

Mevcut konut türü betonarme bir binanın deprem güvenliğinin incelenmesi

Investigation of seismic safety of an existing residential RC building

Oğulcan SARI^{1,a}, Hakan ULUTAŞ^{*2,b}

¹İnşaat Yüksek Mühendisi, 07080, Antalya

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 15030, Burdur

• Geliş tarihi / Received: 31.03.2021

• Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 12.07.2021

• Kabul tarihi / Accepted: 28.07.2021

Öz

Bu çalışmada, mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan konut türü betonarme bir binanın deprem güvenliği 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre incelenmiş, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kesitlerin moment eğrilik bağıntıları ile plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi ve statik itme analizleri SAP 2000 yazılımında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çözümlerde; yönetmeliklere göre kesit şekil değiştirme üst sınırlarında, doğal titreşim periyotlarında, hedef yer değiştirme istemlerinde, taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan hasarlarda ve katların performans düzeylerinde farklı sonuçlar elde edilmiştir. İncelenen bina her iki yönetmeliğe göre de x- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayamamış, y- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayabilmiştir.

Anahtar kelimeler: DBYBHY-2007, Doğrusal elastik olmayan yöntem, Performans analizi, TBDY-2018, Tek modlu statik itme analizi

Abstract

In this study, the earthquake safety of a residential type reinforced concrete building, which constitutes a significant part of the existing building stock, was examined according to the 2007 and 2018 earthquake codes, and the results were compared. Moment curvature relations of the sections, determination of plastic hinge properties and pushover analyzes were performed in SAP 2000 software. The analysis yielded varying results in terms of the upper limits of cross-sectional deformation, natural periods of structure, target displacement demands, damage to the structural system elements and performance levels of the floors. The examined building could not achieve the target performance level in the x-direction, but could achieve the target performance level in the y-direction according to both codes.

Keywords: TSC-2007, Nonlinear method, Performance analysis, TBEC-2018, Single mode pushover analysis

*b Hakan ULUTAŞ; hakannulutas@gmail.com, Tel: (0246) 213 27 46, orcid.org/0000-0003-1721-7268

a orcid.org/0000-0002-8928-9124

1. Giriş

Türkiye ve yakın çevresinin önemli deprem felaketlerinin yaşandığı ve tektoniği aktif olan bir bölgede olmasından dolayı, bölgede depremselliğin izlenmesi, kayıt altına alınması ve bilimsel olarak irdelenmesi büyük önem arz etmektedir (Yalçın vd., 2013). Özellikle son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerin sebep olduğu büyük çaplı can ve mal kayıpları, deprem konusunda yapılan çalışmaları, araştırmaları ve alınacak önlemlerin önemini gündeme getirmiştir (Işık, 2013). Depremde meydana gelen can ve mal kayıpları düşünüldüğünde en önemli ihtiyaçlarımızdan birinin depreme karşı güvenli yapılar inşa etmek olduğu söylenebilir (Dilmaç vd., 2013). Ülkemizde depreme karşı dayanıklı yapı inşa etmek amacıyla 1940 yılından günümüze 10 farklı deprem yönetmeliği kullanılmıştır. Her yeni çıkan yönetmelik bir önceki yönetmelikte görülen eksiklerin giderilmesi doğrultusunda yapılmıştır. Ülkemizde 2007 ile 2019 tarihleri arasında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY, 2007) kullanılmaktaydı. 1 Ocak 2019 tarihi itibarıyla ise Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018) kullanılmaya başlanmıştır. Deprem yönetmeliğinin güncellenmesiyle birlikte meydana gelen değişikliklerin binalar üzerindeki etkisi araştırılmaya başlanmıştır (Tunç ve Tanfener, 2016; Demir ve Kayhan, 2017; Başaran, 2018; Dilmaç vd., 2018; Keskin ve Bozdoğan, 2018; Koçer vd., 2018; Asıgçel, 2019; Gündoğay vd., 2019; Engin, 2019; Kadaş vd., 2019; Karaca, 2019; Kılıç, 2019; Soyacan, 2019; Topaktaş, 2019; Uçar, 2019; Ulutaş, 2019; Aksoylu vd., 2020; Işık vd., 2020; Karaca vd., 2020; Karaca, 2020; Karasin vd., 2020; Şimşek, 2020; Turan, 2020; Aksoylu vd., 2021; Işık vd., 2021; İbiş ve Ulutaş, 2021; Yalın ve Ulutaş, 2021). Literatürde yapılan çalışmalarda, 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri genel bağlamda yapısal tasarım, kesit hasar sınırları, deprem performansı, taban kesme kuvveti, bina tepe yer değiştirmesinde meydana gelen değişim ve binaların sismik davranış özellikleri gibi konularda kıyaslanmıştır.

Deprem yönetmeliğinin değişmesiyle birlikte mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi için gerekli olan malzeme gerilme şekil değiştirme bağıntılarında, kesit hasar sınırlarında, kesit hasar bölgelerinde, kesit şekil değiştirme üst sınırlarında, etkin kesit rijitliklerinde, elastik spektrum eğrisinde, performans düzeylerinde, bina performans düzeyinin belirlenmesi için taşıyıcı elemanların sağlaması gereken koşullarda ve hedef

performans düzeylerinde değişikliklere gidilmiştir. DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinin ikisine göre de statik itme analizi yapılmadan önce statik düşey yüklerin taşıyıcı sisteme artımsal olarak uygulandığı doğrusal olmayan statik hesap yapılması gerekmektedir. TBDY'e göre statik düşey yükler hesabında düşey deprem etkisi dikkate alınırken, DBYBHY'de bu etki dikkate alınmamaktaydı. Ayrıca DBYBHY ile yalnızca mevcut binaların deprem güvenliği belirlenebilmekteydi. TBDY ile mevcut binalar ile birlikte yeni yapılacak binaların da depreme karşı güvenliği belirlenebilmektedir. Mevcut binaların depreme karşı güvenliği belirlenirken beton ve donatının mevcut dayanımları kullanılmakta, yeni yapılacak binalarda ise beklenen ortalama dayanımlar kullanılmaktadır. Ayrıca yeni yapılacak binalarda etkin kesit rijitlik çarpanlarının belirlenmesi için kesitlerin moment eğrilik analizlerinin yapılması gerekmektedir. Kesitlerin etkin kesit rijitlik çarpanları, yapılan bu analizlerden elde edilen plastik mafsallarının etkin akma momentleri ve etkin akma eğrilikleri kullanılarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada, Burdur ilinde bulunan, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1998) esaslarına göre tasarlanmış ve 2004 yılında inşa edilmiş mevcut konut türü betonarme bir binanın proje verileri temin edilmiştir. Taşıyıcı sistemi yalnızca çerçevelerden oluşan 4 katlı bu binanın DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerine göre deprem güvenliği incelenmiş, elde edilen performans sonuçları birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bunun için mevcut binanın DBYBHY ve TBDY esaslarına göre SAP 2000 programında modelleri oluşturulmuştur. Her iki yönetmeliğine göre malzeme gerilme şekil değiştirme bağıntıları, kesitlerin şekil değiştirme üst sınırları, etkin kesit rijitlikleri, hedef yer değiştirme istemleri, taşıyıcı elemanlarda oluşan hasarlar ve katların performans düzeyleri belirlenmiştir. Söz konusu bu işlemler excel formatında hazırlanan bir dosyadan faydalanılmıştır. Kesitlerin moment eğrilik bağıntıları ile plastik mafsallı özelliklerinin belirlenmesinde SAP 2000'in "Section Designer" arayüzünden faydalanılmıştır. DBYBHY'e göre yapılan analizlerde doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, TBDY'e göre yapılan analizlerde ise doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinden sabit tek modlu itme analizi kullanılmıştır.

2. Binaların deprem performansının belirlenmesi

DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerinin her ikisinde de binaların deprem performans seviyelerinin belirlenmesi için doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan olmak üzere 2 hesap yöntemi önerilmektedir. Doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin alt yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, DBYBHY'e göre yapılan analizlerde doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, TBDY'e göre yapılan analizlerde ise artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin bu yönetmelikteki karşılığı olan sabit tek modlu itme yöntemi kullanılmıştır. TBDY'de Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi yerine sabit tek modlu itme yöntemi ifadesi kullanılmıştır. Her iki itme yönteminde de, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir itme adımında katlara etkiyen deprem yükü artımları, deprem dışı yüklemelerden sonraki birinci adımda belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekli ile orantılı olarak tanımlanmaktadır. Yapılan itme analiziyle eksenleri çatı katı

yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti olan kapasite eğrisi elde edilir. Kapasite eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile eksenleri modal yerdeğiştirme – modal sözde-ivme olan modal kapasite diyagramı elde edilir. Modal kapasite eğrisi, tanımlanan deprem etkisi altında modal yerdeğiştirme talebinin ve buna bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen iç kuvvet ve plastik şekildeğiştirme taleplerinin hesaplanmasında esas alınır (TBDY, 2018).

2.1. Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

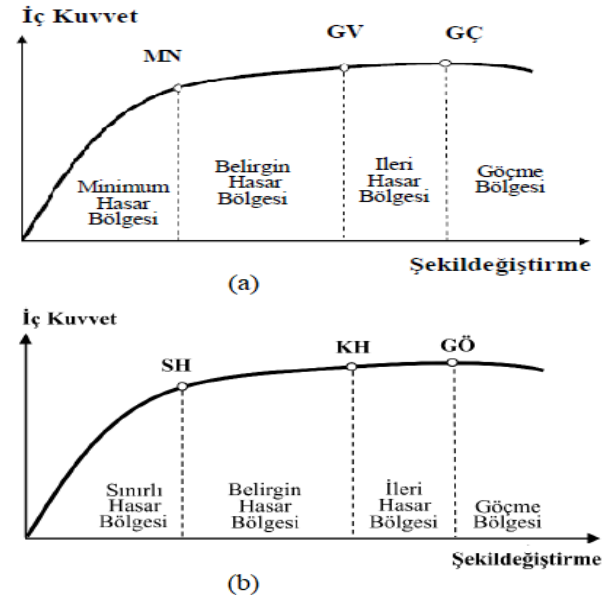
DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerinin her ikisinde de sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç hasar durumu ve hasar sınırı tanımlanmıştır. DBYBHY'de bu hasarlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ) iken, TBDY'de Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ)'dür. Yapılan doğrusal olmayan analiz sonucu kesitlerde meydana gelen şekil değiştirmelerin Tablo 1'de ilgili yönetmelik için verilen birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılması sonucunda kesit hasarı belirlenmiş olur.

Tablo 1. Kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekildeğiştirme üst sınırları

DBYBHY			TBDY	
Kesit hasar sınırı	Beton şekildeğiştirme üst sınırları	Donatı çeliği şekildeğiştirme üst sınırları	Kesit hasar sınırı	Plastik dönme üst sınırları(θ_p)
GÇ	$(\epsilon_{cg}) = 0.004 + 0.014$ $(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.018$	$(\epsilon_s) = 0.060$	GÖ	$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left((\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s} \right) + 4.5 \phi_u d_b \right)$
GV	$(\epsilon_{cg}) = 0.0035 + 0.01$ $(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.0135$	$(\epsilon_s) = 0.040$	KH	$\theta_p^{(KH)} = 0.75 \theta_p^{(GÖ)}$
MN	$(\epsilon_{cu}) = 0.0035$	$(\epsilon_s) = 0.010$	SH	$\theta_p^{(SH)} = 0$

Burada; ϵ_{cu} , kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesini; ϵ_{cg} , etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesini; ϵ_s , donatı çeliği birim şekildeğiştirmesini; ρ_s , kesitte mevcut bulunan enine donatının hacimsel oranını; ρ_{sm} , DBYBHY'e göre kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranını; ϕ_u , kesitteki göçme öncesi toplam eğriliği; ϕ_y , plastik mafsallardaki etkin akma eğriliğini; L_s , kesme açıklığını; L_p , plastik mafsallardaki boyunu; d_b , ise düğüm noktasındaki donatıların ortalama çapını ifade etmektedir.

Elemanın kritik kesitlerinin hasarına bakılarak hangi hasar bölgesinde kaldığına karar verilir. DBYBHY'de verilen hasar sınırları ve hasar bölgeleri Şekil 1.a'da, TBDY'de verilen hasar sınırları ve hasar bölgeleri Şekil 1.b'de verilmiştir.



Şekil 1. Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

2.2. Bina performans düzeyleri

DBYBHY’de Hemen Kullanım (HK), Can Güvenliği (CG) ve Göçme Öncesi (GÖ) olmak üzere 3 performans düzeyi verilmiştir. TBDY’de ise Kesintisiz Kullanım (KK), Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans düzeyi olmak üzere 4 performans düzeyi bulunmaktadır. Her iki yönetmelikte de, verilen performans düzeylerinden herhangi birini sağlayamayan binalar Göçme Durumu’ndadır. DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinin ikisinde de kullanım amacına göre binanın sağlaması gereken

minimum performans düzeyleri verilmiştir. Çalışma kapsamında mevcut konut türü bir bina incelenmektedir. Mevcut konut türü bir bina DBYBHY’ye göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremler için CG hedef performans seviyesini, TBDY’ye göre ise 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremler için KH hedef performans seviyesini sağlaması gereklidir. Binanın DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinde verilen hedef performans seviyesini sağlaması için taşıyıcı elemanlarının Tablo 2’de verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Tablo 2. Minimum hedef performans seviyesi için taşıyıcı elemanların sağlaması gereken koşullar

Performans seviyesi	Koşul	Yönetmelik maddesi
CG	(a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30’u İleri Hasar Bölgesi’ne geçebilir. (b) İleri Hasar Bölgesi’ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı normal katlarda %20’nin altında, en üst katta ise en fazla %40 olmalıdır. (c) Göçme bölgesine geçen kolon olmamalı ve herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranı en fazla %30 olmalıdır.	DBYBHY 7.7.3
KH	(a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %35’i İleri Hasar Bölgesi’ne geçebilir. (b) İleri Hasar Bölgesi’ndeki düşey elemanların, her bir katta düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı normal katlarda %20’nin altında, en üst katta ise en fazla %40 olmalıdır. (c) Göçme bölgesine geçen düşey elemanlar olmamalı ve herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranı en fazla %30 olmalıdır.	TBDY 15.8.4

Tablo 1’de verilen koşullara gevrek olarak hasar gören elemanlar dâhil edilmezler. Gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirmeleri gerekmektedir.

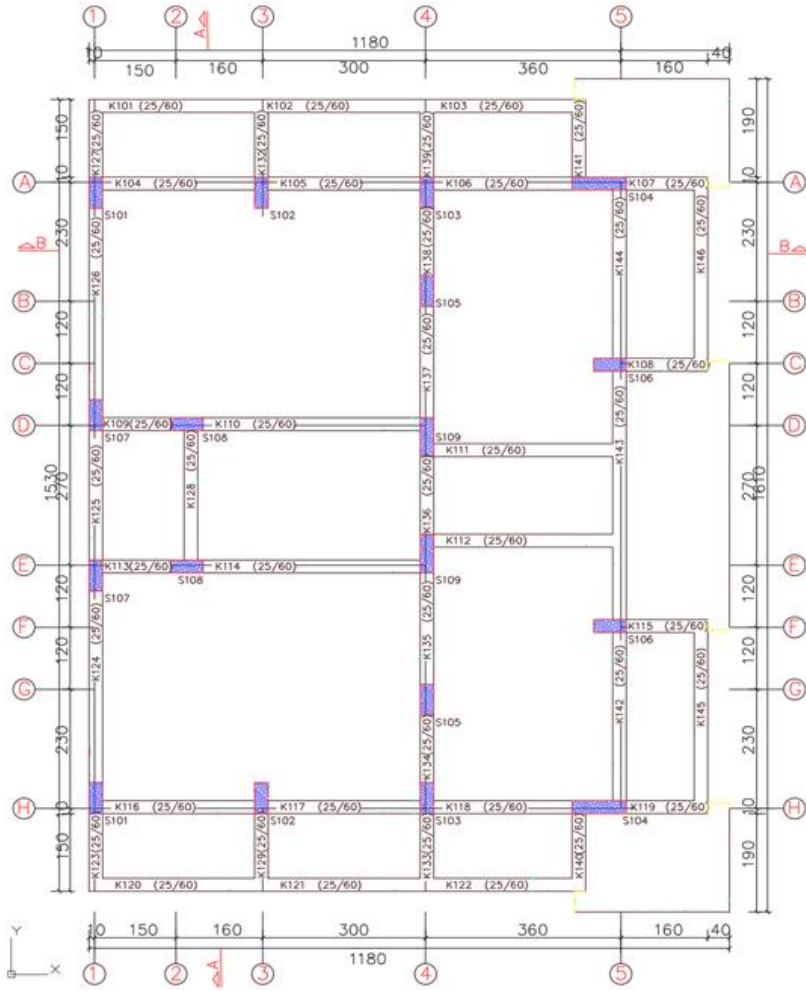
3. Mevcut konut türü betonarme bir binanın DBYBHY ve TBDY’ye göre deprem performansının belirlenmesi

Bu çalışmada, mevcut konut türü betonarme bir bina incelenmiştir. Bina, Burdur ilinde bulunmakta olup ABYYHY esaslarına göre tasarlanmış ve 2004 yılında inşa edilmiştir. Bina x- doğrultusuna göre simetrik olup, y- doğrultusunun bir tarafı bitişik nizamdadır. Binanın taşıyıcı sistemi her iki doğrultuda sadece çerçevelerden oluşmakta olup, her bir katta 18 adet kolon bulunmaktadır. Binanın kolonlarının kesit boyutları ve donatı düzenleri temel seviyesinden en üst kata kadar değişmeden

devam etmektedir. İncelenen binanın genel özellikleri Tablo 3’te, zemin kat kalıp planı ise Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 3. İncelene binanın genel özellikleri

Bina kullanım amacı	Konut	
Kat adeti	4	
Kat yüksekliği	3 m	
Yapı oturum alanı	117.37 m ²	
Beton sınıfı	C20	
Donatı sınıfı	S420	
	DBYBHY	TBDY
Yerel Zemin sınıfı	Z4	ZE
Deprem bölgesi	I	-
S _{DS}	-	1.093
S _{D1}	-	0.716



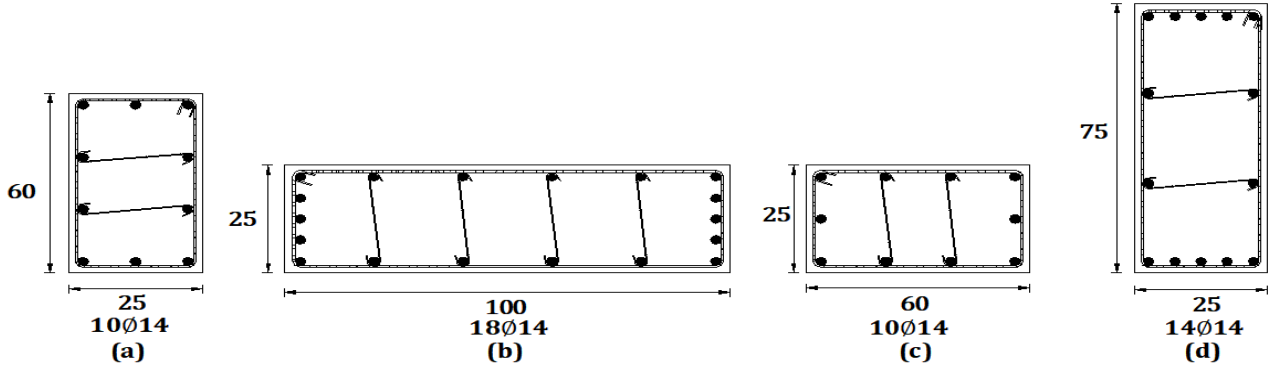
Şekil 2. Zemin kat kalıp planı

Tablo 4. Kiriş boyuna donatıları

Kiriş adı	Üst donatı	Alt donatı
K101-102-103-109-110-111-112-113-114-120-142-143-144-145-146	2Ø12	3Ø12
K104-105-106-107-116-117-118-119	3Ø12	2Ø12
K108-115-123-124-125-126-127-129-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141	2Ø12	2Ø12
K201-202-203-208-209-210-211-216-217-218-224-239-240	2Ø12	3Ø12
K206-207-212-213-	3Ø12	2Ø12
K215-219-220-221-222-223-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237	2Ø12	2Ø12
K205-214-238	2Ø12	5Ø14

Binadaki kolon kesitleri, boyut ve donatı düzeni bakımından incelendiğinde 4 çeşit kolon bulunmaktadır. Kolon kesitlerinin tamamında sıklaştırma bölgelerinde 10 cm arayla etriye bulunmaktadır. S101, S102, S103, S105, S107

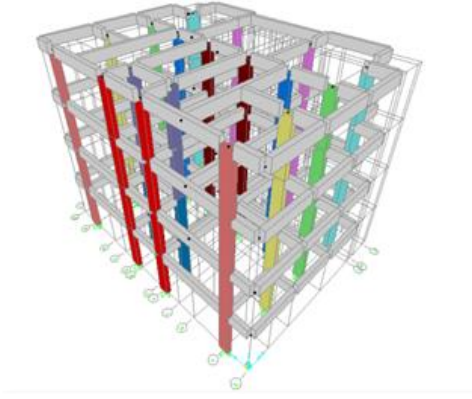
kolonlarının kesitleri Şekil 3.a'da, S104 kolonun kesiti Şekil 3.b'de, S106 ve S108 kolonlarının kesitleri Şekil 3.c'de, S109 kolonunun kesiti ise Şekil 3.d'de verilmiştir. Şekilde verilen kesit boyutları cm cinsindedir.



Şekil 3. Kolon kesitleri

3.1. Bina taşıyıcı sisteminin modellenmesi

İncelenen konut türü binanın 3 boyutlu modeli SAP2000 V20 programı ile modellenmiştir (Şekil 4).

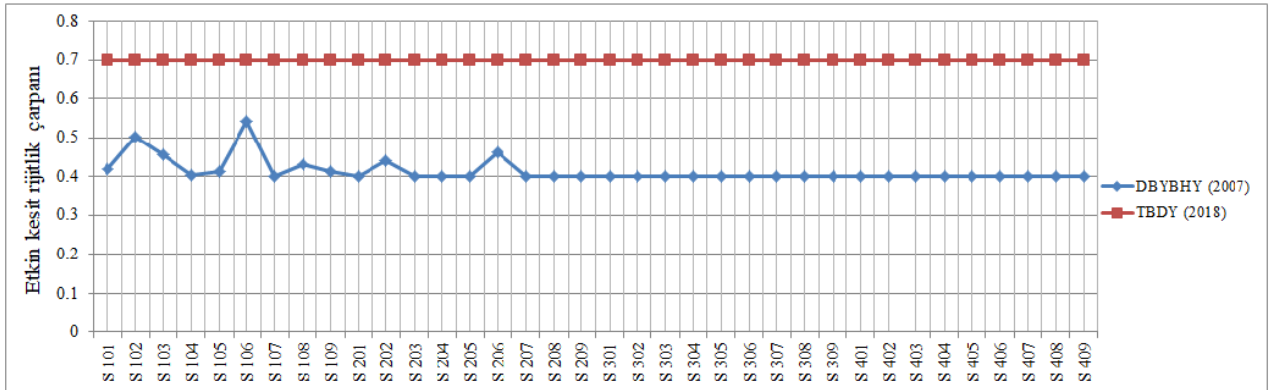


Şekil 4. Binanın 3 boyutlu SAP 2000 modeli

Modellerde kullanılan düşey yükler aşağıda verilmiştir.

- Döşeme sıva+ kaplama yükü= **1.5 kN/m²**
- Döşeme ölü yükü= $\gamma \cdot h_f = 25 \cdot 0.15 = \mathbf{3.75 \text{ kN/m}^2}$
- İç ve dış duvar yükleri(sıva dahil) = **5 kN/m²**
- Döşeme hareketli yükü:
Normal döşemelerde: **2 kN/m²**
Balkon döşemelerinde: **5 kN/m²**

Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin tanımlanmasında etkin kesit rijitlikleri kullanılmıştır. Etkin kesit rijitlikleri çarpanları DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinde farklılık göstermektedir. Kirişlerin etkin kesit rijitlik çarpanı DBYBHY esaslarına göre oluşturulan SAP 2000 modelinde 0.4, TBDY esaslarına göre oluşturulan SAP 2000 modelinde ise 0.35 alınmıştır. Kolonlar için belirlenen etkin kesit rijitlik çarpanları Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kolonlar için belirlenen etkin kesit rijitlik çarpanları

Binanın deprem performansı, DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinin her ikisine göre de doğrusal olmayan değerlendirme yöntemi ile belirlenmiştir. DBYBHY'e göre yapılan analizlerde artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, TBDY'e göre yapılan analizlerde ise sabit tek modlu itme analizi kullanılmıştır. İtme analizlerinde yapılan kabuller aşağıda sıralanmıştır.

- Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan kolon ve kirişlerde doğrusal olmayan davranış modeli olarak yığılı plastik davranış modeli kullanılmıştır.
- Meydana gelen plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde olduğu kabul edilmiştir. Plastik mafsalsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesi'nin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit alınmıştır.
- Plastik mafsallar kolon ve kirişlerin birleşim bölgelerinin dışına yani kolon ve kiriş net açıklık uç noktalarına konulmuştur.
- Kirişlerde plastikleşmenin tek eksenli eğilme momenti (M_3) ile, kolon ve perdelerde ise iki eksenli eğilme momenti ve normal kuvvetin etkileşimi (P-M2-M3) ile meydana geldiği kabul edilmiştir.
- Kesme açıklığı (L_s), kolon ve kirişlerde açıklığın yarısı olarak alınmıştır.

3.2. Kullanılan itme yöntemlerinin kullanılabilirliğinin kontrolü

Artımsal eşdeğer yükü yöntemi ve sabit tek modlu itme yöntemlerinde binaya yalnızca hakim titreşim mod şekli ile kuvvet uygulanmaktadır. Bu yüzden bu yöntemlerle elde edilecek sonuçların tutarlı olabilmesi için TBDY ve DBYBHY'de binanın burulma düzensizliği katsayısı, modal kütle katılım oranı ve kat âdetinin sağlanması gereken koşullar bulunmaktadır. Bu koşullar ve incelenen binanın bu koşullara göre kıyası maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır.

- TBDY'ye göre S_{Ds} değeri 0.5'den büyük olan bir binanın yüksekliğinin 28 metreyi aşmaması gerekir. DBYBHY ise bina en fazla 8 katlı olabilmektedir. İncelenen bina 4 katlı olup yüksekliği 12 metredir. İncelenen bina her iki yönetmeliğinin bu koşulunu sağlamaktadır.
- TBDY ve DBYBHY'in her ikisinde de modal kütle katılım oranı ile ilgili koşul aynı olup, bu koşula göre; göz önüne alınan deprem

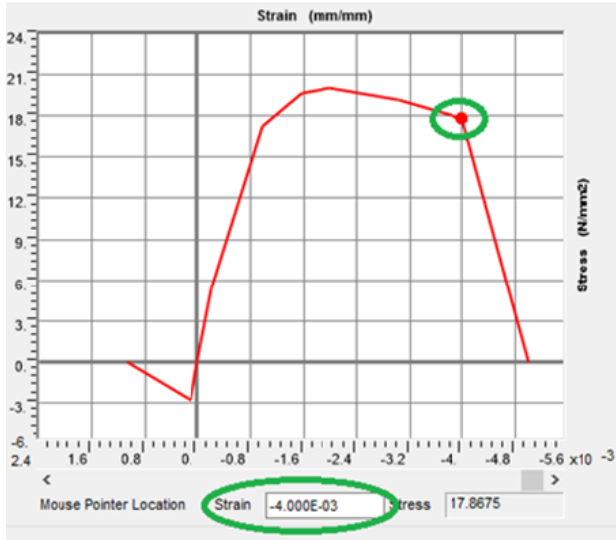
doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması gerekmektedir. DBYBHY esaslarına göre oluşturulan modelde X ve Y hesap doğrultusu için model kütle katılım oranları sırasıyla 0.79 ve 0.76; TBDY esaslarına göre oluşturulan modelde ise 0.783 ve 0.753 olarak elde edilmiştir. İncelenen bina her iki yönetmeliğinin bu koşulunu sağlamaktadır.

- TBDY ve DBYBHY'in her ikisinde de burulma düzensizliği katsayısı ile ilgili koşul aynı olup, bu koşula göre; herhangi bir katta ek dış merkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının (η_{bi}) <1.4 koşulunu sağlaması gereklidir. Her iki yönetmelik esaslarına göre oluşturulan modellerde tüm katlar için burulma düzensizliği katsayıları elde edilmiş, 4 kat için elde edilen değer en büyüğü bina burulma düzensizliği katsayısı olarak belirlenmiştir. DBYBHY esaslarına göre oluşturulan modelde burulma düzensizliği katsayısı 1.35, TBDY esaslarına göre oluşturulan modelde ise 1.33 olarak elde edilmiştir. İncelenen bina her iki yönetmeliğinin bu koşulunu sağlamaktadır.

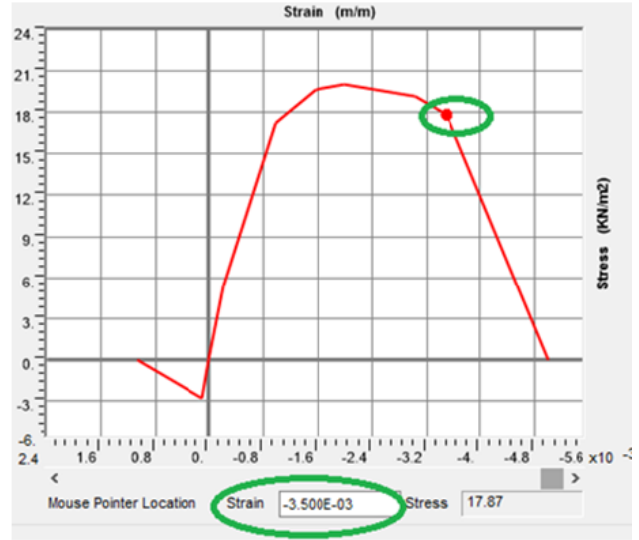
3.3. Kesitlerin plastik mafsalsal özelliklerinin tanımlanması

İncelenen binadaki her bir kesitin hasarını elde edebilmek için kesitlerin yığılı plastik özelliklerinin oluşturulması gerekmektedir. Taşıyıcı sistem elemanların plastik mafsalsal özelliklerinin tanımlanabilmesi için kesitlerin karşılıklı etkileşim diyagramlarının ve moment eğrilik analizleri ile belirlenen hasar sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmada kesitlerin etkileşim diyagramları ve moment eğrilik grafikleri, SAP 2000 V20 programının "Section Designer" arayüzü kullanılarak elde edilmiştir.

Sargısız betonun DBYBHY ve TBDY esaslarına göre oluşturulan gerilme – şekil değiştirme diyagramları Şekil 6'da verilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere DBYBHY'de gerilme şekil değiştirme grafiğinin doğrusal davranış göstermeye başladığı şekil değiştirme değeri 0.004 iken, TBDY'de bu değer 0.0035 olarak verilmiştir.



(a)

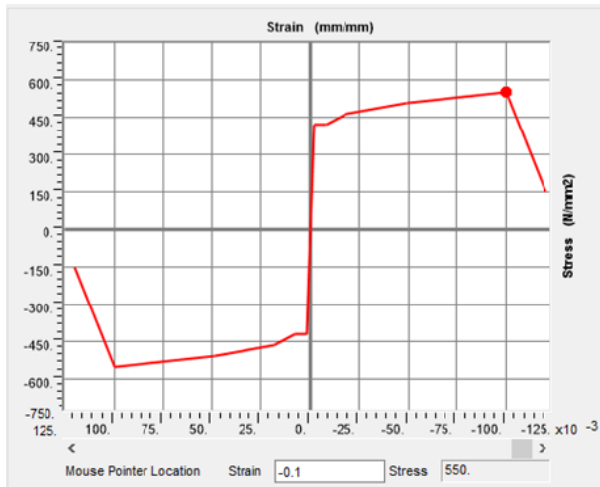


(b)

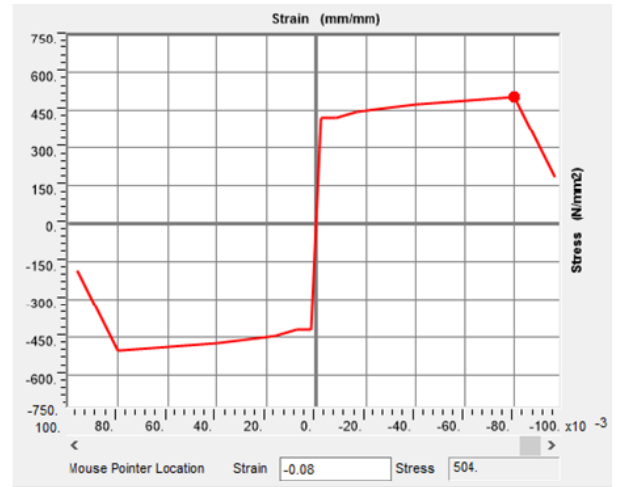
Şekil 6. Betonun DBYBHY (a) ve TBDY (b) yönetmeliklerine göre oluşturulan gerilme-şekil değiştirme diyagramları

İncelenen binada kullanılan donatının DBYBHY ve TBDY esaslarına göre oluşturulan gerilme – şekil değiştirme diyagramları Şekil 7’de verilmiştir. Grafikteki donatıya ait bilgiler,

DBYBHY esaslarına göre oluşturulan model için ilgili yönetmeliğin 7B.2. maddesinden, TBDY esaslarına göre oluşturulan model için ise ilgili yönetmelikteki Tablo 5A.1.’den alınmıştır.



(a)



(b)

Şekil 7. Donatının DBYBHY (a) ve TBDY (b) yönetmeliklerine göre oluşturulan gerilme – şekil değiştirme diyagramları

Yapılan moment eğrilik analizleri sonucunda kesitlere ait akma eğrilikleri (ϕ_y), akma momentleri (M_y), göçme öncesi eğrilikleri (ϕ_u), göçme öncesi momentleri (M_u) elde edilmiştir. Elde edilen moment eğrilik analizi verileri hazırlanan Excel formatında bir dosyaya aktarılmıştır. Söz konusu Excel dosyasında yapılan bazı düzenlemeler ile DBYBHY ve TBDY esaslarına göre kesit plastik dönme sınır değerleri elde edilmiştir. Kolon ve kirişlerin plastik mafsal özellikleri belirlendikten sonra bu özellikler Sap 2000 de tanımlanmıştır. Kesitlerin plastik mafsal özellikleri için Sap

2000’in “hinge properties” arayüzünden faydalanılmıştır. Kirişler basit eğilmeye çalıştığı için M3 plastik mafsal özelliği kullanılmıştır. Kolonlar aksenal kuvvet ve eğilme momentine birlikte maruz kaldıklarından bu elemanlarda P-M2-M3 plastik mafsal özelliği kullanılmıştır. Kolon kesitlerinin plastik mafsal özelliklerinin tanımlanması için karşılıklı etki diyagramlarının da oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmada, 0° , 45° ve 90° olmak üzere 3 farklı akma yüzeyi için karşılıklı etki diyagramı tanımlanmıştır. Karşılıklı etki diyagramlarının her biri 9 aksenal yük (P) ve

eğilme momenti (M2-M3) değeri ile oluşturulmuştur. Bu değerler ilgili kesitin “Section desinger” modelinden alınmıştır. Plastik mafsallar tanımlandıktan sonra bu mafsalların kolon ve giriş kesitlerinin her iki ucuna atanmıştır.

3.4. Statik itme analizinin yapılması

DBYBHY ve TBDY yönetmeliklerinin ikisine göre de statik itme analizi yapılmadan önce statik düşey yüklerin taşıyıcı sisteme artımsal olarak uygulandığı doğrusal olmayan statik hesap yapılması gerekmektedir. Bu hesap ile elde edilen iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler yatay deprem hesabının başlangıç değerleri olarak göz önüne alınmalıdır. TBDY’ye göre statik düşey yükler Denklem 1 ile belirlenmektedir.

$$G + nQ + 0.3E_d^{(Z)} \quad (1)$$

Burada; G sabit yükü, Q hareketli yükü, n ise hareketli yük azaltma katsayısını göstermektedir. Düşey deprem etkisini gösteren $E_d^{(Z)}$ ise Denklem 2 ile hesaplanmaktadır.

$$E_d^{(Z)} = 2/3 * S_{DS} * G \quad (2)$$

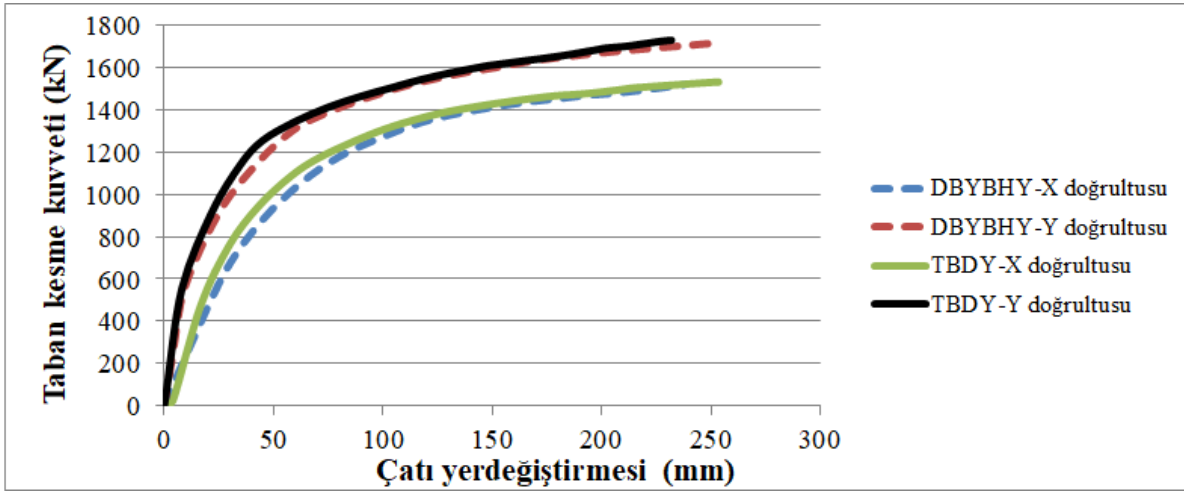
Denklem 2’de geçen S_{DS} değeri deprem düzeyine bağlı olarak değişmektedir. TBDY’ye göre mevcut konut türü binaların hedef performans seviyesi, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremler (DD-2 deprem düzeyi) için Kontrolü Hasar (KH)’dir. Çalışma kapsamında incelenen binanın kullanım amacı konut olduğu için hareketli yük azaltma katsayısı (n) 0.3, S_{DS} değeri ise DD-2 için 1.093 alınmıştır. S_{DS} ve n değerlerinin denklemlerde yerine yazılmasıyla TBDY’ye göre yapılacak itme analizinin doğrusal olmayan statik düşey yüklemesinin bağıntısı Denklem 3 ile elde edilmiş olur.

$$1.2186G + 0.3Q \quad (3)$$

DBYBHY’ye yapılacak itme analizinde kullanılacak olan doğrusal olmayan statik düşey yüklemenin bağıntısı Denklem 4’te verilmiştir.

$$G + 0.3Q \quad (4)$$

DBYBHY ve TBDY esaslarına göre oluşturulan Sap 2000 modelleri her iki doğrultuda statik itme analizlerine tabi tutulmuştur. Yapılan analiz sonucu elde edilen kapasite eğrileri Şekil 8’de verilmiştir.



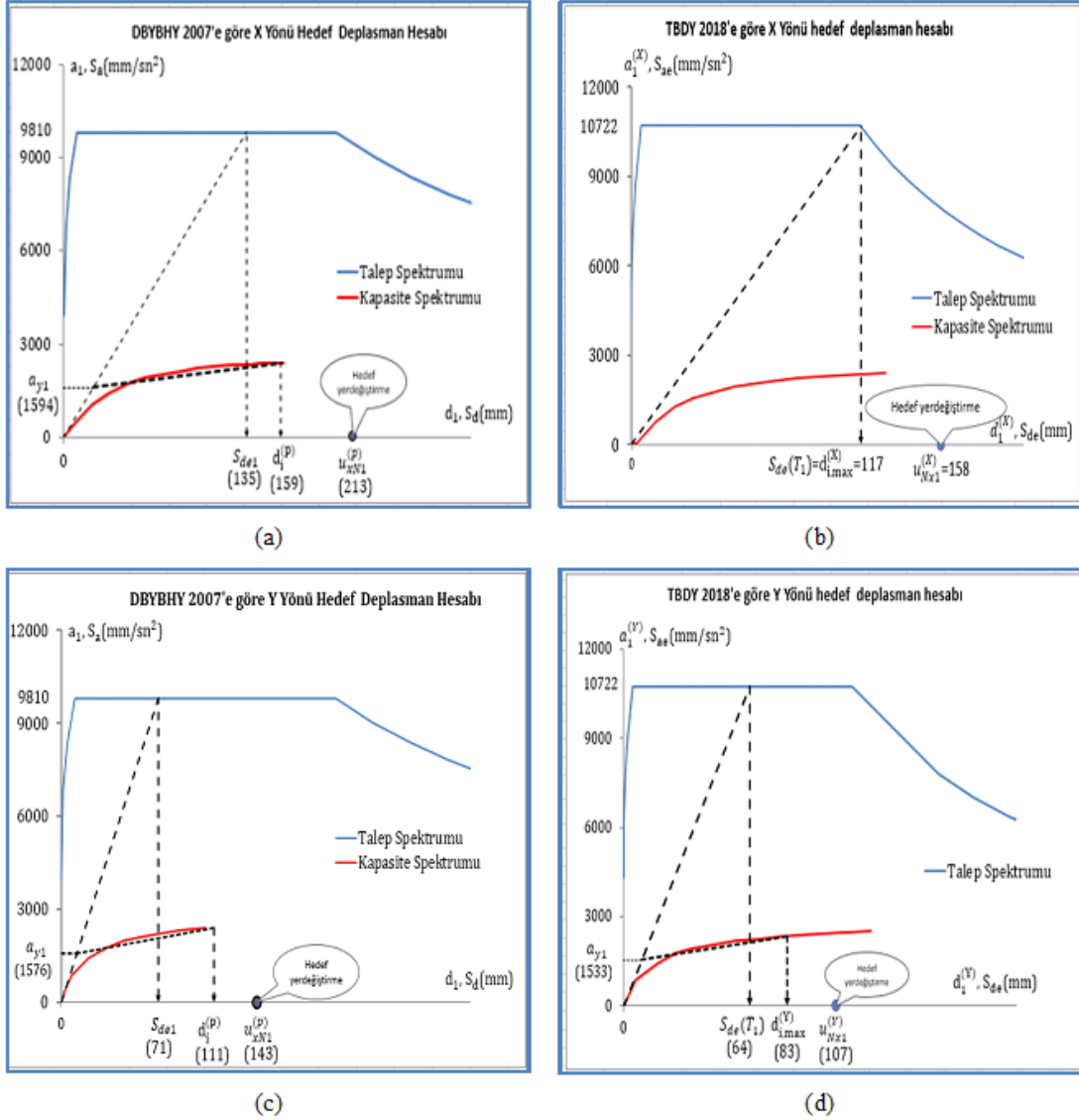
Şekil 8. Kapasite eğrileri

Şekil 8 incelendiğinde, DBYBHY ve TBDY esaslarına göre elde edilen kapasite eğrilerinin bazı noktalarda birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların oluşmasına sebep olan temel etmenlerin, yönetmelikler arasındaki plastik mafsalları tanımlamalarındaki farklılıklar, malzeme plastik özelliklerindeki farklılıklar, kesit etkin rijitlik çarpan farklılıkları ve doğrusal olmayan statik hesap tanımlamada TBDY’nin düşey deprem etkisini dikkate alması, DBYBHY’nin ise bu etkiyi dikkate almaması şeklinde sıralanabilir.

Statik itme yöntemlerinden biri ile deprem performansı belirlenecek bir binanın her iki doğrultu için hedef yerdeğiştirme isteminin belirlenmesi gerekmektedir. Hedef yerdeğiştirme isteminin elde edilmesi için modal kapasite spektrumu ile talep spektrumunun kesiştirmesi gerekmektedir. Modal kapasite spektrumu, itme analizi sonucu elde edilen kapasite eğrisinin eksen dönüştürme işlemi yapılması ile elde edilir. Eksen dönüştürme işleminde amaç; kapasite eğrisi ile talep spektrumunu aynı grafik üzerinde buluşturmaktır. Söz konusu bu işlemler oluşturulan

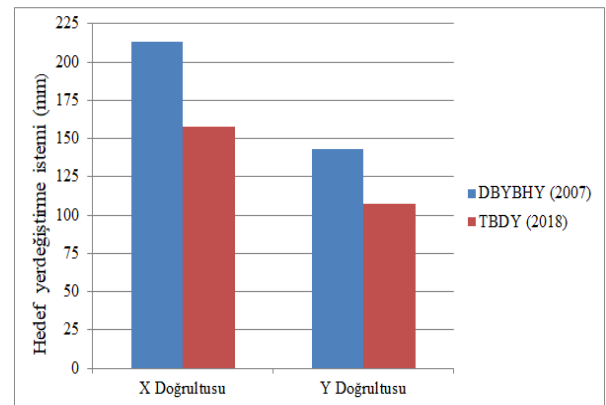
bir excel dosyası ile yapılmıştır. X hesap doğrultusunun DBYBHY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemi Şekil 9.a'da, TBDY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemi Şekil 9.b'de,

Y hesap doğrultusunun DBYBHY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemi Şekil 9.c'de, TBDY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemi Şekil 9.d'de, verilmiştir.



Şekil 9. Hedef yerdeğiştirme istemlerinin elde edilmesi

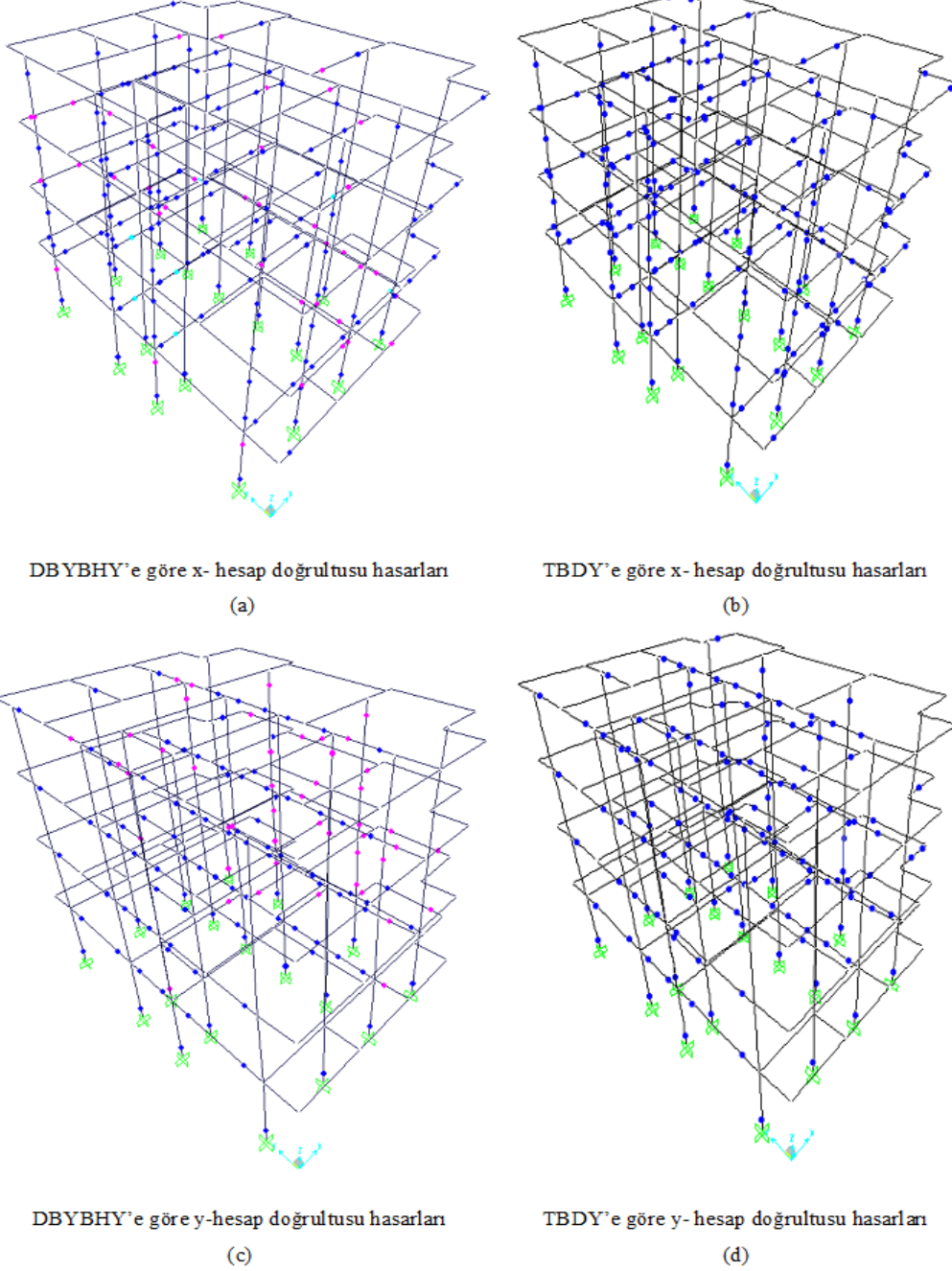
Şekil 9'da verilen grafikler ile elde edilen hedef yerdeğiştirme istemleri, her iki yönetmelik için aynı grafik üzerinde gösterilerek kıyaslanmıştır (Şekil 10). Şekilden de görüldüğü üzere her iki doğrultuda da DBYBHY ile elde edilen hedef yer değiştirme istemleri TBDY'den daha fazla çıkmıştır. Bu durum, binanın DBYBHY modelinin TBDY'ye daha büyük ötelenme değerlerine kadar itileceğini dolayısıyla DBYBHY modelinde taşıyıcı elemanlarda daha fazla şekildeğiştirmeler meydana geleceğini göstermektedir.



Şekil 10. Hedef yerdeğiştirme istemlerinin kıyaslanması

DBYBHY ve TBDY esaslarına göre oluşturulan Sap 2000 modelleri her iki doğrultuda hedef yerdeğiştirme istemine kadar statik itme analizine tabi tutulmuştur. Böylece 4 farklı statik itme analizi için her bir taşıyıcı elemanda meydana gelen hasarlar belirlenmiştir. X hesap doğrultusunun DBYBHY'e göre elde edilen hasarları Şekil 11.a,'da, TBDY'e göre elde edilen hasarları Şekil 11.b'de, Y hesap doğrultusunun DBYBHY'e göre

elde edilen hasarları Şekil 11.c'de, TBDY'e göre elde edilen hasarları Şekil 11.d'de verilmiştir. Şekil 11.a ve Şekil 11.c'de pembe ile gösterilen plastik mafsallar kesitin Minimum Hasar Bölgesinde kaldığını göstermektedir. Şekil 11'de mavi ile gösterilen plastik mafsallar kesitin Belirgin Hasar Bölgesinde kaldığını, turkuaz ile gösterilen plastik mafsallar ise kesitin İleri Hasar Bölgesinde kaldığını göstermektedir.



Şekil 11. Statik itme analizi sonucu taşıyıcı elemanlarda oluşan hasarlar

Kiriş ve kolon kesintilerinin hasarları belirlendikten sonra binanın performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bina performans değerlendirmesi; statik itme analiziyle taşıyıcı elemanlarda meydana gelen hasar ve kesme

kuvvetlerinin ilgili yönetmelikteki ilgili koşulla kıyaslanmasıyla yapılmıştır. Bina performans seviyesinin belirlenmesinde kullanılan statik itme analizi verileri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.a. DBYBHY' e göre yapılan analiz sonucu elde edilen kolon verileri

K a t	Hasar bölgesi	Hasar bölgesinde kalan kolon sayısı		Kat kesme kuvvetleri (kN)		DBYBHY madde 7.7.3.b'ye göre kesme kuvveti		DBYBHY madde 7.7.3.b'ye göre oran (%)		DBYBHY madde 7.7.3.c'ye göre kesme kuvveti		DBYBHY madde 7.7.3.c'ye göre oran (%)	
		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	MHB	0	2	1491	1587	0	0	0	0	153	0	10	0
	BHB	18	16										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
2	MHB	10	18	1346	1396	0	0	0	0	372	0	28	0
	BHB	8	0										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
3	MHB	12	18	1008	1010	0	0	0	0	368	0	37	0
	BHB	6	0										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
4	MHB	8	18	1037	572	0	0	0	0	232	0	22	0
	BHB	10	0										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										

Tablo 5.b. TBDY'e göre yapılan analiz sonucu elde edilen kolon verileri

K a t	Hasar bölgesi	Hasar bölgesinde kalan kolon sayısı		Kat kesme kuvvetleri (kN)		TBDY madde 15.8.4.b'ye göre kesme kuvveti		TBDY madde 15.8.4.b'ye göre oran (%)		TBDY madde 15.8.4.c'ye göre kesme kuvveti		TBDY madde 15.8.4.c'ye göre oran (%)	
		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu		Doğrultu	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	SHB	0	0	1445	1517	0	0	0	0	320	0	22	0
	BHB	18	18										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
2	SHB	10	16	1312	1347	0	0	0	0	358	78	27	6
	BHB	8	2										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
3	SHB	12	17	992	983	0	0	0	0	363	0	37	0
	BHB	6	1										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										
4	SHB	6	14	1022	576	0	0	0	0	341	0	33	0
	BHB	12	4										
	İHB	0	0										
	GB	0	0										

Tablo 5.c. Kiriş hasar verileri

Kat	Hasar bölgesi	DBYBHY				TBDY				
		Hasar bölgesinde kalan kiriş sayısı		Hasar bölgesinde kalan kiriş yüzdesi		Hasar bölgesi	Hasar bölgesinde kalan kiriş sayısı		Hasar bölgesinde kalan kiriş yüzdesi	
		Doğrultu		Doğrultu			Doğrultu		Doğrultu	
		X	Y	X	Y		X	Y	X	Y
1	MHB	8	8	44	36	SHB	8	8	44	36
	BHB	10	14	56	64	BHB	14	14	78	64
	İHB	4	0	22	0	İHB	0	0	0	0
	GB	0	0	0	0	GB	0	0	0	0
2	MHB	6	10	33	45	SHB	0	7	0	32
	BHB	9	12	50	55	BHB	18	15	100	68
	İHB	3	0	17	0	İHB	0	0	0	0
	GB	0	0	0	0	GB	0	0	0	0
3	MHB	6	11	33	50	SHB	0	8	0	36
	BHB	12	11	67	50	BHB	18	14	100	64
	İHB	0	0	0	0	İHB	0	0	0	0
	GB	0	0	0	0	GB	0	0	0	0
4	MHB	10	13	56	59	SHB	8	11	44	50
	BHB	8	9	44	41	BHB	10	11	56	50
	İHB	0	0	0	0	İHB	0	0	0	0
	GB	0	0	0	0	GB	0	0	0	0

Tablo 5’de yer alan veriler kullanarak her iki deprem yönetmeliği için her iki doğrultuda bina performans seviyesi belirlenmiş elde edilen performans sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6’da parantez içerisinde italik olarak yazılan değerler TBDY’ye göre elde edilen değerlerdir. Bu tez çalışmasının amacı, DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerinin deprem performansı

açısından kıyaslanması olduğundan, kolon hasarları dikkate alınmadan yalnızca kiriş hasarları ile kıyaslama, kiriş hasarı dikkate alınmadan yalnızca kolon hasarları ile kıyaslama ve kolon ile kiriş hasarlarının ikisi de dikkate alınarak kıyaslama olmak üzere 3 farklı şekilde kıyaslama yapılmıştır. Böylece yönetmelikler daha detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. Bina performans değerlendirme sonuçları

Kat	Yalnızca kirişlerde meydana gelen hasarlara göre değerlendirme				Bina Performans Seviyesi	
	x- doğrultusu	y- doğrultusu	x- doğrultusu	y- doğrultusu	x- doğrultusu	y- doğrultusu
1	CG	CG				
	(KH)	(KH)				
2	CG	CG				
	(KH)	(KH)	CG	CG		
3	CG	CG	(KH)	(KH)		
	(KH)	(KH)				
4	CG	CG				
	(KH)	(KH)				
Kat	Yalnızca kolonlarda meydana gelen hasarlara göre değerlendirme				GD (GD)	CG (KH)
	x- doğrultusu	y- doğrultusu	x- doğrultusu	y- doğrultusu		
1	CG	CG				
	(KH)	(KH)				
2	CG	HK				
	(KH)	(KH)	GD	CG		
3	GD	HK	(GD)	(KH)		
	(GD)	(KH)				
4	CG	HK				
	(GD)	(KH)				

(parantez içerisinde italik olarak yazılan değerler TBDY’ye göre elde edilen sonuçlardır)

4. Analiz sonuçları ve bulgular

Mevcut konut türü bir binanın 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremler için DBYBHY’ye göre Can Güvenliği (CG), TBDY’ye göre ise Kontrollü

Hasar (KH) hedef performans seviyesini sağlamaları gerekmektedir. Bu bilgi doğrultusunda yapılan performans değerlendirmeleri ile elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- TBDY'e göre kolonların etkin kesit rijitlik çarpanları eksenel yük seviyesinden bağımsız olarak 0.7 alınmakta, DBYBHY'e göre ise eksenel yük seviyesine bağlı olarak belirlenmektedir. DBYBHY esaslarına göre incelenen binada, kolonların etkin kesit rijitlik çarpanları 0.4-0.5 seviyelerinde çıkmıştır. Etkin kesit rijitlik çarpanlarında oluşan bu farklılığın sebebi incelenen binanın düşük katlı olmasından dolayıdır. Düşük katlı binalarda düşey elemanlarda oluşan eksenel yük seviyesi düşük seviyelerde olduğundan ve DBYBHY'e göre eksenel yük seviyesi ile etkin kesit rijitlik çarpanları da ters orantılı olduğundan etkin kesit rijitlikleri düşük seviyede çıkmıştır.
- DBYBHY'e esaslarına göre oluşturulan modelde binanın periyodu x- doğrultusu için 0.74 sn, y- doğrultusu için 0.53 sn olarak elde edilmişken, TBDY'e esaslarına göre oluşturulan modelde bu değerler sırasıyla 0.66 sn ve 0.49 sn olarak elde edilmiştir. Periyodların yönetmeliklere göre farklı çıkmasının sebebi etkin kesit rijitlik çarpanlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır.
- Binanın x- ve y- doğrultularının her ikisinde de TBDY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemleri DBYBHY'e göre yaklaşık % 25 daha az çıkmıştır. Bu durumun temel sebebi yönetmelik esaslarına göre düzenlenen modellerdeki periyot farklılıkları ve elastik spektrum eğrilerinin farklı olmasındandır.
- Yalnızca giriş hasarlarına göre performans değerlendirilmesi yapılırsa (kolon hasarları dikkate alınmazsa), DBYBHY'e göre yapılan çözümlerde tüm katların her iki doğrultusu da CG performans seviyesinde, TBDY'e göre yapılan çözümlerde ise tüm katların her iki doğrultusu KH hedef performans seviyesindedir. Dolayısı ile yalnızca giriş hasarlarına göre performans değerlendirilmesi yapılırsa binanın her iki doğrultusu her iki yönetmeliğe göre de hedef performans seviyesini sağlamaktadır.
- Yalnızca kolon hasarlarına göre performans değerlendirilmesi yapılırsa (giriş hasarları dikkate alınmazsa), DBYBHY'e göre yapılan çözümlerde x- doğrultusu GD performans seviyesinde, y- doğrultusu ise CG performans seviyesindedir. TBDY'e göre yapılan çözümlerde ise x- doğrultusu GD performans seviyesinde, y- doğrultusu ise KH performans seviyesindedir. Dolayısı ile yalnızca kolon hasarları dikkate alındığında her iki yönetmeliğe göre de bina x- doğrultusunda

hedef performans seviyesini sağlamamakta, y- doğrultusunda ise hedef performans seviyesini sağlamaktadır.

- Tüm elemanların hasarları dikkate alındığında, DBYBHY'e göre yapılan çözümlerde x- doğrultusu GD performans seviyesinde, y- doğrultusu ise CG performans seviyesindedir. TBDY'e göre yapılan çözümlerde ise x- doğrultusu GD performans seviyesinde, y- doğrultusu ise KH performans seviyesindedir. Dolayısı ile tüm elemanların hasarları dikkate alındığında her iki yönetmeliğe göre de bina x- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlamamakta, y- doğrultusunda ise hedef performans seviyesini sağlamaktadır.
- DBYBHY'e göre bina performans seviyesinin Göçme durumu olmasının sebebi, 3. Katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, 3. katta ki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının 30 'u aşmasından dolayıdır. TBDY'e göre bina performans seviyesinin Göçme durumu olmasının sebebi ise hem 3. hem de 4. katlarda, alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmasından dolayıdır.

5. Tartışma ve sonuçlar

Bu çalışmada, mevcut 4 katlı konut türü bir binanın DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerine göre deprem güvenliği incelenmiş, iki yönetmeliğe göre elde edilen sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Seçilen mevcut binanın kat sayısının düşük seçilmesinin sebebi, düşey elemanlarda düşük eksenel yüklerin oluşması, buna bağlı olarak da DBYBHY modelinde kullanılacak olan etkin kesit rijitliklerinin düşük seviyede çıkmasının istenmesindedir. Yönetmelikler arasında oluşan etkin kesit rijitlik farklılıklarının da hedef performans seviyesini oldukça etkilediği görülmüştür. Binanın x- ve y- doğrultularının her ikisinde de TBDY'e göre elde edilen hedef yerdeğiştirme istemleri DBYBHY'e göre yaklaşık % 25 daha az çıkmıştır. İncelenen bina her iki yönetmeliğe göre de x- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayamamış, y- doğrultusunda hedef performans seviyesini sağlayabilmiştir. Dolayısıyla her iki yönetmeliğe göre de bina kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Bu çalışmada; ABYYHY esaslarına göre tasarlanmış ve 2004 yılında inşa edilmiş, donatı sınıfı S420, beton sınıfı C20 ve yeterli enine donatıya sahip, taşıyıcı sistemi yalnızca çerçevelerden oluşan mevcut 4 katlı konut türü betonarme bir binanın DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerine göre deprem performans sonuçları kıyaslanmıştır. Yapılan bu çalışma DBYBHY ve TBDY deprem yönetmeliklerini deprem güvenliği açısından kıyaslamak ve yönetmeliklerdeki farklılıkları ortaya koymak açısından kapsamlı bir çalışma olmakla beraber yapılacak yeni çalışmalara katkı sunacağı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda, boyuna donatıları nervürsüz (düz) donatı çeliği ile düzenlenmiş, beton sınıfı daha düşük, yeterli enine donatıya sahip olmayan, kat adetinin daha fazla olduğu, taşıyıcı sisteminde betonarme perdelerin de olduğu ve kullanım amacı farklı olan mevcut bina türleri için de benzer çalışmaların yapılması, iki yönetmeliğin mevcut binaların deprem güvenliği açısından kıyaslanması için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- ABYYHY, 1998. *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Aksoylu, C. Mobark, A., Arslan, M.H. and Erkan, İ.H. (2020). A comparative study on ASCE 7-16, TBEC-2018 and TEC-2007 for reinforced concrete buildings. *Revista de la Construcción*, 19(2), 282-305. <https://doi.org/10.7764/rdlc.19.2.282>
- Aksoylu, C. ve Arslan, M. (2021). 2007 ve 2019 deprem yönetmeliklerinde betonarme binalar için yer alan farklı deprem kuvveti hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması olarak irdelenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(2). <https://doi.org/10.29137/umagd.844186>
- Asıgçel, Z. (2019). *Betonarme binalarda deprem etkisinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 deprem yönetmeliklerine göre karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Başaran, V. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) göre Afyonkarahisar İçin Deprem yüklerinin değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(3), 1028-1035. <https://doi.org/10.5578/fmbd.67739>
- DBYBHY, 2007. *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Demir, A. ve Kayhan A.H. (2017). Deprem Yönetmeliği 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile uyumlu zaman tanım alanında analiz sonuçlarının karşılaştırılması. *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Eskişehir.
- Dilmaç, H., Ulutaş, H., Tekeli, H. and Demir, F. (2018). An evaluation on seismic performance of existing reinforced concrete buildings in Turkey. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(Ek Sayı 1): 224-237. <https://doi.org/10.29048/makufebed.443126>
- Dilmaç, H. and Demir, F. (2019). Earthquake vulnerability assessment of rc structures with variable infill wall properties. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 176-189. <https://doi.org/10.31590/ejosat.597194>
- Engin, S. (2019). Betonarme bir binanın Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ve Türk Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2019) koşullarına göre değerlendirilmesi. *VI. International Earthquake Symposium (IESKO)* (ss.663-668). Kocaeli.
- Gündoğay, A., Ulutaş, H. ve Tekeli, H. (2019). Mevcut atölye binalarının deprem güvenliğinin incelenmesi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 10(2), 755-768. <https://doi.org/10.24012/dumf.432136>
- İşık, E. (2013). Bitlis ili'nin depremselliği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(3), 267-273.
- İşık, E., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y.L., Aydın, M.C. and Harirchian, E. (2020). The effect of site-specific design spectrum on earthquake-building parameters: A case study from the Marmara region (NW Turkey). *Applied Sciences*, 10(20), 7247. <https://doi.org/10.3390/app10207247>
- İşık, E., Ekinci, Y., Sayıl, N., Büyüksaraç, A. and Aydın, M.C. (2021). Time-dependent model for earthquake occurrence and effects of design spectra on structural performance: A case study from the North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 30(2), 215-234. <https://doi.org/10.3906/yer-2004-20>
- İbiş, T. ve Ulutaş, H. (2021). Yeni yapılacak betonarme bir binanın TBDY 2018'e göre deprem performansının belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 10(3).
- Kadaş, K., Soysal, B.F., Akansel, V.H., Mazılıgüney, L. and Yakut, A. (2019). Comparison of 2007 and 2019 seismic hazard maps based on spectrum intensities and corresponding engineering demands – a case study with RC school buildings in Istanbul. *5th International Conference on*

Earthquake Engineering and Seismology,
Ankara.

Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen
Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Karaca, H., Oral, M. ve Erbil, M. (2019). Konut tasarımı bağlamında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılması, Niğde örneği. *21. Ulusal Mekanik Kongresi* (ss. 296-302). Niğde.
- Karaca, H. (2020). Örneklerle TBDY 2019 zemin parametrelerinin kullanılan yapısal malzeme miktarına ve çatı katı yanal ötelenmesine etkisi. *Journal of Polytechnic*. <https://doi.org/10.2339/politeknik.680595>.
- Karaca, H., Oral, M. ve Erbil, M. (2020). Yapısal tasarım bağlamında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılması, Niğde örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 898-903. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.667365>
- Karasin, İ.B., Işık, E., Demirci, A. ve Aydın, M. (2020). Coğrafi konuma özel tasarım spektrumlarının betonarme yapı performansına etkisi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(3), 1319-1330. <https://doi.org/10.24012/dumf.682377>
- Keskin, E. ve Bozdoğan, K.B. (2018). 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin Kırklareli ili özelinde değerlendirilmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 74-90.
- Kılıç, G. (2019). *Betonarme yapıda perde yeri seçiminin yapısal davranış etkisinin TBDY 2018 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Koçer, M., Nakipoğlu, A., Öztürk, B., Al-Hagri M.G. ve Arslan M.H. (2018). Deprem kuvvetine esas spektral ivme değerlerinin TBDY 2018 ve TDY 2007'ye göre karşılaştırılması. *Selçuk Teknik Dergisi*, 17(2), 43-58.
- SAP2000. Integrated finite element analysis and design of structures, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, USA.
- Soycan, C. (2019). *Depremde betonarme bina performansının Türk deprem yönetmelikleri 2007 ve 2018'e göre değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şimşek, F. (2020). *A3 türü düzensizliğe sahip betonarme bir yapının DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- Topaktaş, M. (2019). *Kolon süreksizliği bulunan betonarme bir binanın DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Turan, G.E. (2020). *2007 ve 2018 Türkiye deprem yönetmeliklerine göre farklı döşeme sistemlerine sahip betonarme bir yapının deprem davranışlarının karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Tunç G. ve Tanfener, T. (2016). 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin örneklerle mukayesesi. *3.Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım* (ss. 153-166). Ankara.
- Uçar, B. (2019). *Betonarme bir hastane binasının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 kapsamında deprem performansının değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ulutaş, H. (2019). DBYBHY (2007) ve TBDY (2018) deprem yönetmeliklerinin kesit hasar sınırları açısından kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 351-359. <https://doi.org/10.31590/ejosat.620827>
- Yalçın, H., Gülen, L. ve Utkucu, M. (2013). Türkiye ve yakın çevresinin aktif fayları veri bankası ve deprem tehlikesinin araştırılması. *Yerbilimleri*, 34(3), 133-160.
- Yalın, M. ve Ulutaş, H. (2021). Mevcut okul türü bir binanın deprem performansının 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.896637>