

Türk Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Düşey Deprem Kuvvetinin İkinci Mertebeden Taban Momentlerine Etkisi

Orhan DOĞAN^{*a}, Yunus GENÇ^b

^{a,*} Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

^b Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 27.08.2019
Kabul: 13.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Düşey deprem yük etkisi, ikinci mertbe etkileri, Türk Bina Deprem Yönetmeliği, betonarme bina.

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
odogan@kku.edu.tr

ÖZET

2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ile, betonarme bina analizlerinde, yatay deprem yükü ve görelî ötelenmelerden kaynaklı taban eğilme momentlerine ek olarak, düşey deprem etkilerinin de dikkate alınması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) kurallarına uygun beş katlı ve planda simetrik bir bina tasarlanmıştır. Yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine ilave olarak, görelî kat ötelenmeleri ve düşey deprem kuvvetlerine bağlı oluşan ikinci mertbe momentler hesaplanmış, ikinci mertbe momentlerin taban eğilme momentini ne oranda artırdığı araştırılmıştır.

Sonuç olarak, oluşan toplam ikinci mertbe taban momentlerinin, yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine oranla az olduğu görülmüştür. Ayrıca düşey deprem kuvvetlerinin oluşturduğu eğilme momentinin, görelî ötelenmelerden kaynaklı ikinci mertbe momentine oranının düşük olduğu görülmüştür.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.05>

The Effect Of Vertical Earthquake Force To Second Order Base Moments According To Turkish Building Earthquake Code

ARTICLE INFO

Received: 27.08.2019
Accepted: 13.12.2019

Keywords:

Vertical earthquake load effect, second order effects, Turkish Building Earthquake Code, reinforced concrete building.

***Corresponding**

Authors:
e-mail:
odogan@kku.edu.tr

ABSTRACT

With the Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018) which came into force in 2019, in addition to the base bending moments caused by horizontal earthquake load and relative displacements of the floors, in the analyses reinforced concrete building, the consideration of the effect of vertical earthquakes has become compulsory.

In this study, a five-storey and symmetrical building in compliance with the rules of the Regulation on Buildings to be Built in Earthquake Zones (DBYBHY-2007) was designed. In addition to the base bending moment due to the horizontal earthquake force, the second order moments due to the relative displacements of floors and the vertical earthquake forces are calculated, then how much second order moments increase the base bending moment has been investigated.

As a result, it is seen that the total second order base moments are less than the base bending moment formed by the horizontal earthquake force. In addition, the bending moment caused by the vertical earthquake forces is found quite less than the second order moment caused by the relative displacements of the floors.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.05>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye, diri fayların yer aldığı bir deprem ülkesidir. Deprem gerçekleşirken yer kabuğunda meydana gelen düşey ve yatay hareketler sonucunda, binaya yatay ve düşey deprem kuvvetleri

etkimektedir. Uygulamada 2019 yılına kadar düşey yer ivmelerinin yatay ivmelere oranla daha küçük olduğu ve binanın düşey doğrultuda daha güvenli olduğu varsayımıyla düşey deprem etkisi ihmal edilmiştir. Binaların üst yapı analizinde yatay yük

etkileri altında oluşan ikinci mertbe momentler dikkate alınmıştır.

Avrupa, Amerika, İran, Hindistan ve İsrail gibi ülkelerde düşey deprem etkisi uzun zamandır dikkate alınmakta iken, 2019 yılında yürürlüğe giren TBDY-2018 ile ülkemizde düşey deprem etkisi değerlendirmeye alınmaktadır. Buna bağlı olarak, düşey deprem kuvvetinden dolayı ikinci mertbe momentlerinde artış meydana geleceğinden, etkin görel kat ötelenmeleri ve ikinci mertbe etkileri için birtakım sınırlayıcı koşulların sağlanması için binanın daha rijit hale getirilmesi istenilmektedir.

Konuya ilişkin yapılan yakın çalışmalar incelendiğinde, düşey deprem etkilerinin, görel kat ötelenmelerinin yanı sıra kirişlerdeki deplasmanları, kolonlardaki aksel ve kesme kuvvetlerini, taban kesme kuvvetini ve devrilme momentini artırdığı, sonuç olarak düşey deprem etkisini dikkate alan analizlerde çok bileşenli spektrumun kullanılması ve depreme dayanıklı yapı tasarımında düşey deprem etkisinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır [1-12].

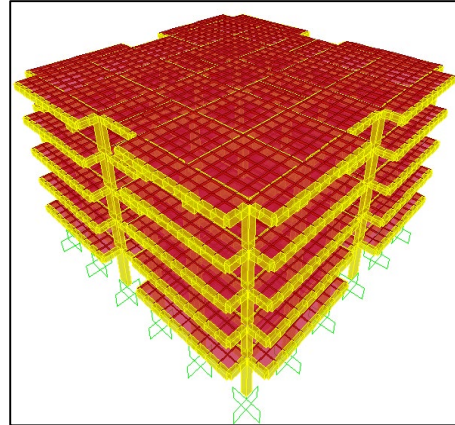
Bu çalışmada, yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine ilave olarak, görel kat ötelenmeleri ve düşey deprem kuvvetlerine bağlı oluşan ikinci mertbe momentlerin taban eğilme momentini ne oranda artırdığını araştırmak için Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) kurallarını sağlayan beş katlı ve planda simetrik örnek bir bina Sta4-CAD programı ile modellenmiş ve TBDY-2018'e göre eşdeğer deprem yükü etki ettirilerek, SAP2000 programları ile analizi yapılmıştır (Şekil 1.) [13-16].

2. YÖNTEM (METHOD)

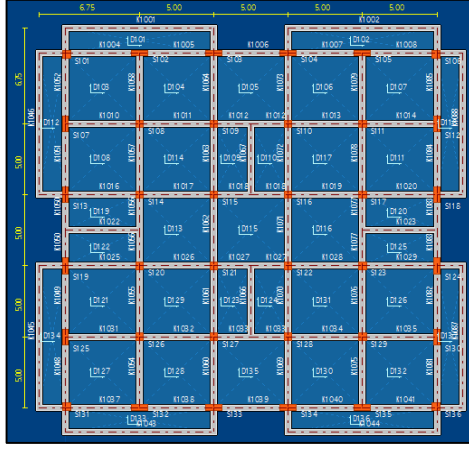
Bina geometrisi olarak, DBYBHY-2007 ve TS500 kurallarına uygun zemin+4 normal katlı betonarme çerçevesi, planda simetrik bir bina modellenmiş, zemin kat yüksekliği 4 m, diğer katlar ise 3 m, kat planı balkonlar da dikkate alındığında 28,50x28,50 m, döşeme kalınlıkları 15 cm, kiriş boyutları 40x50 cm, köşe kolon boyutları 55x55 cm, köşe kolonları hariç dış çerçeve kolon boyutları 110x40 cm ve iç kolon boyutları ise 50x50 cm olarak seçilmiştir [17].

Sabit ve hareketli yükler, TS 498'e uygun olarak seçilmiş; sabit yük olarak, normal kat döşemeleri için 212 kg/m², çatı katı döşemeleri içinse 149 kg/m², dış duvar yükü 19'lük tuğla için 320 kg/m², iç bölme duvar yükü ise 9'lük tuğla için 200 kg/m² ve hareketli yük olarak normal kat döşemeleri ve balkonlar için 500 kg/m², çatı katı döşemeleri için 150 kg/m² alınmıştır [18].

Deprem analizinde parametreler seçilirken en olumsuz koşullar göz önünde bulundurulmuş; idare binası için Bina Kullanım Sınıfı BKS=1,0 Bina Önem Katsayısı I=1,50, zemin sınıfı ZD, Türkiye Deprem Tehlike Haritasında Sakarya ili, Akyazı ilçesi, 40.683916 enlemi ve 30.625268 boylamında 50 yıl içerisinde aşılma olasılığı %10 olan DD-2 deprem yer hareketi düzeyine ait; kısa periyot ve 1 saniyelik periyot için sırasıyla harita spektral ivme katsayıları $S_S=1,748$, $S_1=0,473$, yerel zemin etki katsayıları $F_S=1,00$ ve $F_1=1,827$, tasarım spektral ivme katsayıları $S_{DS}=1,748$ ve $S_{D1}=0,864$ alınmıştır. Ayrıca Deprem Tasarım Sınıfı DTS=1a, Bina Yükseklik Sınıfı 16,00 m için BYS=6, taşıyıcı sistem davranış katsayısı süneklik düzeyi yüksek için R=8; dayanım fazlalığı katsayısı D=3, ampirik hâkim doğal titreşim periyodu 0,80 sn, $T_A=0,10$ sn ve $T_B=0,49$ sn, yatay elastik tasarım spektral ivmesi $S_{ac}(T)=1,08g$, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)=5,33$, azaltılmış tasarım spektral ivmesi $S_{aR}(T)=0,203g$, hareketli yük katılım katsayısı $n=0,3$, beton sınıfı C25, beton birim hacim ağırlığı 2,5 ton/m³ seçilmiş ve kontrollü hasar performans hedefini sağlamak üzere, dayanıma göre tasarım hesap esasları dikkate alınarak analizleri yapılmıştır [19].



(a)



(b)

Şekil 1. Örnek binanın (a) SAP2000 modeli (b) kat planı ((a) SAP2000 model (b) floor plan of the sample building)

Deprem analizine esas hesaplamalarda TBDY-2018 denklemleri kullanılmıştır. Binanın toplam kütlesi (m_t), sabit kütle ve hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanmış, 5165,39 ton olarak bulunmuştur. Toplam eşdeğer deprem yükü V_{IE} Eşitlik-1'e göre hesaplanmış 1046,20 ton olarak, binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ise $\Delta F_{NE}=39,23$ ton olarak hesaplanmıştır.

$$V_{IE} = m_t S_{ar}(T_p) \geq 0,4 m_t I S_{DsG} \quad (1)$$

Düşey deprem etkisi, sabit yük etkisi (G) ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına (S_{DS}) bağlı olarak Eşitlik 2'de verilen denkleme göre 5444,39 ton olarak hesaplanmıştır.

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

Burada sabit (G) ve hareketli yük (Q) etkilerini, x doğrultusundaki ($E_d^{(X)}$) ve z doğrultusundaki ($E_d^{(Z)}$) deprem etkisi Eşitlik 2'den ($2/3 * 1,748 * G =$) 1,165G olarak hesaplanmış, Eşitlik 3 kombinasyonu kullanılarak %30 düşey deprem etkisi ($0,3 * 1,165G =$) 0,35G olarak hesaplamada dikkate alınmıştır. Kar yükü bu kombinasyonda ayrıca dikkate alınmamış ancak sabit yüke dahil edilmiştir.

$$G+Q+E_d^{(X)}+0,3E_d^{(Z)} \quad (3)$$

Binanın i'inci katındaki kolonun etkin görelî kat ötelemesi (δ_i); azaltılmış görelî kat ötelemesine (Δ_i), taşıyıcı sistem davranış katsayısına (R) ve bina önem katsayısına (I) bağlı olarak Eşitlik 4'e göre belirlenmiştir.

$$\delta_i = (R/I) \Delta_i \quad (4)$$

Doğru duvar elemanlarının kolonlarla tamamen bitişik olduğu varsayılarak, betonarme binalar için κ katsayısı 1,00 ve 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketi düzeyi DD-3 için elastik tasarım spektral ivmesinin DD-2'ninkine oranı olan λ değeri 0,48 alınarak, i'inci katındaki kolonun en büyük etkin görelî kat ötelemesi değeri ($\delta_{i,max}$) hesaplanmış ve Eşitlik 5'de verilen koşulu sağladığı görülmüştür.

$$\lambda(\delta_{i,max}/h_i) \leq 0,008\kappa \quad (5)$$

3. BULGULAR (FINDINGS)

Bu çalışmada, DBYBHY-2007 şartlarını sağlayan beş katlı ve planda simetrik tasarlanan bir binanın TBDY-2018'e göre deprem analizi yapılmış, yatay deprem kuvvetinden dolayı oluşan taban eğilme momenti (Tablo 1.) ile görelî kat ötelenmelerinin oluşturduğu ikinci mertebe momentler (Tablo 2.) ve düşey deprem kuvvetinin oluşturduğu ikinci mertebe momentler (Tablo 3.) verilmiştir.

Tablo 1. Yatay deprem kuvvetinin bina tabanında oluşturacağı eğilme momenti (Base bending moment caused by horizontal earthquake force)

| i | m_i (t) | H_i (m) | $m_i H_i$ (tm) | $m_i H_i / \sum m_i H_i$ | $V_{IE} - \Delta F_{NE}$ (t) | F_{IE} (t) | h_i (m) | $\sum M_{i,yatay}$ (tm) |
|--------------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| 5.kat | 695,23 | 16,00 | 11123,68 | 0,2281 | 1006,97 | 268,88 | 3,00 | 806,64 |
| 4.kat | 1098,40 | 13,00 | 14279,20 | 0,2928 | | 294,79 | 3,00 | 884,37 |
| 3.kat | 1098,40 | 10,00 | 10984,00 | 0,2252 | | 226,76 | 3,00 | 680,28 |
| 2.kat | 1098,40 | 7,00 | 7688,80 | 0,1576 | | 158,73 | 3,00 | 476,19 |
| 1.kat | 1174,96 | 4,00 | 4699,84 | 0,0964 | | 97,03 | 4,00 | 388,12 |
| Toplam, $\sum M_{yatay}$ | | | | | | | | 3235,60 |

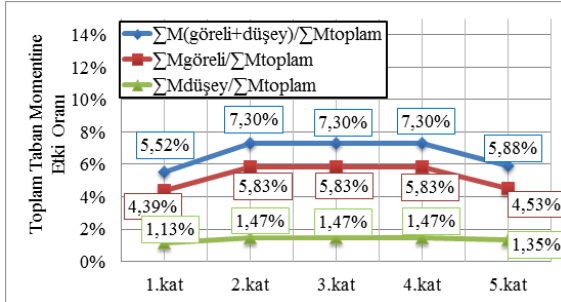
Tablo 2. Görelî kat ötelenmelerine bağlı ikinci mertebe bina taban momentleri (Second order base bending moments caused by relative lateral displacement)

| i | h_i (m) | $\delta_{i,max}$ (m) | $\Delta_{i,max}$ (m) | u_i (m) | g_i (t) | q_i (t) | g_i+q_i (t) | $\sum M_{i,görelî}$ (tm) |
|---------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| 5. kat | 3,00 | 0,0500 | 0,0094 | 0,0500 | 660,80 | 114,75 | 775,55 | 38,78 |
| 4. kat | 3,00 | 0,0500 | 0,0094 | 0,0406 | 983,65 | 382,50 | 1366,15 | 55,47 |
| 3. kat | 3,00 | 0,0500 | 0,0094 | 0,0313 | 983,65 | 382,50 | 1366,15 | 42,76 |
| 2. kat | 3,00 | 0,0500 | 0,0094 | 0,0219 | 983,65 | 382,50 | 1366,15 | 29,92 |
| 1. kat | 4,00 | 0,0667 | 0,0125 | 0,0125 | 1060,21 | 382,50 | 1442,71 | 18,03 |
| Toplam, $\sum M_{görelî}$ | | | | | | | | 184,96 |

Tablo 3. Düşey deprem kuvvetine bağlı ikinci merteye bina taban momentleri (Second order base bending moments caused by vertical earthquake force)

| i | g_i (t) | $E_{di}^{(z)}$ (t) | $0,30 \times E_{di}^{(z)}$ (t) | u_i (m) | $\sum M_{i,düşey}$ (tm) |
|----------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|
| 5. kat | 660,80 | 770,05 | 231,02 | 0,0500 | 11,55 |
| 4. kat | 983,65 | 1146,28 | 343,88 | 0,0406 | 13,96 |
| 3. kat | 983,65 | 1146,28 | 343,88 | 0,0313 | 10,76 |
| 2. kat | 983,65 | 1146,28 | 343,88 | 0,0219 | 7,53 |
| 1. kat | 1060,21 | 1235,50 | 370,65 | 0,0125 | 4,63 |
| Toplam, $\sum M_{i,düşey}$ | | | | | 48,43 |

Yatay deprem kuvvetinin bina tabanında oluşturacağı eğilme momenti ($E_d^{(X)}$) 3235,60 tm olup, görel kat ötelenmelerine bağlı (P-Delta) ikinci merteye bina taban momentleri 184,96 tm ilave bir moment getirerek %5,71 taban momentleri artışına sebep olmuştur. %30 düşey deprem kuvvetine ($0,30E_d^{(z)}$) bağlı ikinci merteye bina taban momentleri 48,43 tm ilave bir moment getirerek %1,50 taban momentleri artışına sebep olmuştur. Burada, görel kat ötelenmeleri ve %30 düşey deprem kuvvetine bağlı oluşan ikinci merteye bina taban momentleri toplamının %7,21 olduğu görülmüştür. Düşey deprem etkisinden dolayı oluşan taban momentinin, görel kat ötelenmelerinden dolayı oluşan taban momentine oranı yaklaşık %27 olup, etki oranının çok düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Her Bir Katın İkinci Merteye Momentlerinin Toplam Taban Eğilme Momentine Etkisi (Effect of Second Order Bending Moments of Each Floor on Total Base Bending Moment)

Birinci katın yüksekliği 4,00 m, diğer katların yüksekliği 3,00 m olduğundan dolayı, görel kat ötelenmesi diğer katlara oranla birinci katta daha fazla gerçekleştiği için taban momentine etkisi de daha büyük olmuştur (Tablo 2 ve Tablo 3.). Ancak birinci katta oluşan yatay deprem kuvveti üst katlara oranla çok daha yüksek olması nedeniyle birinci katın ikinci

meretebe momentinin toplam taban eğilme momentine etki oranının daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2). Beşinci katta ise şartname gereği çatı katına etki ettirilen ilave ΔF_{NE} 'den dolayı, çatı katına etkiyen deprem kuvveti diğer normal katlardan daha büyük olsa da hareketli yükü az olduğundan ve duvar yükleri olmadığından çatı katının toplam taban momentine etkisi daha düşük olmuştur.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Depreme dayanıklı bina tasarımında yatay deprem etkisi önemli bir parametre iken, 2019 yılı başında yürürlüğe giren TBDY-2018 şartnamesi gereği görel ötelenmeye bağlı düşey deprem etkisinin hesaplamalara %30 oranında dâhil edilmesi ile binanın tabanında oluşacak eğilme momentinin ne oranda artacağı bu çalışmada araştırılmıştır.

TBDY-2018 ile yatay görel kat ötelenmelerinin azaltılmış olması, duvar vb. taşınan diğer elemanların daha az hasar göreceği anlamına gelirken, diğer taraftan ikinci merteye momentlerin taban momentine etkisini daha da azaltmıştır. Dolayısı ile seçilen 5 katlı bina modelinin, TBDY-2018'e göre maksimum etkin görel kat ötelenme yapması halinde, binada oluşacak ikinci merteye taban momentinin yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban momentine oranının yaklaşık %5,71 olduğu, düşey deprem etkisinin de %30 oranında dâhil edilmesi ile bu oranın %7,21'e çıktığı, sonuç olarak düşey deprem etkisinin oluşturduğu taban momentinin toplam taban momentine oranla ihmal edilecek bir düzeyde olduğu görülmüştür.

Ancak, TBDY-2018 gereği düşey deprem etkisinin hesaplamalara %30 oranında dâhil edilmesi, bu örnek modelde tespit edildiği gibi, düşey ve yatay taşıyıcı elemanlarda yaklaşık %35 oranında ilave yük artışına sebep olmaktadır. Ayrıca bu çalışma ile, optimum tasarlanmış temellerin taban basıncındaki benzer oranda artışlarla zemin taşıma kapasitesinin aşılmasına, bunun sonucu olarak da farklı oturmalarından kaynaklı hasarlara ve temelde toptan eğilmelere hatta devrilmelere sebep olabileceğinden, binanın temel ve zemini ile birlikte modellenerek analiz edilmesinin önemi ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] M.A. Gürel ve M. Kısa, "Deprem Hareketinin Düşey Bileşeninin Çeşitli Yapı Elemanları Üzerindeki Etkileri ve Hasar Potansiyeli", *Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu*, ECAS 2002, Ankara, Turkey, 14 October 2002.

- [2] E. Doğan ve M. Elmas, “Binalarda Düşey Deprem Etkisinin Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile İncelenmesi”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol 8, no. 1, pp. 9-17, March 2004.
- [3] A. Rahai, “Effect of Earthquake Vertical Motion on RC Bridge Piers”, *13th World Conference on Earthquake Engineering*, 13 WCEE, Vancouver, B.C., Canada, 1-6 August 2004.
- [4] E. Kalkan ve V. Graizer, “Multi-Component Ground Motion Response Spectra for Coupled Horizontal, Vertical, Angular Accelerations, and Tilt”, *ISET Journal of Earthquake Technology*, vol. 44, no. 1, pp. 259-284, March 2007.
- [5] S. Kunnath, N. Abrahamson, Y.H. Chai, E. Erduran ve Z. Yılmaz, “Development of Guidelines for Incorporation of Vertical Ground Motion Effects in Seismic Design of Highway Bridges”, *California Department of Transportation, CA/UCD-SESM-08-01*, pp. 1-120, May 2008.
- [6] A. Kadid, D. Yahiaoui ve R. Chebili, “Behaviour of Reinforced Concrete Buildings Under Simultaneous Horizontal and Vertical Ground Motions”, *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*, vol. 11, no. 4, pp. 463-476, January 2010.
- [7] S. Baş, M. Sevinç, İ. Kalkan ve S. Aykaç, “Düşey Deprem Etkisi Altındaki Çok Katlı Betonarme Yapıların Davranışının İncelenmesi”, *3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir, Turkey, 14-16 October 2015.
- [8] G. Eren ve K. Beyen, “Düşey Deprem Etkisinde Tipik Bir Binada Gözlenen Performansın Tartışılması”, *Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Turkey, 11-15 May 2015.
- [9] M.E. Aydemir ve S. Jakayev, “Düzenli Bir Betonarme Binada Düşey Deprem Bileşeninin Yapısal Davranışa Etkisi”, *Afet ve Risk Dergisi*, vol. 2, no. 1, pp. 1-13, April 2019.
- [10] M.A. Kalaylı, “Depremde Devrilmeye Karşı Bina Yükseklik/Genişlik Oranının Zemin Yatak Katsayısına Bağlı Olarak Bilgisayar Destekli Optimum Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2017.
- [11] 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.
- [12] B. Öztürk, "Seismic Drift Response of Building Structures in Seismically Active and Near-Fault Regions", Ph.D.Thesis, Purdue University, Dept. of Civil Engineering, West Lafayette, IN, U.S.A, 2003.
- [13] DBYBHY 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 2007.
- [14] TBDY 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [15] STA4CAD v14, Yapıların Üç Boyutlu Dinamik Analiz ve Tasarımını Yapabilen Bilgisayar Programı, STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., Turkey, 2018.
- [16] SAP2000 v19.1.1, Integrated Solution for Structural Analysis and Design, Computers and Structures Inc., Berkeley, CA, USA, 2017.
- [17] TS500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [18] TS498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
- [19] URL-1: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Accessed: 31.12.2018)

Orhan DOĞAN

Orhan DOĞAN, 1967'de Kayseri'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri'de tamamladı. 1989'da İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü fakülte birinciliğiyle tamamlayarak, 1990'da Arş.Gör. oldu, 1993'te yüksek lisans eğitimini tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi adına 1993-YÖK YLS Bursunu kazanarak, İngiltere Cardiff Üniversitesinde Yapı ABD'da doktora öğrenimini ve European Union-British Steel ortaklığındaki AB projesini 1997'de tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi Yapı ABD'nda 1997'de Yrd.Doç, 2015'te Doç.Dr. unvanı ile Bölüm Başkanlığı görevine devam etmektedir. Dekan Yardımcılığı, Yapı-Zemin Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Yapı İşleri Daire Başkanlığı gibi idari görevlerde bulunmuştur. Çok sayıda bilirkişilik, bina inceleme, güçlendirme, GES, RES, BES, HES projelerinde danışmanlık ve kabul komisyon üyeliği yapmıştır.

Yunus GENÇ

Yunus GENÇ, 1987 yılında Kırıkkale'nin Keskin ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da bulunan Batuhan İlköğretim Okulunda tamamladı. 2001 yılında Ankara Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesini kazanıp eğitimine devam etti ve 2005 yılında buradan mezun oldu. Aynı yıl başladığı Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği ve 2007 yılında çift anadal programından başladığı Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümlerinden 2009 yılında mezun oldu. 2013 yılında Orman Genel Müdürlüğü'ne İnşaat Mühendisi olarak atandı. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalında başlamış olduğu yüksek lisansını 2019 yılında tamamladı. Orta seviyede İngilizce bilen Sayın GENÇ, evli ve 1 çocuk babasıdır.