



DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 kapsamında betonarme çerçeve ve saplama/ikincil kirişlerin kesit tesirlerindeki değişimin karşılaştırılması

Comparison of cross-sectional effects of reinforced concrete frame and anchored /secondary beams within the scope of DBYBHY-2007 and TBDY-2018

Orhan DOĞAN^{1*}, Yunus GENÇ², Melek AKGÜL³

¹Kırıkkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, odogan67@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4942-1725

²Kırıkkale Üniversitesi, FBE, İnşaat Müh. ABD, yunusgenc71@yandex.com,
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1163-0724

³Munzur Üniversitesi, Tunceli MYO, melekakgul@munzur.edu.tr
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8815-3762

MAKALE BİLGİLERİ

Makale Geçmişi:

Geliş 5 Ocak 2022
Revizyon 19 Mayıs 2022
Kabul 18 Haziran 2022
Online 28 Haziran 2022

Anahtar Kelimeler:

Saplama kiriş (ikincil kiriş), çerçeve kiriş, bina taban kesme kuvveti, Türk Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), düşey deprem etkisi.

ÖZ

Saplama/ikincil kirişler, uçlarından kolon, perde veya kirişlerle mesnetlenmemiş kirişlerdir. Kirişlerin kolonlarla desteklenmemesi durumunda, kiriş yükleri başka kirişlere aktarılarak başka bir ifade ile ikincil kirişler oluşturularak yükler dolaylı yollardan düşey taşıyıcı elemanlara aktarılmış olur. Bu durum, ikincil kirişleri taşıyan çerçeve kirişte kesme ve moment artışı ile birlikte, ilave burulma momentlerine, ayrıca ilave yatay ve düşey deprem yüklerinden dolayı da bu kirişlerin hasar görmesine neden olabilmektedir. Bu çalışmada, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS-500), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) kapsamında, farklı deprem bölgeleri için betonarme çerçeve ve ikincil kirişlerin kesit tesirlerindeki değişimleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 kurallarına uygun çerçeve sistemden oluşan beş katlı simetrik plana sahip betonarme bina modellenmiş ve ülkemizin 5 farklı deprem bölgesi için (Sakarya-Akyazı, İstanbul-Silivri, Çankırı-Kızılırmak, Ankara-Yenimahalle, Karaman-Merkez) belirlenen en yüksek yer ivmeleri (PGA) baz alınarak, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 deprem yönetmeliklerine göre eşdeğer deprem yükü yöntemi ile SAP2000 bilgisayar programında analizleri yapılmıştır. TBDY-2018 yönetmeliği ile artan bina doğal titreşim periyotları ve toplam eşdeğer deprem yüklerine (taban kesme kuvveti) ek olarak düşey deprem etkisinin de dikkate alınması ile çerçeve ve ikincil kiriş mesnet momentlerinde de yaklaşık 4 katına varan artışlar görülmüştür. Mesnet momentlerindeki bu artışta düşey deprem etkisi payının, konsol kirişlerde yaklaşık %20'lerde olduğu görülmüştür.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 January 2022
Received in revised form 19 May 2022
Accepted 18 June 2022
Available online 28 June 2022

Keywords:

Anchored beam (secondary beam), frame beam, base shear force, Turkish Building Earthquake Code (TBDY-2018), vertical earthquake effect.

Doi: 10.24012/dumf.1053898

* Sorumlu Yazar

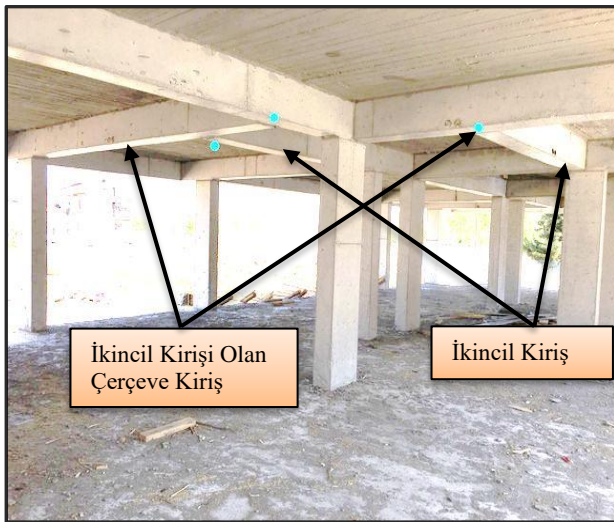
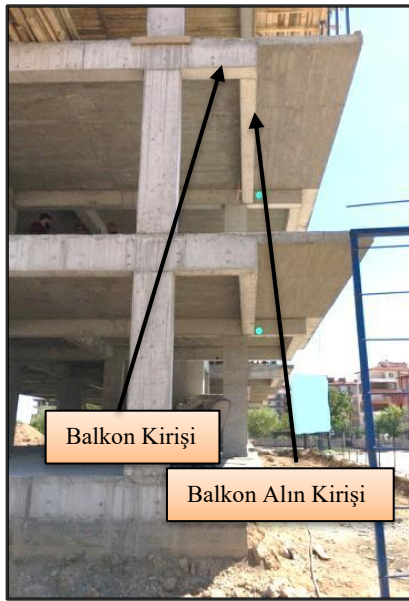
ABSTRACT

Anchored/secondary beams are beams that are not supported at their ends by column, shear wall or beams. In case the beams are not supported by columns, beam loads are transferred to other beams, in other words by forming secondary beams, loads are transferred to vertical load-bearing elements indirectly. This situation, together with the shear and moment increase in the frame beam carrying the secondary beams, may cause additional torsion moments, as well as damage to the these beams due to additional horizontal and vertical earthquake loads. In this study, the changes in the cross-sectional effects of reinforced concrete frames and secondary beams for different earthquake zones within the scope of Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures (TS-500), Regulations on Buildings to be Built in Earthquake Zones (DBYBHY-2007) and Turkish Building Earthquake Code (TBDY-2018) analyzed comparatively. For this purpose, a five-storey reinforced concrete building with a symmetrical plan consisting of a frame system in accordance with the rules of TS-500, DBYBHY-2007 and TBDY-2018 was modeled and for 5 different earthquake zones of Turkey (Sakarya-Akyazı, İstanbul-Silivri, Çankırı-Kızılırmak, Ankara-Yenimahalle Karaman-Merkez) based on the determined peak ground accelerations (PGA) and analyzes were made in the SAP2000 computer program with the equivalent earthquake load method according to the DBYBHY-2007 and TBDY-2018 earthquake codes. With the TBDY-2018 code, besides the additional vertical earthquake effect, when both the increase in natural vibration periods and the increase in the total equivalent lateral earthquake effects (base shear force) of a building having been taken into account, the frame and secondary beam support moments have increased approximately 4 times. It has been observed that the ratio of vertical earthquake effect in this increase in support moments is approximately 20% for cantilever beams.

Giriş

Saplama veya ikincil kirişler, doğrudan her iki ucundan kolon veya perdelerle mesnetlenmeyen, bir veya iki ucundan başka kiriş/kirişlere mesnetlenen kirişler ve konsol/çıkma kirişlerdir.

İkincil kirişin mesnetlendiği çerçeve kirişin veya taşıyan kirişin burulma rijitliğinden dolayı ikincil kirişlerin uçlarında oluşan eğilme momenti, taşıyan kirişte burulma momenti direncine bağlı olarak kesme gerilmesinde artışa sebep olacağından hesaplamalarda bu etki-tepkinin dikkate alınması gerekmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. İkincil kiriş örnekleri

Betonarme taşıyıcı elemanların tasarımında, kirişlerin birleştiği noktalara kolon koyarak, kiriş yüklerinin en kısa yoldan kolonlara aktarılması hedeflenmektedir. Kolonun olmaması durumunda kirişlerden biri diğerini taşımaktadır. Yakın boylardaki kirişlerde taşıyan kirişin hangisi olduğu

anlaşılmazken, daha rijit olan kiriş diğerini taşıyacaktır. İmar planlarından kaynaklanan parsel geometrisine bağlı bina tasarımının yapılması, bina içerisindeki mahallerin kullanımı ve duvar yerleşiminden dolayı kirişlerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesi oldukça zorlaşmaktadır. Bu durum ise, başka bir problem olan ikincil kiriş oluşumuna sebebiyet vermektedir. Ayrıca, kirişlerin birleştiği her birleşim noktasına kolon yerleştirildiğinde birbirine çok yakın kolonlar ve çok küçük açıklıklı kirişler oluşacağından veya kolonun merdivene, pencereye-kapıya denk gelmesinden dolayı bazı kirişler ikincil kiriş yapılmak zorunda kalınmaktadır. İkincil kirişlerden uzak durmak, ikincil bir kirişe başka bir ikincil kirişi mesnetlemekten ise kaçınılmalıdır [1].

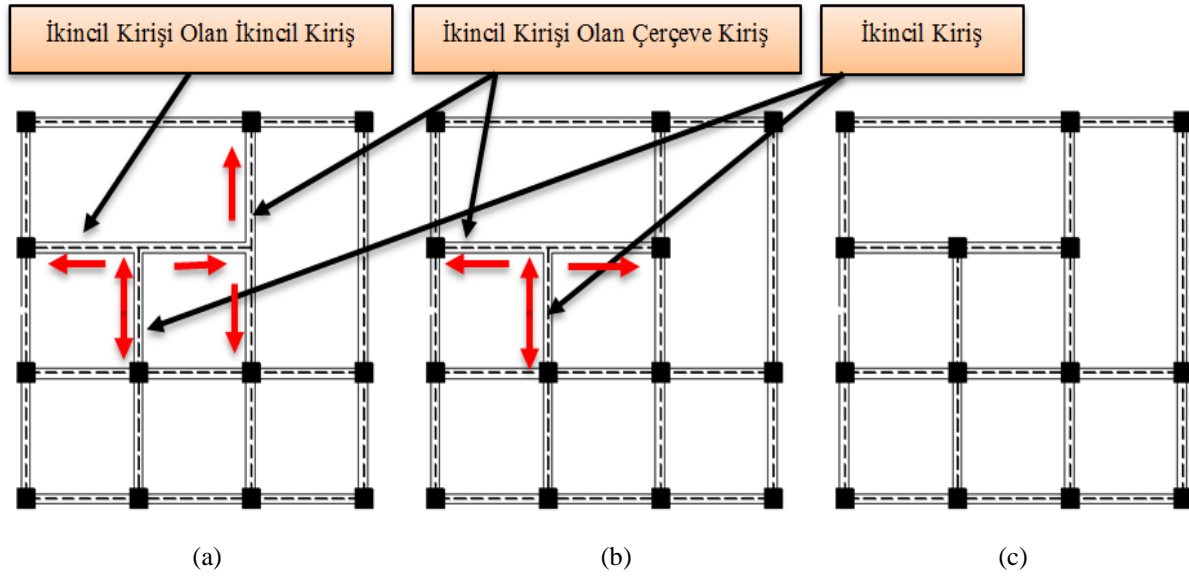
İkincil kirişlerin oluşturabileceği sakıncalar aşağıda verilmiştir [1].

- Kiriş yükü, en kısa yoldan kolon veya perdelerle değil, dolaylı yollardan birikerek kirişten kirişe aktarılır. (Şekil)
- Yatay deprem kuvvetinin kolondan kolona veya perdeden perdeye aktarımı güçleşir.
- İkincil kirişi olan çerçeve kirişin momenti ve kesme kuvveti daha büyük olur.
- İkincil kirişi olan çerçeve kirişte büyük sehim meydana gelir.
- İkincil kirişi olan çerçeve kirişte burulma momenti oluşur.
- İkincil kirişi olan çerçeve kirişte kesme ve çekme çatlakları daha belirgin olur.
- İkincil kirişi olan çerçeve kirişe depremde yatay kuvvet etkir.

İkincil kirişler için alınabilecek önlemler aşağıda verilmiştir [1].

- İkincil kirişin ucuna kolon koyarak veya ikincil kiriş kaldırılarak.
- İkincil kirişi, çerçeve kirişe özel tedbirler ile bağlayarak (askı çubukları) [2].
- Taşınan kirişin taşıyan kirişle birleştiği bölgede, taşıyan kirişin etriyesi sıklaştırılarak.

Şekil 2(a) ve Şekil 2(b)'de verilen modellerde görüldüğü üzere, kiriş birleşim bölgelerinde düşey taşıyıcı elemanların bulunmaması durumunda, kiriş yükleri başka kirişlere aktararak dolaylı yollardan düşey taşıyıcı elemanlara (kolon, perde) aktarılmaktadır. Bu durum, ikincil kirişi olan çerçeve kirişte kesme ve moment artışı ile birlikte, kolonlarda ilave burulma momentlerine neden olmaktadır. Şekil 2(c)'de verilen modelde ise, kiriş yükleri en kısa yoldan kolon veya perdelerle aktarılmaktadır.



Şekil 2. Kiriş yük aktarımı (a) Uygun olmayan tasarım, (b) Uygun tasarım (c) Daha uygun tasarım

Bir kolon-kiriş birleşim bölgesi yakınında yer alan ikincil kirişler, mesnetlendiği kiriş üzerinde eğilme çatlamaına yol açarken, kiriş ortasına mesnetlenen ikincil kirişlerde ise askı donatıları kullanılmadığında mesnetlendiği kirişte kesme çatlaklarına benzer çatlaklara yol açmaktadır [3]. Büyük depremlerden sonra, kolonlarda, kirişlerde ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinde ciddi hasarlar meydana gelebilmektedir [4]–[5]. 24 Ocak 2020 tarihinde yıkıcı olan Sivrice depremi sonrası yapılan hasar incelemesinde, dolgu duvarların kirişe oturması yaklaşımından dolayı ikincil kiriş tasarımının oldukça fazla olduğu, çerçeve kirişlerin mesnet bölgesi dışında, ikincil kirişin mesnetlendiği taşıyan kirişlerde ve kapalı çıkmaları taşıyan konsol kirişlerde yaygın kesme hasarı meydana geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 3) [6].



Şekil 3. Kapalı çıkma konsol (ikincil) kirişin hasarı [6]

TS-500 ve TBDY-2018'e göre, kirişlerin çerçeve kiriş olarak kabul edilebilmesi için kirişlerin yüksekliği, tabliye kalınlığının 3 katından ve 30 cm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından da daha fazla olmaması gerekmektedir. İkincil kirişler döşeme kirişleri olup, TS-500 ve TBDY-2018'de (boyutlandırılması bakımından) çerçeve kiriş olarak değerlendirilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır [2],[7].

Betonarme çerçeve ve ikincil kirişlerin kesit tesirlerini etkileyen en önemli faktörlerden biri yatay deprem kuvvetlerinden dolayı binaya etkiyen taban kesme kuvvetidir [8]. DBYBHY-2007 ile TBDY-2018 deprem

yönetmelikleri arasında taban kesme kuvvetini karşılaştırabilmek için konumu, bina kat sayısı, yapı davranış katsayısı (bina yüksekliği), zemin sınıfı, bina önem kat sayısı gibi farklı değişkenler kullanılarak çeşitli araştırmalar yapılmıştır [9]–[17].

Tunç vd. (2016), Ünsal vd. (2020), Özmen vd. (2021), Aksoylu vd. (2021), TBDY-2018'e göre yapılan çözümlerde taban kesme kuvvetlerinde azalma olduğunu vurgulamışlardır [9]–[12]. Sümer vd. (2020), taban kesme kuvvetinin genel olarak kat adedi arttıkça DBYBHY-2007'ye kıyasla daha düşük değerler verdiğini belirtmişlerdir [13]. Bozer (2020), özellikle zayıf zeminlerde TBDY-2018'e göre hesaplanan tasarım spektral değerlerinin birçok il merkezinde artış gösterdiğini belirlemiştir [14]. Döndüren vd. (2021), TBDY-2018'e göre elde edilen kat kesme kuvvetlerinde genellikle azalma görüldüğü, ancak çerçevesiz-bodumsuz modellerden birinde ZA (Z1) zemin sınıfında TBDY-2018'e göre elde edilen kat kesme kuvvetlerinde %2 azalma olurken ZD (Z3) zemin sınıfında %28~%34 oranında bir artış meydana geldiği sonucuna varmışlardır [15]. Keskin vd. (2018), tarafından yapılan çalışmada ise, ZC (Z2) ve ZE (Z4) zemin sınıfları için TBDY-2018'e göre yapılan çözümlerde taban kesme kuvvetinin arttığı, bu artışın ZE (Z4) zemin sınıfı için 3.26 kat olduğu belirtilmiştir [16]. Atmaca vd. (2019) ise, taban kesme kuvvetlerindeki artışın %12-%25 olduğunu vurgulamışlardır [17]. Yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere, TBDY-2018'e göre taban kesme kuvvetlerinde ciddi farklılıkların olduğu görülmüştür.

Bununla beraber, TBDY-2018'de taban kesme kuvvetlerindeki değişimin yanı sıra, düşey deprem etkisinin de %30'u ilave edilerek kombinasyonlara dâhil edilmiştir. Doğan vd. (2019), 5 katlı bir bina üzerinde yaptığı çalışmada, binada oluşacak ikinci mertebe taban momentinin yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban momentine oranının yaklaşık %5.71 olduğunu, düşey deprem etkisinin de %30 oranında dâhil edilmesi ile bu oranın %7.21'e çıktığını belirtmişlerdir [18]. Yavaş vd.

(2019), düşey deprem etkisinin kolonlarda aksel kuvveti artırmasına rağmen düşey depremin oluşturduğu momentin düşük seviyede kaldığını gözlemişlerdir [19].

Genç (2019) tarafından konuya yakın yapılan bir çalışmada ise, TBDY-2018 deprem yönetmeliği ile birlikte kirişlerdeki kesme kuvvetinin DBYBHY-2007'ye göre çok fazla arttığı, bu artışın çerçeve kirişlerde %41.11'e kadar, ikincil kirişlerde ise %71.96'ya kadar çıktığı belirtilmiştir [20].

Literatürde yer alan çalışmalarda görüldüğü üzere; TBDY-2018'e göre taban kesme kuvvetlerinde ciddi farklılıkların olduğu ve düşey depremin taşıyıcı elemanlara ilave etkisi vurgulanmış, fakat taban kesme kuvvetlerindeki değişimin ve düşey deprem etkisinin getirdiği ilave deprem yükünün ikincil kirişlerin mesnet eğilme momentlerine etkisi detaylı olarak araştırılmamıştır.

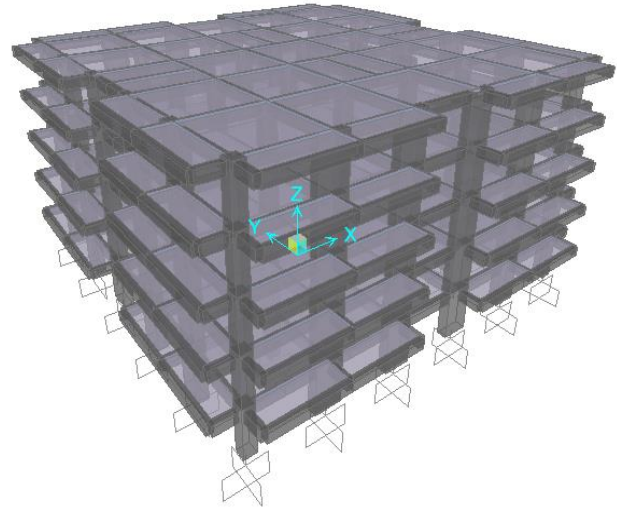
Bu çalışmada, betonarme çerçeve ve ikincil kirişlerin TBDY-2018 deprem yönetmeliği, DBYBHY-2007 deprem yönetmeliği ve TS-500'e göre mesnet kesitlerindeki moment değişimleri farklı deprem bölgeleri için karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 kurallarına uygun çerçeve sistemden oluşan beş katlı simetrik plana sahip betonarme bina modellenmiştir. Ülkemizin 5 farklı deprem bölgesi için (Sakarya-Akyazı, İstanbul-Silivri, Çankırı-Kızılırmak, Ankara-Yenimahalle, Karaman-Merkez) belirlenen en yüksek yer ivmeler (PGA) baz alınarak, TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 deprem yönetmeliklerine göre eşdeğer deprem yükü yöntemi ile SAP2000 bilgisayar programında analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda, 5 farklı deprem bölgesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'de verilen kombinasyonlara göre; bina doğal titreşim periyotları, toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış, 4 adet ikincil kiriş (iki ucu kirişe mesnetlenen kiriş, bir ucu kirişe bir ucu kolona mesnetlenen kiriş, balkon konsol kirişi, balkon uç kirişi) ve 1 adet de çerçeve kirişi olmak üzere toplam 5 adet farklı mesnetlenmiş kirişin mesnet eğilme momentlerinin değişimine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Yöntem

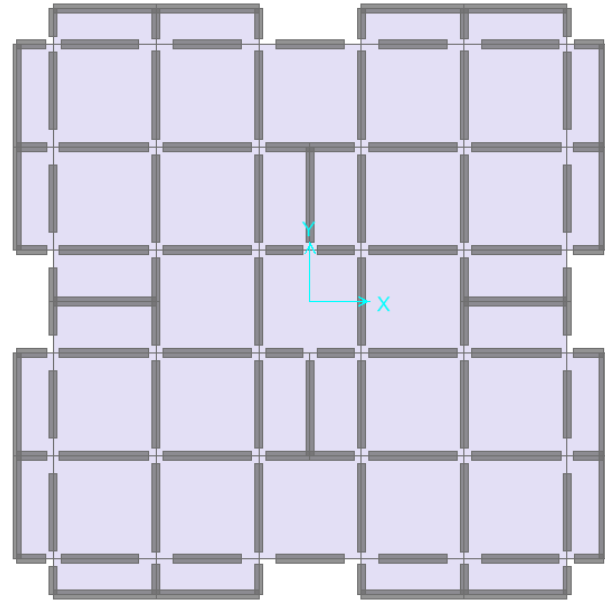
Bina geometrisi ve analize esas proje parametreleri

Bina geometrisi olarak, TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 kurallarına uygun zemin+4 normal katlı betonarme çerçevesi, planda simetrik bir bina tasarlanmış, kat yükseklikleri 3 m, kat planı balkonlar da dikkate alındığında 28.50x28.50 m, döşeme kalınlıkları 15 cm, kiriş boyutları 40x50cm, köşe kolon boyutları 55x55cm, köşe kolonları hariç dış çerçeve kolon boyutları 110x40cm ve iç kolon boyutları ise 50x50cm seçilmiştir. SAP2000 analiz programında her iki deprem doğrultusunda analizleri yapılmış olup Şekil 4'te binanın SAP2000 modeli ve kat planı verilmiştir [21]. Programda, kiriş ve kolon çubuk, döşeme kabuk eleman olarak modellenmiş, kolonlar temele ankastre olarak mesnetlenmiş ve döşemelerin kendi kat seviyelerinde rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir. Deprem yükleri altındaki binanın davranışı, burulma düzensizliğinden dolayı olumsuz yönde

etkileneceğinden, bina modeli düzenli olarak tasarlanmıştır [7],[22].



(a)



(b)

Şekil 4. Örnek binanın (a) SAP2000 modeli (b) Kat planı Sabit ve hareketli yükler, TS-498'e uygun olarak seçilmiş; sabit yük olarak, normal kat döşemeleri için 2.12 kN/m², çatı katı döşemeleri için 1.50 kN/m² ve hareketli yük olarak normal kat döşemeleri ve balkonlar için 2.00 kN/m², çatı katı döşemeleri içinse 1.50 kN/m² olarak alınmıştır. Çalışmada 1 ton, 10 kN olarak kabul edilmiştir. Beton sınıfı C25 olup, betonarme birim hacim ağırlığı 25.00 kN/m³ alınmıştır [23].

Deprem analizinde parametreler seçilirken en olumsuz koşullar göz önünde bulundurulmuştur. DBYBHY-2007 denklemleri için; idare bina için bina önem katsayısı I=1.50, taşıyıcı sistem davranış katsayısı süneklik düzeyi yüksek için R=8; yerel zemin sınıfı Z3 için spektrum karakteristik periyotları T_A=0.15 s ve T_B=0.60 s, etkin spektrum katsayısı S(T)=2.50, deprem yükü azaltma

katsayısı 8, hareketli yük katılım katsayısı $n=0.30$ seçilmiş ve eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analizleri yapılmıştır [22].

TBDY-2018 denklemleri için; idare bina için Bina

$$V_t = \frac{W A_0 I S(T)}{R_a} \geq 0.10 A_0 I W \quad (1)$$

TBDY-2018'de göz önüne alınan deprem doğrultusunda,

Tablo 1. Farklı deprem bölgelerine ve DBYBHY-2007 ile TBDY-2018 yönetmeliklerine bağlı deprem parametreleri

Yer	Enlem/ Boylam	DBYBHY-2007			TBDY-2018		
		Deprem Bölgesi	Etkin Yer İvme Katsayısı	Elastik Spektral İvme (g)	En Yüksek Yer İvmesi PGA (g)	S_{DS}/S_{D1}	Elastik Spektral İvme (g)
Sakarya- Akyazı	40.683916°/ 30.625268°	1	0.40	1.500	0.712	1.748/ 0.864	1.748
İstanbul- Silivri	41.073672°/ 28.24779°	2	0.30	1.125	0.322	0.931/ 0.494	0.931
Çankırı- Kızılırmak	40.347449°/ 33.987163°	3	0.20	0.750	0.187	0.634/ 0.355	0.634
Ankara- Yenimahalle	39.967163°/ 32.792587°	4	0.10	0.375	0.147	0.518/ 0.290	0.518
Karaman- Merkez	37.181204°/ 33.222289°	5	-	0.000	0.104	0.374/ 0.142	0.347

Kullanım Sınıfı BKS=1, bina önem katsayısı $I=1.50$, zemin sınıfı ZD, Deprem Tasarım Sınıfı DTS=1a, Bina Yükseklik Sınıfı 15.00 m için BYS=6, taşıyıcı sistem davranış katsayısı süneklik düzeyi yüksek için $R=8$; dayanım fazlalığı katsayısı $D=3$, yatay elastik tasarım spektral ivmesi $S_{ac}(T)=0.343g \sim 1.748g$ arasında lokasyona göre değişken, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)=4.70 \sim 5.33$ arasında lokasyona göre değişken, azaltılmış tasarım spektral ivmesi $S_{ar}(T)=0.064 \sim 0.355g$ arasında lokasyona göre değişken, hareketli yük katılım katsayısı $n=0.30$ seçilmiş ve kontrollü hasar performans hedefini sağlamak üzere, dayanıma göre tasarım hesap esasları dikkate alınarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analizleri yapılmıştır [7].

DBYBHY-2007'de yer alan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre 5 farklı deprem bölgesinde bulunan yerlerin etkin yer ivme katsayısı ile bu yerlere ait koordinatlar için TBDY-2018'de yer alan Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre belirlenen en yüksek yer ivmesi PGA (g) ve 50 yıl içerisinde aşılma olasılığı %10 olan DD-2 deprem yer hareketi düzeyine ait kısa periyot ve 1.0 s periyot için tasarım spektral ivme katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}) ile elastik spektral ivmeler (g) Tablo 1'de verilmiştir [24].

DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre, analizi yapılan binada burulma düzensizliği ve yumuşak kat düzensizliği bulunmadığından ve bina yüksekliğinin 15 m (BYS=6) olmasından dolayı eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmıştır.

DBYBHY-2007'de göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tamamına etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) V_t , Denklem 1'e göre belirlenmektedir [22].

binanın tamamına etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) V_{tE} Denklem 2'ye göre belirlenmektedir [7].

$$V_{tE} = m_t S_{ar} (T_p) \geq 0.04 m_t g I S_{DS} \quad (2)$$

Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı ve toplam kütlesi (m_t), sabit kütlelerin ve hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanmış ve 48176.50 kN olarak bulunmuştur.

TS-500'e göre deprem etkisiz olduğu için, sabit (G) ve hareketli yük (Q) etkilerini içeren Denklem 3 kombinasyonu dikkate alınmıştır [2].

$$1.4G + 1.6Q \quad (3)$$

DBYBHY-2007'ye göre, sabit (G) ve hareketli yük (Q) etkilerini, x doğrultusundaki (E_x) ve y doğrultusundaki deprem etkilerini (E_y) içeren Denklem 4 kombinasyonu dikkate alınmıştır [22].

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

TBDY-2018'e göre, sabit (G) ve hareketli yük (Q) etkilerini, x doğrultusundaki (E_x) ve y doğrultusundaki deprem etkileri (E_y) ile z doğrultusundaki (E_z) deprem etkisini içeren Denklem 5 kombinasyonu dikkate alınmıştır [7].

$$G + Q + E_x + 0.3E_y + 0.3E_z \quad (5)$$

TBDY-2018'e göre düşey deprem hesabı, Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) 1, 1a, 2 veya 2a olan ve aşağıda yer alan elemanları içeren binalarda, sadece bu elemanlara

tanımlanan düşey elastik ivme spektrumuna göre yapılmaktadır [7].

- Açıklıklarının yataydaki izdüşüm uzunluğu; 20 m veya üzeri olan kirişleri içeren veya 20 m veya üzeri olan konsolları içeren binalar
- Kirişlere oturan kolonları bulunan binalar
- Düşeye göre eğimli kolonları bulunan binalar

Bu elemanların dışındaki taşıyıcı sistem kısımlarında ve bu elemanları içermeyen binalarda düşey deprem etkisi (E_z), sabit yük etkisi (G) ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına (S_{DS}) bağlı olarak Denklem 6'da verilen denkleme göre yaklaşık hesaplanmaktadır [7]. Yapılan çalışmada, bu tanımda geçen elemanlar yer almadığı için düşey deprem etkisi (E_z) Denklem 6'ya göre hesaplanmıştır.

$$E_z \approx (2/3) S_{DS} G \quad (6)$$

Kar yükü, kombinasyonlarda dikkate alınmayıp, çatı katı döşemelerinde sabit yüke dâhil edilmiştir. Hesaplamalarda, x-x ve y-y doğrultularındaki pozitif ve negatif %5 ek dış merkezlik dikkate alınmamıştır.

Bulgular ve Değerlendirme

Bu çalışmada, betonarme çerçeve ve ikincil olmak üzere farklı mesnetlenmiş 5 adet kirişin TBDY-2018 deprem yönetmeliği ile kesit tesirlerindeki değişimin incelenmesi için, ülkemizin 5 farklı deprem bölgesinde bulunan, 5 katlı ve planda simetrik tasarlanan bir binanın DBYBHY-2007 ile TBDY-2018'e göre eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem analizleri SAP2000 programında yapılmış olup bina doğal titreşim periyotları ile toplam eşdeğer deprem yükleri Tablo 2'de verilmiştir.

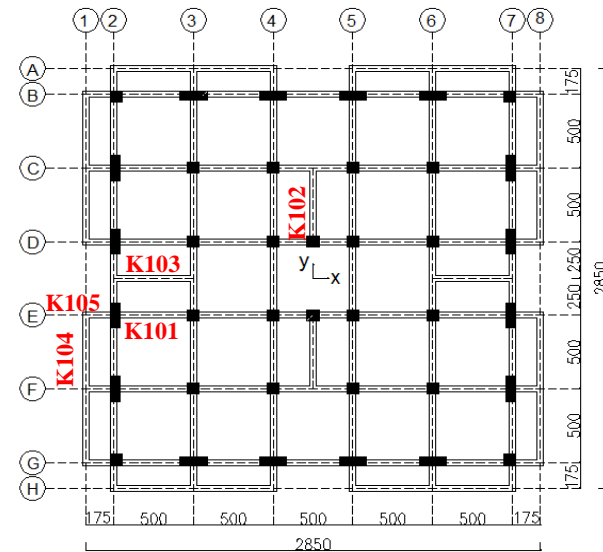
Tablo 2. Farklı deprem bölgelerine ve DBYBHY-2007 ile TBDY-2018 yönetmeliklerine bağlı bina doğal titreşim periyodu ve toplam eşdeğer deprem yükü

Yer	DBYBHY-2007			TBDY-2018			
	Doğal Titreşim Periyodu (s)	Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (kN)	Doğal Tit. Periy. (s)	Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (kN)			
	T_x	T_y	$V_x=V_y$	T_x	T_y	V_x	V_y
Sakarya-Akyazı		9033.10		17102.60	17010.60		
İstanbul-Silivri		6774.80		9357.90	9309.70		
Çankırı-Kızılırmak	0.2845	0.2902	4516.50	0.4076	0.4133	6497.90	6465.60
Ankara-Y.Mahalle			2258.30			5310.00	5283.50
Karaman-Merkez			0.00			3137.80	3095.00

Binanın doğal titreşim periyodu, yapının ağırlığına ve taşıyıcı sistemin yatay yüklere karşı rijitliğine bağlı olup, DBYBHY-2007'ye göre x-x doğrultusunda 0.2845 s, y-y doğrultusunda 0.2902 s iken; TBDY-2018'de x-x doğrultusunda 0.4076 s, y-y doğrultusunda ise 0.4133 s bulunmuştur. Her iki deprem doğrultusundaki bina doğal titreşim periyotlarının TBDY-2018'de daha fazla olduğu görülmüş olup, DBYBHY-2007'ye göre bu artış oranı yaklaşık (0.4076/0.2845=) 1.43 hesaplanmıştır. Bu artışın nedeni, TBDY-2018'de, taşıyıcı sistem elemanları olan kolon ve kirişlerin etkin kesit rijitliklerinin (kolon için 0.70, kiriş için 0.35) kullanılmasından kaynaklanmaktadır [20],[25]. Ayrıca, ikincil ve çerçeve kirişlerin yerleşim planından dolayı da, x-x ve y-y doğrultularındaki bina doğal titreşim periyotları farklı çıkmaktadır.

Ülkemizdeki 5 farklı deprem bölgesi için bulunan toplam eşdeğer deprem yükleri (taban kesme kuvvetleri), TBDY-2018'de daha fazla çıkmaktadır. Örneğin, PGA değeri 0.712g olan ve DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde bulunan Sakarya-Akyazı için toplam eşdeğer deprem yükü, DBYBHY-2007'ye göre x-x ve y-y doğrultusunda 9033.10 kN iken, TBDY-2018'e göre x-x doğrultusunda 17102.60 kN, y-y doğrultusunda ise 17010.60 kN bulunmuş olup DBYBHY-2007'ye göre bu artış oranı yaklaşık (17102.60/9033.10=) 1.89 hesaplanmıştır. Diğer lokasyonlar için bu artış oranları Tablo 4'te verilmiştir. Ancak, PGA değeri 0.104g olan, DBYBHY-2007'ye göre deprem hesabı yapılmayan ve 5. derece deprem bölgesinde bulunan Karaman-Merkez için TBDY-2018'e göre x-x doğrultusunda 3137.80 kN, y-y doğrultusunda ise 3095.00 kN çıkmıştır.

Betonarme çerçeve ve ikincil kirişlerin kesit tesirlerindeki değişimin incelenmesi için binanın tüm kirişlerini karşılaştırmak gereksiz ve oldukça uzun olacağı için, binanın sadece birinci katında yer alan ve Şekil 5'te kat planında gösterilen farklı mesnetlenmelere sahip K101, K102, K103 K104 ve K105 isimli kirişler değerlendirmeye alınmıştır. Bunlardan, K101 kirişi çerçeve kirişi olup, diğer kirişler ikincil kirişlerdir.

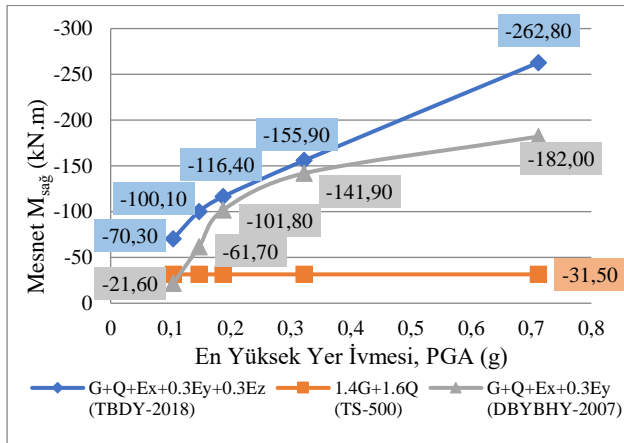


Şekil 5. 1.kat planı üzerinde çerçeve ve ikincil kirişlerin yeri (ölçüler cm)

Tablo 3. Çerçeve ve ikincil kirişlerin mesnet momentleri

Sıra No	Kiriş Adı ve Modeli	Deprem Bölgesi- En Yüksek Yer İvmesi PGA (g)	TS-500		DBYBHY-2007		TBDY-2018	
			1.4G+1.6Q		G+Q+E _x +0.3E _y		G+Q+E _x +0.3E _y +0.3E _z	
			M _{sol} (kN.m)	M _{sağ} (kN.m)	M _{sol} (kN.m)	M _{sağ} (kN.m)	M _{sol} (kN.m)	M _{sağ} (kN.m)
1	K101	1 - 0.712	-55.10	-31.50	123.60	-182.00	185.50	-262.80
		2 - 0.322			83.20	-141.90	86.90	-155.90
		3 - 0.187			42.80	-101.80	50.50	-116.40
		4 - 0.147			2.30	-61.70	35.30	-100.10
		5 - 0.104			-38.10	-21.60	7.40	-70.30
2	K102	1 - 0.712	-90.80	-13.60	48.90	-69.70	99.00	-140.70
		2 - 0.322			21.10	-54.60	27.50	-83.20
		3 - 0.187			-6.70	-39.50	1.10	-62.00
		4 - 0.147			-34.50	-24.30	-10.10	-53.20
		5 - 0.104			-62.30	-9.20	-30.90	-37.00
3	K103	1 - 0.712	-18.40	-9.20	13.10	-30.40	46.30	-75.40
		2 - 0.322			6.50	-24.40	18.50	-44.70
		3 - 0.187			0.00	-18.50	8.20	-33.30
		4 - 0.147			-6.50	-12.60	3.90	-28.60
		5 - 0.104			-13.10	-6.60	-4.10	-20.10
4	K104	1 - 0.712	-29.30	-18.80	-1.60	-4.20	20.70	-71.50
		2 - 0.322			-6.30	-28.90	1.50	-45.90
		3 - 0.187			-11.00	-23.60	-5.70	-36.50
		4 - 0.147			-15.70	-18.40	-8.70	-32.60
		5 - 0.104			-20.40	-13.10	-14.40	-25.50
5	K105	1 - 0.712	0.00	-74.20	0.00	-56.00	0.00	-82.60
		2 - 0.322			0.00	-55.10	0.00	-70.30
		3 - 0.187			0.00	-54.10	0.00	-65.70
		4 - 0.147			0.00	-53.10	0.00	-64.00
		5 - 0.104			0.00	-52.20	0.00	-61.00

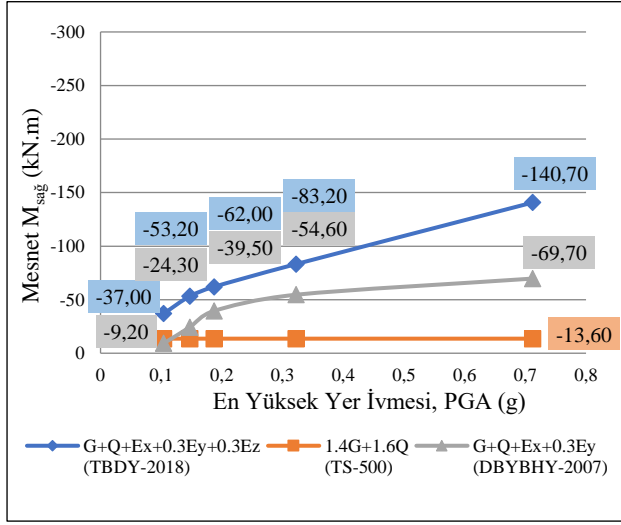
En yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için, çerçeve ve ikincil kirişlerin TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre hesaplanan mesnet momentleri Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te verilen çerçeve ve ikincil kirişlerin sağ mesnet momentleri, sol mesnet momentlerinden daha büyük olduğu için, bu çalışmada sağ mesnet momentleri dikkate alınmıştır.



Şekil 6. PGA'ya göre K101 kirişinin sağ mesnet momenti (kN.m)

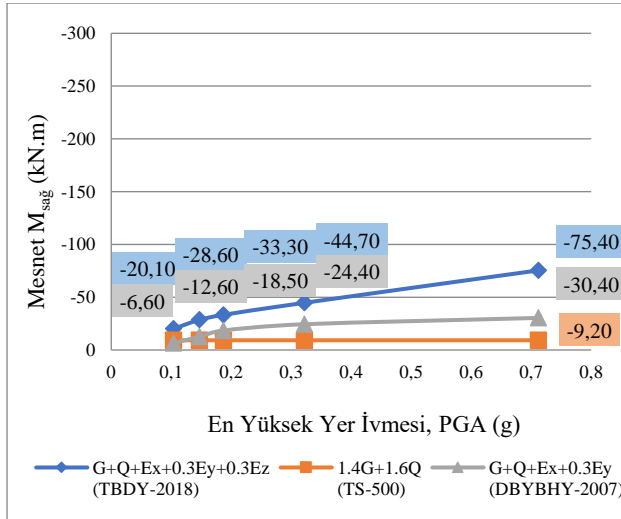
Ülkemizde en yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre K101 kirişinin sağ mesnetindeki moment değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Burada TS-500'e göre deprem etkisiz "1.4G+1.6Q" kombinasyonu için K101 kirişinin sağ mesnet momenti -31.50 kN.m bulunmuştur. Ancak, PGA'sı 0.104g için DBYBHY-2007'ye göre depremsiz bölgedeki moment değeri -21.60 kN.m bulunmuşsa da, kombinasyon gereği TS-500 için bulunan -31.50 kN.m dikkate alınacaktır. Diğer tüm bölgeler için yatay deprem etkisini dikkate alan DBYBHY-2007'de "G+Q+E_x+0.3E_y" kombinasyonu için sağ mesnet momentinin arttığı, ancak düşey deprem etkisini de dikkate alan TBDY-2018'deki "G+Q+E_x+0.3E_y+0.3E_z" kombinasyonuna göre bu artışın daha da fazla olduğu görülmektedir. TS-500'e göre bu artış oranlarının PGA değerinin artması ile her iki deprem yönetmeliği için daha da arttığı görülmüştür. Örneğin; PGA değeri 0.322g için, DBYBHY-2007'ye göre bu oran (-141.90/-31.50=) 4.51, TBDY-2018'e göre bu oran (-155.90/-31.50=) 4.95 iken, PGA değeri 0.712g için, DBYBHY-2007'ye göre bu oran (-182.00/-31.50=) 5.78, TBDY-2018'e göre bu oran (-262.80/-31.50=) 8.34 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, TBDY-2018'e göre K101 kirişinin sağ mesnet momentinin DBYBHY-2007'ye göre

yaklaşık $(-262.80/-182.00=)$ 1.44 katı arttığı görülmektedir.



Şekil 7. PGA'ya göre K102 kirişinin sağ mesnet momenti (kN.m)

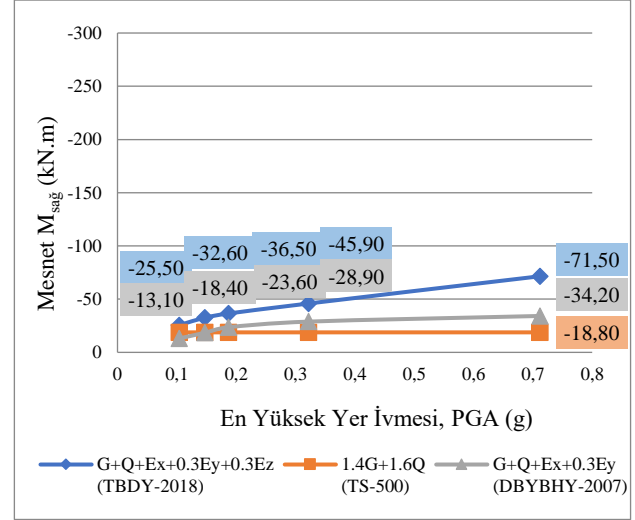
En yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBODY-2018'e göre K102 kirişinin sağ mesnetindeki moment değişimi Şekil 7'de verilmiştir. PGA değerinin artması ile her iki deprem yönetmeliği için sağ mesnet momentinin daha da arttığı görülmüştür. Örneğin, PGA değeri 0.712g için, TS-500'e göre bu artış oranları, DBYBHY-2007'ye göre $(-69.70/-13.60=)$ 5.13, TBODY-2018'e göre $(-140.70/-13.60=)$ 10.35 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, TBODY-2018'e göre K102 kirişinin sağ mesnet momentinin DBYBHY-2007'ye göre yaklaşık $(-140.70/-69.70=)$ 2.02 katı arttığı görülmektedir.



Şekil 8. PGA'ya göre K103 kirişinin sağ mesnet momenti (kN.m)

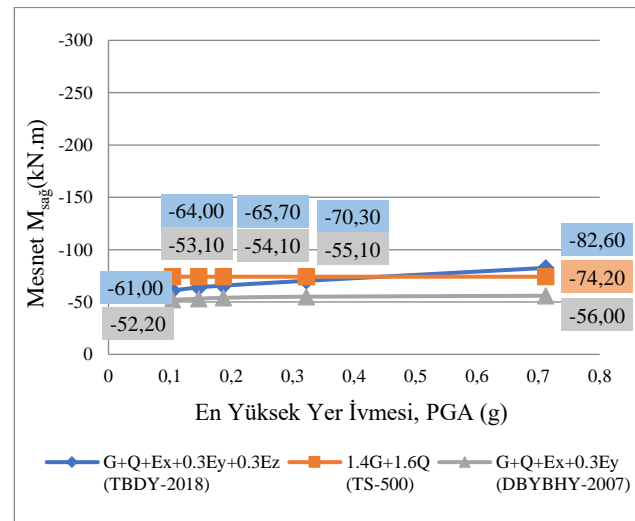
Ülkemizde en yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBODY-2018'e göre K103 kirişinin sağ mesnetindeki moment değişimi Şekil 8'de verilmiştir. PGA değerinin artması ile her iki deprem yönetmeliği için sağ mesnet momentinin daha da arttığı görülmüştür.

Örneğin, PGA değeri 0.712g için, TS-500'e göre bu artış oranları, DBYBHY-2007'ye göre $(-30.40/-9.20=)$ 3.30, TBODY-2018'e göre $(-75.40/-9.20=)$ 8.20 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, TBODY-2018'e göre K103 kirişinin sağ mesnet momentinin DBYBHY-2007'ye göre yaklaşık $(-75.40/-30.40=)$ 2.48 katı arttığı görülmektedir.



Şekil 9. PGA'ya göre K104 kirişinin sağ mesnet momenti (kN.m)

En yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBODY-2018'e göre K104 kirişinin sağ mesnetindeki moment değişimi Şekil 9'da verilmiştir. PGA değerinin artması ile her iki deprem yönetmeliği için sağ mesnet momentinin daha da arttığı görülmüştür. Örneğin, PGA değeri 0.712g için, TS-500'e göre bu artış oranları, DBYBHY-2007'ye göre $(-34.20/-18.80=)$ 1.82, TBODY-2018'e göre $(-71.50/-18.80=)$ 3.80 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, TBODY-2018'e göre K104 kirişinin sağ mesnet momentinin DBYBHY-2007'ye göre yaklaşık $(-71.50/-34.20=)$ 2.09 katı arttığı görülmektedir.



Şekil 10. PGA'ya göre K105 kirişinin sağ mesnet momenti (kN.m)

En yüksek yer ivmesi PGA, 0.104g ile 0.712g aralığında yer alan 5 farklı yer ivmesi için TS-500, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre K105 kirişinin sağ mesnetindeki moment değişimi Şekil 10'da verilmiştir. PGA değerinin artması ile her iki deprem yönetmeliği için sağ mesnet momentinin daha da arttığı görülmüştür. Fakat, TS-500 için bulunan moment değeri, DBYBHY-2007'ye göre bulunan moment değerlerinden daha fazla, TBDY-2018'e göre bulunan moment değerlerinden ise daha az olmaktadır. Örneğin, PGA değeri 0.712g için, DBYBHY-2007'ye göre bu oran (-56.00/-74.20=) 0.76, TBDY-2018'e göre bu oran (-82.60/-74.20=) 1.11 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, TBDY-2018'e göre K105 kirişinin sağ mesnet momentinin DBYBHY-2007'ye göre yaklaşık (-82.60/-56.00=) 1.48 katı arttığı görülmektedir.

Farklı 5 bölge için DBYBHY-2007'ye kıyasla TBDY-2018'deki eşdeğer deprem kuvvetindeki ve kirişlerin sağ mesnet momentlerindeki artış oranları Tablo 4'te verilmiştir. İkincil kirişlerdeki artış oranının çerçeve kirişe göre daha fazla olduğu görülmüştür. PGA değeri 0.104g için K101 çerçeve kirişinde artış oranı 3.26 iken, diğer ikincil kirişlerde bu artış oranının daha az olmasının nedeni ise, 5. derece deprem bölgesinde bulunmasından dolayı DBYBHY-2007'de yer alan "G+Q+E_x+0.3E_y" kombinasyonundaki deprem etkilerinin dikkate alınmamasıdır.

Tablo 4. Farklı bölgeler için TBDY-2018'deki, eşdeğer deprem kuvvetindeki (EDKAO) ve çerçeve ile ikincil kirişlerin sağ mesnet momentindeki artış oranları

Lokasyon	Karaman- Merkez	Ankara- Y.Mahalle	Çankırı- Kızılırmak	İstanbul- Silivri	Sakarya- Akyazı
2007 Deprem Bölgesi	5	4	3	2	1
PGA (g)	0.104	0.147	0.187	0.322	0.712
EDKAO	-	2.35	1.44	1.38	1.89
K101	3.26	1.62	1.14	1.10	1.44
K102	4.02	2.19	1.57	1.52	2.02
K103	3.05	2.27	1.80	1.83	2.48
K104	1.95	1.77	1.55	1.59	2.09
K105	1.17	1.21	1.21	1.28	1.48

Farklı 5 bölge için, deprem kombinasyonunda yer alan düşey deprem etkisinin çerçeve ve ikincil kirişlerin sağ mesnet momentlerindeki yüzde oranları Tablo 5'te verilmiştir. TBDY-2018'de yer alan "G+Q+E_x+0.3E_y+0.3E_z" kombinasyonunda yer alan düşey deprem etkisinin (0.3E_z) payı, çerçeve ve bir veya iki ucu kiriş mesnetlenen ikincil kirişlerde daha az (yaklaşık %2-

4) olurken, konsol kirişlerde yaklaşık %20'lerde olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Deprem kombinasyonunda yer alan düşey deprem etkisinin çerçeve ve ikincil kirişlerin sağ mesnet momentlerindeki yüzde oranı

Kiriş Adı	Deprem Bölgesi- PGA (g)	M _{sağ} (kN.m)		Oranı (%)
		G+Q+E _x + 0.3E _y +0.3E _z	0.3E _z	
K101	1 - 0.712	-262.80	-6.90	2.63
	2 - 0.322	-155.90	-3.70	2.37
	3 - 0.187	-116.40	-2.60	2.23
	4 - 0.147	-100.10	-2.20	2.20
	5 - 0.104	-70.30	-1.50	2.13
K102	1 - 0.712	-140.70	-3.00	2.13
	2 - 0.322	-83.20	-1.70	2.04
	3 - 0.187	-62.00	-1.20	1.94
	4 - 0.147	-53.20	-1.00	1.88
	5 - 0.104	-37.00	-0.70	1.89
K103	1 - 0.712	-75.40	-3.00	3.98
	2 - 0.322	-44.70	-1.70	3.80
	3 - 0.187	-33.30	-1.20	3.60
	4 - 0.147	-28.60	-1.00	3.50
	5 - 0.104	-20.10	-0.70	3.48
K104	1 - 0.712	-71.50	-4.30	6.01
	2 - 0.322	-45.90	-2.40	5.23
	3 - 0.187	-36.50	-1.60	4.38
	4 - 0.147	-32.60	-1.40	4.29
	5 - 0.104	-25.50	-0.90	3.53
K105	1 - 0.712	-82.60	-17.20	20.82
	2 - 0.322	-70.30	-9.40	13.37
	3 - 0.187	-65.70	-6.40	9.74
	4 - 0.147	-64.00	-5.40	8.44
	5 - 0.104	-61.00	-3.70	6.07

Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS-500), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) kapsamında, ülkemizin DBYBHY-2007'ye göre 5 farklı deprem bölgesine göre (Sakarya-Akyazı, İstanbul-Silivri, Çankırı-Kızılırmak, Ankara-Yenimahalle, Karaman-Merkez) belirlenen en yüksek yer ivmeleri (PGA) baz alınarak, bina doğal titreşim periyotları, toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış, betonarme çerçeve ve saplama/ikincil kirişlerin kesit tesirlerindeki değişimlerinin karşılaştırılması olarak incelenmesi amacıyla yönetmelik kurallarına uygun çerçeve sistemden oluşan beş katlı simetrik plana sahip betonarme bina modellenmiş ve eşdeğer deprem yükü yöntemi ile SAP2000 bilgisayar programında analizleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, her iki deprem doğrultusundaki bina doğal titreşim periyotlarının TBDY-2018'de daha fazla olduğu görülmüş olup, DBYBHY-2007'ye göre bu artış oranı yaklaşık 1.43 hesaplanmıştır. Periyotlardaki bu artışın, TBDY-2018'de taşıyıcı sistem elemanları olan kolon ve kirişlerin etkin kesit rijitliklerinin (kolon için 0.70, kiriş için 0.35) kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Ülkemizdeki 5 farklı deprem bölgesi için TBDY-2018'e göre eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan analizlerde, bina doğal titreşim periyotlarının artmasına rağmen taban kesme kuvvetinin DBYBHY-2007'ye kıyasla 2.35'e varan oranlarda arttığı görülmüştür. Ayrıca, 5. derece deprem bölgesinde bulunan ve DBYBHY-2007'ye göre deprem hesabı yapılmayan Karaman-Merkez (Enlem 37.181204°, Boylam 33.222289°) lokasyonu için x-x doğrultusunda 3137.80 kN, y-y doğrultusunda ise 3095.00 kN taban kesme kuvveti bulunmuştur.

İkincil kirişlerde, TBDY-2018'e göre bulunan sağ mesnet momentlerinin DBYBHY-2007'ye göre artış oranlarının çerçeve kirişe göre daha fazla olduğu görülmüştür. Örneğin, PGA değeri 0.712g için K101 çerçeve kirişinde bu artış oranı 1.44 iken, K102 (bir ucu kirişe mesnetlenen kiriş), K103 (iki ucu kirişe mesnetlenen kiriş), K104 (iki ucundan konsolla desteklenen kiriş) ve K105 (konsol kiriş) ikincil kirişlerinde bu artış oranları sırasıyla 2.02, 2.48, 2.09 ve 1.48 bulunmuştur.

TBDY-2018'de yer alan "G+Q+E_x+0.3E_y+0.3E_z" kombinasyonunda yer alan düşey deprem etkisinin (0.3E_z) payı, çerçeve ve bir veya iki ucu kirişe mesnetlenen ikincil kirişlerde ihmal edilebilecek kadar az (yaklaşık %2-4) olurken, konsol olan ikincil kirişlerde %20.82 olduğu görülmüştür. TBDY-2018'e göre, yeni bina tasarımlarında deprem kuvvetlerine karşı kapalı çıkma konsol kiriş donatılarının da benzer oranda artacağı, mevcut betonarme binaların güçlendirilmelerine ek olarak özellikle kapalı çıkma konsol kirişlerinde de güçlendirme gerekebileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçların, DBYBHY-2007'ye göre sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve

beşinci derece deprem bölgelerinde bulunan Sakarya-Akyazı (Enlem 40.683916°, Boylam 30.625268°), İstanbul-Silivri (Enlem 41.073672°, Boylam 28.24779°), Çankırı-Kızılırmak (Enlem 40.347449°, Boylam 33.987163°), Ankara-Yenimahalle (Enlem 39.967163°, Boylam 32.792587°), Karaman-Merkez (Enlem 37.181204°, Boylam 33.222289°) lokasyonları için geçerli olduğundan ve Türkiye Deprem Tehlike Haritasından farklı koordinatlar için farklı spektrum değerlerine erişilebileceğinden, farklı lokasyon ve bina modelleri için bu çalışma genişletilebilir.

Ayrıca, ikincil kirişlere ait kesit tesirlerinin, tüm iç kuvvetler göz önüne alınarak, mod birleştirme ve zaman tanım alanında analiz yöntemleri ile farklı katlı ve kat planlı modellemelerde incelenmesi başka bir çalışmanın konusu olabilir.

Kaynakça

- [1] A. Topçu, "Betonarme Taşıyıcı Sistem, Dün-Bugün, İyi-Kötü, Doğrular-Yanlışlar-Hasarlar," *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-İMO Bursa*, Bursa, 2017.
- [2] TS500, "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [3] İ. Yüksel, "Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri," *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol.24, no.1-2, pp.260-276, 2008.
- [4] M.M. Kassem, F.M. Nazri, E.N. Farsangi, B. Öztürk "Development of a uniform seismic vulnerability index framework for reinforced concrete building typology," *Journal of Building Engineering*, vol.47, 2022.
- [5] M.M.Kassem, F.M.Nazri, E.N.Farsangi, B.Öztürk, "Improved Vulnerability Index Methodology to Quantify Seismic Risk and Loss Assessment in Reinforced Concrete Buildings," *Journal of Earthquake Engineering*, pp.1-36, 2021.
- [6] H. Şahin , K.E. Alyamaç, A.R. Durucan, B. Demirel, M. Ulaş Açıkgöç, A.T. Bildik, C. Durucan, T. Demir, M. Ulucan, N. Demirbaş, "24 Ocak 2020 Mw 6.8 Sivrice/Elazığ Depremi Elazığ Bölgesi Yapısal Hasarlar İnceleme ve Analiz Raporu", Yapı ve Beton Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Fırat Üniversitesi*, Rapor No:2020/D001, Elazığ, Türkiye, 2020.
- [7] TBDY 2018, "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği", Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [8] M.H. Akyıldız, A.E. Ulu, K. Adar, "TBDY-2018'deki Yerel Zemin Koşullarının Deprem Kesit Tesirlerine Etkisi," *DÜMF Mühendislik Dergisi*, vol.12, no.4, pp.679-687, 2021.
- [9] G. Tunç, T. Tanfener, "2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi", *3.Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım, Güvenlik ve Erişebilirlik, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi*, Ankara, 2016.
- [10] İ. Ünsal, F.A. Öncel, M.F. Şahan, "TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Yapı Yüksekliğinin Taban Kesme Kuvveti ve Tepe

- Deplasmanı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi,” *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 8, no.4, pp.930-942, 2020.
- [11] A. Özmen, S. Erkut, “Deprem Etkisinde Çok Katlı Betonarme Bir Binanın TDY-2007 ve TBDY-2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Eşdeğer Deprem Yüklerinin Karşılaştırılması,” *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 4, no.2, pp.124-133, 2021.
- [12] C. Aksoylu, M.H. Arslan, “2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Betonarme Binalar İçin Yer Alan Farklı Deprem Kuvveti Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması Olarak İrdelenmesi,” *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, vol. 13, no.2, pp.359-374, 2021.
- [13] Y. Sümer, M. Hamsici, “Çok Katlı Betonarme Binalarda 2018 Deprem Yönetmeliği İle Tanımlanan Spektrum Eğrilerinin Etkisi,” *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 8, no. 2, pp.349-354, 2020.
- [14] A. Bozer, “Tasarım Spektral İvme Katsayılarının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırması,” *DÜMF Mühendislik Dergisi*, vol.11, no.1, pp.393-404, 2020.
- [15] M.S. Döndüren, Ş. Hava, A.S. Ecemiş, “Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi,” *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 9, no.2, pp.507-521, 2021.
- [16] E. Keskin, K.B. Bozdoğan, “2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi,” *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, vol. 4, no.1, pp.74-90, 2018.
- [17] N. Atmaca, A. Atmaca, S. Kılçık, “Comparison of 2018 and 2007 Turkish Earthquake Regulations,” *The International Journal of Energy & Engineering Sciences*, vol.4, no.2, pp.19-25, 2019.
- [18] O. Doğan, Y. Genç, “Türk Bina Deprem Yönetmeliği’ne Göre Düşey Deprem Kuvvetinin İkinci Mertebeden Taban Momentlerine Etkisi,” *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol.5, no.3, pp.244-249, 2019.
- [19] M.Ş. Yavaş, A.N. Teloğlu, Z. Celep, “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde Binaların Taşıyıcı Sisteminde Tanımlanan Düşey Deprem Etkisi Üzerine,” *5. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (SICEES)*, Ankara, 2019.
- [20] Y. Genç, “Türk ve Bazı Yabancı Deprem Yönetmeliklerine Göre Betonarme Binaların Analizinde Düşey Deprem Yük Etkilerinin Araştırılması,” Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2019.
- [21] SAP2000 v19, “Structural Software for Analysis and Design”, Computers and Structures, California-USA, 2017.
- [22] DBYBHY 2007, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 2007.
- [23] TS498, “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
- [24] URL-1: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>, Erişim tarihi: 31.12.2018.
- [25] O. Doğan, Y. Genç, O.G. Odacıoğlu, “Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Depreme Dayanımlı Tasarımında Uyumlu Perde-Çerçeve Davranışı İçin Minimum Perde Oranının Belirlenmesi,” *Politeknik Dergisi*, pp.1-1, 2021.

Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

“Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur”

“Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır”

Yazar Katkıları

Doğan: Çalışma konsepti ve tasarım, veri toplama, verilerin analizi ve yorumlanması, taslağın oluşturulması, revizyon.

Genç: Çalışma konsepti ve tasarım, veri toplama, verilerin analizi ve yorumlanması, taslağın oluşturulması, revizyon.

Akgül: Çalışma konsepti ve tasarım, taslağın oluşturulması, revizyon.