [8] tanımlanmıştır.

Mevcut betonarme binalar üzerinde yapılacak deprem performansının belirlenmesi işlemleri sonrasında oluşturulan teknik raporlarda, bina hakkındaki performans düzeyleri tanımlanabilmektedir. Rapor sonucunda; binanın taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın meydana gelip gelmediği, hasarın ihmal edilebilir ölçüde kalıp kalmadığı, güçlendirme yapılmasına gerek olup olmadığı veya bina yıkımının gerçekleştirilmesinin uygun olacağı şeklinde değerlendirmeler yapılmaktadır.

Mevcut binaların “*Deprem Performansının Belirlenmesi İşlemi*” ile “*Riskli Yapı Tespit İşlemi*” birbirine karıştırılmamalıdır. *Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi İşlemi*; bina malikleri veya kamu yapılarındaki idarenin talebi üzerine gerçekleştirilen teknik bir rapor çalışması olup, firma veya kurumlar tarafından hazırlanan rapor sonucu, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na bildirilmemektedir.

6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”da [10] riskli yapı tanımı yapılmıştır. İlgili Kanun’da yapılan tanıma göre; riskli bölge içinde veya dışında olup ekonomik ömrünü tamamlamış olan veya göçme ya da ağır hasara uğrama riski taşıdığı teknik verilere göre tespit edilen yapıya riskli yapı denilmektedir. *Riskli Yapıların Tespiti*; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca hazırlanacak yönetmelikte belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde masrafları kendilerine ait olmak üzere, öncelikle yapı malikleri tarafından, Bakanlıkça lisanslandırılan kurum ve kuruluşlara yaptırılmakta ve sonuç Bakanlığa veya İdareye bildirilmektedir. Bakanlık tarafından verilecek süre ile riskli yapıların tespiti maliklerden istenebilmekte ve verilen süre içinde yaptırılmadığı takdirde, yapılacak tespitler Bakanlıkça veya idarece yaptırılmaktadır. Yapılan işlemler sonunda, riskli olduğu tespit edilen binalar, tespiti yapan kurum ve kuruluşlar tarafından Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerine veya yetki dahilinde İdareye bildirilerek, onaylanan tespitlere ilişkin şerh bildirimini ilgili tapu müdürlüğüne iletilmektedir. Tapu kütüğüne riskli olarak kaydedilen taşınmazların maliklerine; 60 günden az olmayacak

şekilde süre verilerek riskli yapıların yıktırılması istenilmektedir [11].

Gelecekte olması muhtemel bir deprem durumunda, mevcut betonarme binalarda ortaya çıkabilecek hasarların öngörülebilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde meydana gelen ve 11 ili etkileyerek 50 binden fazla insanın can kaybına ve yaklaşık 250 bin betonarme binanın yıkımına veya ağır hasar almasına neden olan depremler, binaların deprem performanslarının önceden değerlendirilmesinin önemini bir kez daha göstermiştir. Şenol [3] tarafından, 20-23 Şubat 2023 tarihinde, Hatay ili Antakya ve İskenderun ilçelerindeki bazı betonarme binalar üzerinde yapılan hasar tespit çalışmalarında; 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depremlerinden kaynaklı hasarların, çoğunlukla yapısal düzensizliklerden, yapı malzemelerinin yetersiz niteliklerinden, kalitesiz işçilikten ve Deprem Yönetmeliklerine uygun olmayan uygulamalardan kaynaklandığı bildirilmiştir.

Bu çalışmada, mevcut betonarme binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e [8] göre deprem performansının nasıl belirlendiği, hangi uygulamaların ve aşamaların yapılması gerektiği kapsamlı olarak değerlendirilmiştir.

II. BETONARME BİNALARDA DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ İÇİN YAPILACAK UYGULAMALAR

Mevcut bir betonarme binanın depreme karşı dayanıklı olup olmadığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY 2018) belirtilen esaslara göre aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

A. Bina Bilgilerinin Elde Edilmesi

Deprem performansı belirlenecek binaların; öncelikle yapısal sistemi belirlenmelidir. Daha sonra;

- Bina geometrisinin belirlenmesi,
- Temel sisteminin incelenmesi,
- Zemin özelliklerinin (sondaj kuyularının açılması, örselenmiş ve örselenmemiş zemin/kaya örneklerinin alınması, zemin sınıfının ve taşıma dayanımının belirlenmesi) incelenmesi,
- Binadaki mevcut hasarların daha önce yapılmış olan değişiklik veya onarımların belirlenmesi,
- Taşıyıcı eleman boyutlarının ölçülmesi,
- Malzeme (beton ve donatı) özelliklerinin saptanması ve sahada yapılan tüm bu bilgilerin

binanın projesine uygunluğunun kontrolü yapılmalıdır [8].

Bina bilgilerinin elde edilmesi işlemleri, inşaat mühendislerinin sorumluluğunda, binanın varsa projeleri incelenerek ve binada yapılacak gözlem ve ölçümler ile yapılmalıdır. Mevcut binanın yeri, konumu, kat adedi, kat yükseklikleri, toplam yapı yüksekliği, bina taban alanının ölçüleri, her bir katın yüzölçümleri (m^2) ve binada dilatasyon olup olmadığı yerinde kontrol edilerek kayıt altına alınmalıdır.

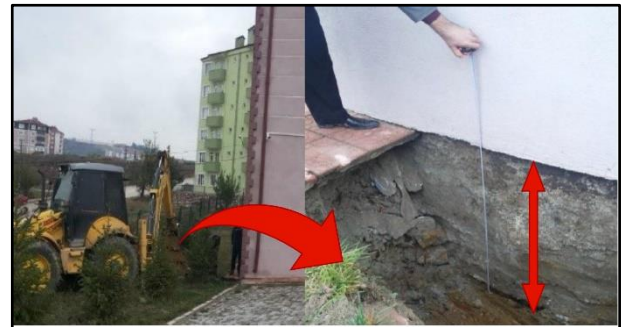
B. Bina Bilgi Düzeylerinin Tanımlanması

Betonarme binalardan elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyleri; sınırlı ve kapsamlı şeklinde tanımlanarak, sınırlı için; 0.75 kapsamlı için: 1.0 değerlerinde bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Elde edilen bu bilgi düzeyleri, taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

C. Bina Geometrisinin ve Rölevelerin Hazırlanması

Bu aşamada; binanın taşıyıcı sistem plan rölevesi (statik röleve) elde edilecektir. Binanın varsa mevcut statik ve mimari projeleri röleve çalışmalarında kullanılabilir. Yerinde yapılacak gözlemler ile projedeki ölçümler kontrol edilmelidir. Elde edilecek veriler, her kattaki yapı elemanlarını, duvarlarını, yerlerini, imal edildiği yapı malzemesini, açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içerecek şekilde olmalı ve tüm bu bilgiler ile binanın analiz modeli oluşturulabilmelidir.

Temel sistemi, bina içinde veya dışında iş makineleri ile açılacak yeterli sayıdaki inceleme çukurlarıyla belirlenmelidir (Şekil 1). Binadaki kısa kolon ve benzeri düzensizlikler, kat planına ve kesitlere işlenmeli, binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrı, bitişik, derzli vb.) tespit edilmelidir.



Şekil 1. Temel inceleme çukuru açılarak, temel tipi ve boyutlarının belirlenmesi [12].

D. Taşıyıcı Yapı Elemanlarının Detaylarının Belirlenmesi

Bu aşamada; betonarme yapı elemanlarındaki (kolon, kiriş) donatı miktarlarının, aralıkların ve detayların, binanın yapıldığı yılda uygulanan deprem yönetmeliklerinde belirtilen minimum donatı koşullarını sağladığı kabul edilebilir. Bu kabulün kontrolü veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi amacıyla, her kattan en az birer adet olmak üzere perde ve kolon sayılarının %5'inin beton örtüsü sıyrılarak (Şekil 2) donatı tespiti yapılmalıdır.



Şekil 2. Kolonlarda beton örtüsünün sıyrılması (A.Ferdi Şenol).

Donatı tespiti amacıyla her kattan birer adet kirişin beton örtüsü de sıyrılmalıdır. Sıyırma işlemi kiriş ve kolon uzunluğunun açıklık ortasındaki üçte birlik bölümde yapılmalı ve sıyrılan yüzeyler yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılarak, onarılmalıdır. Bununla birlikte, beton örtüsü sıyrılmayan kolon ve perde sayılarının %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ile donatı aralıkları ve etriye sıklaştırmaları, donatı tarama cihazları ile belirlenmelidir (Şekil 3).



Şekil 3. Donatı tarama cihazı ile kolonlardaki donatıların sayı ve yerlerinin belirlenmesi (A.Ferdi Şenol).

Donatı taraması yapılan kolon ve perdelerde bulunan donatı miktarının, minimum donatıya oranını ifade eden *donatı gerçekleşme kat sayısı* da bu aşamada belirlenmelidir. Bu katsayı, donatı tespiti yapılmayan diğer tüm kolon ve perdelerine uygulanarak olması muhtemel donatı miktarlarının tespitinde kullanılacaktır.

E. Malzeme Özelliklerinin ve Mevcut Malzeme Dayanımlarının Tespit Edilmesi

Beton Dayanımının Belirlenmesi

Sınırlı Bilgi Düzeyi uygulanan betonarme binanın her katındaki kolon veya perdelerden TS EN 12504-1 [13]'de belirtilen koşullara uygun şekilde en az 3 adet karot örneği alınarak TS EN 12390-3 [14]'e göre basınç dayanımı deneyi yapılmalıdır. *Kapsamlı Bilgi Düzeyi* uygulanan betonarme binalardan ise; zemin katta 3, diğer katlarda 2 adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) alınarak basınç dayanımı deneyi yapılmalıdır. Karot numunesi alma işlemi dikkat edilmesi gereken bir uygulama olup, kolonlara ve içerisindeki donatılara daha fazla zarar vermemek amacıyla, karot alınacak bölge çok iyi tespit edilmelidir (Şekil 4). Karot örnekleri, beton yapı elemanlarının kenarları veya birleşim yerlerinden uzakta, donatının çok az olduğu veya mümkünse hiç olmadığı noktalardan alınmalıdır. Kolonlardan alınacak karotlar, taşıyıcı elemanların sıfır moment noktasından (kolonun orta bölgesi) alınmalıdır.



Şekil 4. Kolondan karot alınması (A.Ferdi Şenol).

Uzunlukları ve çapları; 100 mm ve birbirine eşit olarak kesilen karotlara, gerekli başlıkların yapıldıktan sonra basınç dayanımı deneylerine (Şekil 5) tabi tutulacaktır. Elde edilen basınç dayanım değerleri, herhangi bir katsayı uygulanmaksızın *mevcut beton dayanımı* tespitinde kullanılacaktır.



Şekil 5. Karot basınç dayanımı deneyi (A.Ferdi Şenol).

Betonarme yapı elemanlarının dayanım kapasitelerinin hesaplanmasında, karotlardan elde edilen “ortalama-standart sapma değeri” ile “0.85×ortalama değeri” arasından büyük olanı seçilerek, binanın *mevcut beton dayanımı* belirlenecektir. Bu hesaplamalar sonrasında, karotlara ait basınç dayanımı deney sonuçları arasındaki en küçük değer ile geriye kalan sonuçların ortalaması arasındaki fark, değerlendirilecek ve en küçük değer istatistiki olarak sapan bir sonuç olup olmadığı kontrol edilecektir. Bu maksatla, karot numunelerinin basınç dayanımı sonuçlarının değerlendirilmesinde, en düşük tek değer, geriye kalan diğer karot sonuçlarının ortalamasının %75’inden daha düşük ise bu karot numunesinin dayanımı değerlendirmeye alınmayacaktır.

Donatı Dayanımının Belirlenmesi

Donatı sınıfının belirlenmesi işlemi; kolonların beton yüzeyinin sıyırılması sonrasında yapılan inceleme ile tespit edilecek (Şekil 6) her dayanım sınıfındaki çelik için (S220, S420, vb.) birer adet örnek alınması ile çelik çekme deneylerine tabi tutularak, mevcut çeliğin akma ve kopma dayanımları ile elastisite modülü belirlenerek projeye uygunlukları kontrol edilecektir. Belirlenen ölçümler projeye uygun ise, eleman kapasite hesaplarında, projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı, mevcut çelik akma dayanımı olarak kabul edilecektir. Bu aşamalar yapılırken, donatılarında korozyon gözlenen taşıyıcı yapı elemanları, plan üzerinde işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplamalarında dikkate alınacaktır.

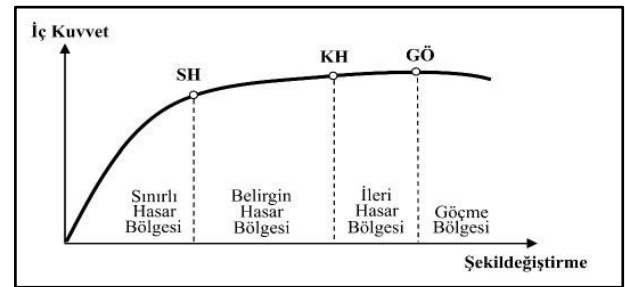


Şekil 6. Kolonda beton sıyırması ve donatı sınıfı tayini (A.Ferdi Şenol).

F. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgelerinin Tespiti

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç hasar durumu ve hasar sınırı tanımlanacaktır. Bu hasar durumları; Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ) ile bunların sınır değerleridir. SH; ilgili kesitte sınırlı miktarda elastik ötesi davranışı, KH; kesit dayanımının güvenli olarak sağlanabileceği elastik ötesi davranışı, GÖ ise; kesitte ileri düzeyde elastik ötesi davranışı tanımlamaktadır.

Kritik kesitlerinin hasarı sınırlı hasara ulaşmıyorsa, bu yapı elemanları Sınırlı Hasar Bölgesi’nde, sınırlı hasar ile kontrollü hasar arasında kalan yapı elemanları ise Belirgin Hasar Bölgesi’nde, kontrollü hasar ile göçme öncesi hasar arasında kalan yapı elemanları İleri Hasar Bölgesi’nde, göçme öncesi hasarı aşan yapı elemanları ise Göçme Bölgesi’nde yer alacaklardır (Şekil 7) [8].



Şekil 7. Kesit hasar bölgeleri [8].

G. Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kuralların Belirlenmesi

Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecek mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan toplanan verilerin kapsamına göre

tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır. Bununla birlikte, Yönetmelikte [8] belirtilen Deprem Tasarım Sınıfları ve bina yükseklik sınıfları da hesaplamalarda uygulanacaktır.

H. Deprem Performans Analizinin Uygulanması

Yukarıdaki başlıklar altında belirlenen binaya ait tüm özellikler; dayanım sonuçları, proje bilgileri ve yerinde yapılan gözlemlerden elde edilen veriler, güncel Deprem Yönetmeliği [8]'nde belirtilen bölgesel deprem spektrumu değerleri (yapının zemin sınıfı ve konumuna göre) referans alınarak, deprem etkisine maruz bırakılacak ve doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerine göre (yapısal analiz programı kullanılabilir) çözümü yapılacaktır.

III. SONUÇ ve TEKLİFLER

Mevcut betonarme binalara deprem performans analizlerinin yapılması ile;

- Binanın; taşıyıcı sistemi olan perdelerinde, kolonlarında ve kirişlerinde meydana gelebilecek deformasyonlar tespit edilebilecek,
- Bina için belirlenen performans hedefleri olan; sınırlı hasar, kontrollü hasar ve göçmenin önlenmesi hedeflerine ulaşım ulaşılmadığı incelenebilecek,
- Göçmenin önlenmesi performans hedefine ulaşamadıysa, binanın göçme durumunda olduğu tespit edilerek, meydana gelmesi muhtemel bir depremde, binanın 'kontrollü hasar' düzeyine ulaşım, can güvenliğini sağlayacak bir duruma gelmesi için güçlendirme yapılması teklif edilebilecektir.
- Güçlendirme projesinin hazırlanması durumunda, üst yapı elemanlarından temel sistemine aktarılan kuvvetler büyüdüğü için zemin taşıma gücü değerlendirilerek, binanın temel sisteminin yeterliliği de kontrol edilmelidir. Böylelikle bina temeli de modellenerek, güçlendirilmiş binanın temele olan etkisinin dikkate alınması gerekmektedir.
- Binanın güçlendirilmesi teklifine alternatif olarak, binanın yıkılarak yeniden inşa edilmesi de değerlendirilmelidir. Bu durumda, binanın güçlendirme maliyeti, yeniden inşa maliyeti ve inşa süresi de değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Kaltakci, M. Y., Arslan, M. H., Korkmaz, H. H., & Ozturk, M. (2007). An investigation on failed or damaged reinforced concrete structures under their own-weight in Turkey. *Engineering Failure Analysis*, 14(6), 962-969.
- [2] Korkmaz, H. H., Yakut, A., & Bayraktar, A. (2019). Analysis of a multi-story reinforced concrete residential building damaged under its self-weight. *Engineering failure analysis*, 98, 38-48.
- [3] Şenol, A. F., (2023). Kahramanmaraş Depremleri (6 Şubat 2023) Sonrası Hatay İlindeki Yapıların Hasar Durumlarının Değerlendirilmesi. In *International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences*, Vol. 1, pp. 75-80.
- [4] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1975, İmar ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- [5] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [6] TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] DBYBHY (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [8] TBDY (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- [9] Işık, E., 2010. Bitlis şehri deprem performans analizi Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Türkiye.
- [10] 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, 31.05.2012, Resmi Gazete, 52-28309.
- [11] <https://csb.gov.tr/sssriskli-yapilar>
- [12] Çetinkaya, Ö. (2022). 2007-2018 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Bir Okul Binasının Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [13] TS 12504-1 (2019), Beton-Yapıda beton deneyleri-Bölüm 1: Karot numuneler - Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [14] TS 12390-3 (2019), Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.