

Araştırma Makalesi / Research Article

**Betonarme Çerçevelerde Farklı Deprem Yer Hareketi
Düzeyi Etkilerinin İncelenmesi**

*¹Veli BAŞARAN, ²Murat HİÇYILMAZ

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, vbasaran@aku.edu.tr, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2943-0528>

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, mail murathicyilmaz@aku.edu.tr, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4132-4285>

Geliş / Received: 16.05.2020;

Kabul / Accepted: 03.06.2020

Öz

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY18) ve deprem tehlike haritası 2018 yılında yayınlanmıştır. Bu yönetmelikte dört farklı deprem yer hareketi düzeyi (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) tanımlanmıştır. Ayrıca, deprem yer hareketi düzeylerine ve zemin sınıflarına karşılık gelen spektral ivme katsayıları sismik tehlike haritasında verilmiştir. Bu çalışmada, farklı deprem yer hareketi düzeyleri ve zemin sınıfları için betonarme çerçevelerdeki taban kesme kuvvetleri, görelî kat ötelenmeleri ve kirişlerdeki eğilme momenti değerleri hesap edilmiştir. Hesaplamalarda 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeve modelleri kullanılmıştır. Çerçeve modelleri, TBDY18, TS500 ve TS498 yönetmelik şartlarını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Analizler, mod birleştirme yöntemi kullanılarak SAP2000 yapısal analiz programıyla yapılmıştır. Afyonkarahisar Merkezi için ZA, ZB, ZC, ZD, ZE zemin sınıfları ve dört deprem yer hareketi düzeyine göre deprem tehlike haritasından spektral ivme katsayıları belirlenmiştir. Analizler sonucunda deprem yer hareketi düzeyleri ve zemin sınıflarına göre iki çerçeveye ait taban kesme kuvvetleri, görelî kat ötelenmeleri ve kirişlerdeki eğilme momenti değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Deprem yer hareketi düzeyi, Zemin sınıfı, Mod birleştirme yöntemi, Betonarme çerçeve.

*¹Sorumlu yazar / Corresponding author

Bu makaleye atıf yapmak için

Başaran, V., & Hiçyılmaz, M. (2020). Betonarme çerçevelerde farklı deprem yer hareketi düzeyi etkilerinin incelenmesi. *Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology (JICIVILTECH)*, 2(1), 27-41.

Investigation of Different Earthquake Ground Motion Level Effects in Reinforced Concrete Frames

Abstract

Turkish Building Earthquake Code (TBEC18) and Earthquake Hazard Map were published in 2018. In TBEC18, four different earthquake ground motion levels (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) are defined. Furthermore, the spectral acceleration coefficients corresponding to earthquake ground motion levels and soil classes are given on the seismic hazard map. In this study, the ground shear forces in the reinforced concrete frames, relative floor displacements and bending moment values in beams were calculated for various earthquake ground motion levels and soil classes. 5-layer and 10-layer reinforced concrete frame models are used in the calculations. The frame models are designed to meet the TBEC18, TS500 and TS498 code requirements. The analyses were carried out using the SAP2000 structural analysis program by using the modal combination method. Spectral acceleration coefficients were taken from the earthquake hazard map of Afyonkarahisar City Centre according to soil classes ZA, ZB, ZC, ZD, ZE and four earthquake ground motion levels. The ground shear forces, relative floor displacements and bending moment values of the two frames were compared according to the earthquake ground motion levels and soil classes.

Keywords: *Turkish Building Earthquake Code 2018, Earthquake ground motion level, Soil class, Modal combination method, Reinforced concrete frame.*

1. Giriş

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve deprem tehlike haritası 2018 yılında yayınlanmıştır. Yeni deprem yönetmeliği ve deprem tehlike haritası ile birlikte birtakım değişiklikler olmuştur.

Bu yönetmelikte dört farklı deprem yer hareketi düzeyi (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) tanımlanmıştır. Ayrıca, bu deprem yer hareketi düzeylerine ve zemin sınıflarına (ZA, ZB, ZC, ZD, ZE) karşılık gelen spektral ivme katsayıları sismik tehlike haritasında verilmiştir.

Literatür taraması yapıldığında yeni yönetmeliğe ilişkin çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Öztürk (2018) tarafından yapılan çalışmada, İç Anadolu Bölgesinde dört farklı deprem bölgesinde yer alan 4 farklı ilde, 2 farklı zemin cinsi ve 2 farklı periyot değeri için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) ve DBYYHY (2007) karşılaştırması yapılmıştır. Çalışma neticesinde yeni deprem yönetmeliğinin köklü değişiklikler getirdiği belirtilerek, deprem tehlike haritasının zayıf dayanıma sahip zeminlerde ve yapı periyotunun 1 sn'den düşük olduğu durumlarda spektral ivmeleri büyük ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sucuoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada, 2019 yılında yürürlüğe giren TBDY (2018) kapsam bakımından incelenmiştir. Yönetmelikle ilgili en önemli gelişmelerin, sahaya özel deprem tehlikesi tanımı ile yüksek binalar, deprem yalıtımlı binalar ve kazıklı

temellerin deprem tasarımı olduğu belirtilmiştir.

Kap, Özgan ve Uzunoğlu (2019) tarafından, mevcut betonarme bir okul binasının TBDY (2018) göre incelenmesi yapılmıştır. Beton basınç dayanımları, taşıyıcı elemanlarındaki donatı miktarları, temel özellikleri ve zemin özelliklerine bağlı olarak yapılan performans analizleri neticesinde güçlendirme tavsiye edilmiştir.

Keskin ve Bozdoğan (2018), DBYYHY (2007) ve TBDY (2018) yönetmeliklerinin Kırklareli İli özelinde değerlendirilmesini yapmışlardır. Öncelikle eski ve yeni yönetmelikler için elastik tasarım spektrumları karşılaştırılmıştır. Bununla beraber, farklı zemin sınıfları için 4 katlı bir binanın deprem analizleri gerçekleştirilmiştir.

Seyrek (2020) tarafından yeni Türkiye sismik tehlike haritasının Ege bölgesi için değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu bölgede 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip tehlike seviyeleri dikkate alınarak elde edilen maksimum yer ivmesi değerleri, eski ve yeni tehlike haritalarına göre karşılaştırılmıştır. Bununla beraber Ege Bölgesinde bulunan sekiz il için yerel zemin koşullarının tasarım spektrumları üzerinde etkileri de incelenmiştir.

Çavdar ve Yolcu (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ise mevcut bir betonarme okul binasının yatay ve düşey düzensizlik durumları, Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e bağlı olarak incelenmiştir. Sonuç olarak yeni deprem

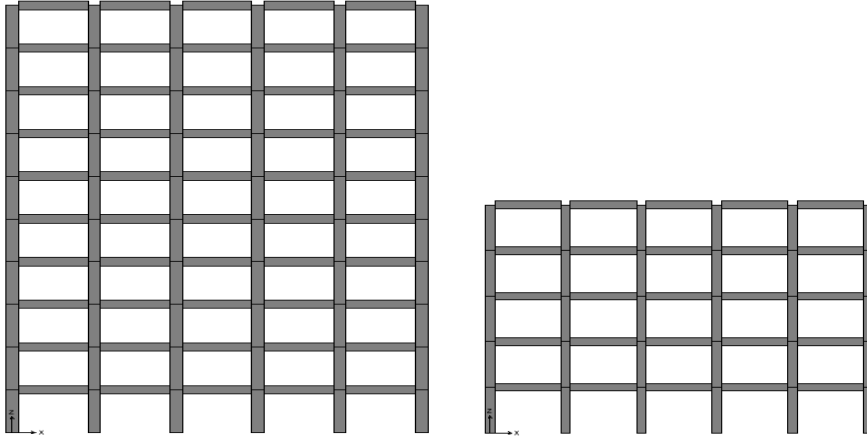
yönetmeliğinin binaların konumuna göre verilerin alınabilmesi bakımından olumlu yönde geliştiği bununla beraber bazı yeniliklerin yapı tasarımında karmaşık hesap metotlarının kullanılmasını gerektirdiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada, Afyonkarahisar Merkezi için ZA, ZB, ZC, ZD, ZE zemin sınıfları ve dört deprem yer hareketi düzeylerine göre hesap edilen spektral ivme katsayıları kullanılarak mod birleştirme yöntemine göre yapılan analizler sonucunda 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeve modellerin taban kesme kuvveti değerleri, görelî kat ötelenmesi değerleri ve kat kirişlerindeki en büyük moment

değerleri hesap edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada, 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeve modelleri kullanılmıştır (Başaran, 2018). Çerçeve modelleri, TBDY2018, TS500 ve TS498'e uygun olarak tasarlanmış, beton sınıfı C25/30, beş açıklıklı, açıklık mesafeleri 4.00 m ve kat yükseklikleri 3.00 m'dir. Kiriş ebatları 5 katlı çerçevede 25x50 cm, 10 katlı çerçevede 30x60 cm, kolon ebatları ise 5 katlı çerçevede 50x50 cm, 10 katlı çerçevede 60x60 cm'dir. Analizde kullanılan çerçeve modelleri Şekil 1'de verilmiştir.



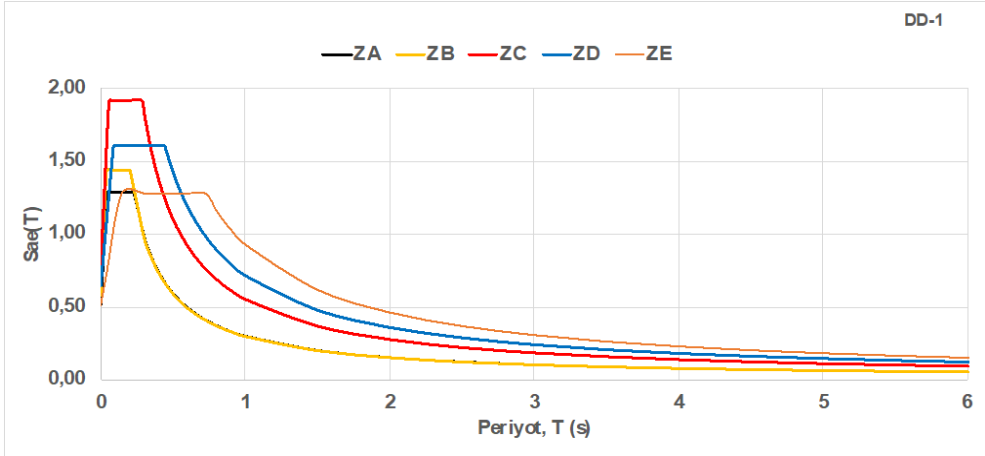
Şekil 1. Analizde kullanılan çerçeve modelleri (Başaran, 2018).

Betonarme çerçeve modellerinin analizi SAP2000 yapısal analiz programı ile yapılmıştır. Katlar rijit diyafram olarak modellenmiş, kolon ve kirişlerde etkin kesit rijitlikleri tanımlanmıştır. Betonarme çerçevelere TBDY2018'e uygun olarak mod birleştirme yöntemi ile yapılan analizler sonucunda taban kesme kuvveti değerleri, görelî kat

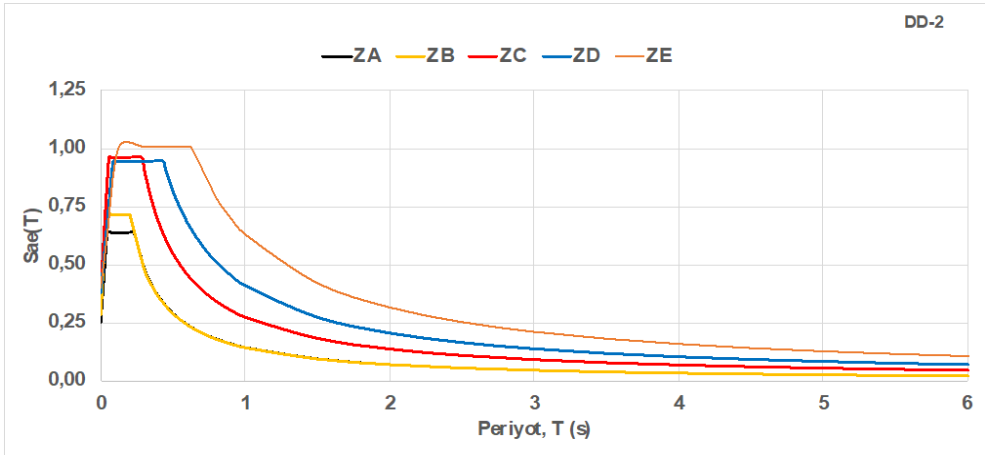
ötelenmesi değerleri ve kat kirişlerindeki en büyük eğilme momenti değerleri hesap edilmiştir. Mod birleştirme yönteminin uygulanmasında TBDY2018 ve Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına göre Afyonkarahisar Merkezi için ZA, ZB, ZC, ZD, ZE zemin sınıfları ve DD-1, DD-2, DD-3, DD-4 deprem yer hareketi düzeylerine göre

hesap edilmiş yatay elastik tasarım spektrumları kullanılmıştır. Hesap edilen bu yatay elastik tasarım spektrumları azaltılmış yatay elastik spektrumlarına dönüştürülmüştür. Hesaplamalarda, bina kullanım sınıfı (BKS) 3, taşıyıcı sistem davranış

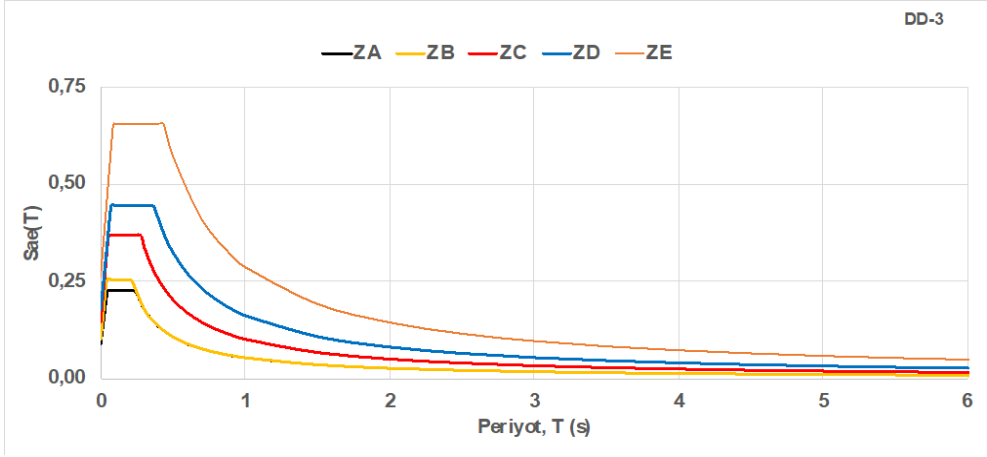
katsayısı (R) değeri 8, dayanım fazlalığı katsayısı değeri (D) 3, hareketli yük kütle katılım katsayısı (n) değeri 0.3 olarak kabul edilmiştir. Yatay elastik tasarım spektrumlarına ait grafikler Şekil 2- Şekil 5’de verilmiştir.



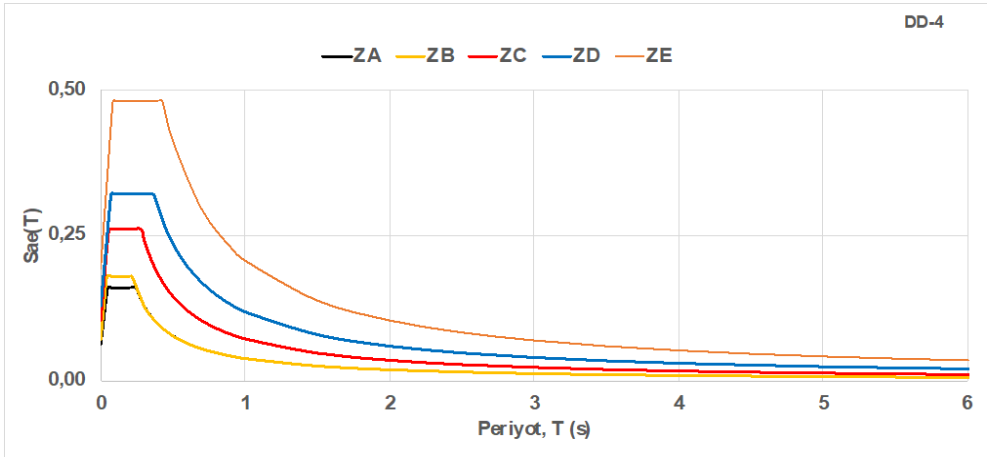
Şekil 2. DD-1 için zemin sınıflarına göre yatay elastik tasarım spektrumları.



Şekil 3. DD-2 için zemin sınıflarına göre yatay elastik tasarım spektrumları.



Şekil 4. DD-3 için zemin sınıflarına göre yatay elastik tasarım spektrumları.



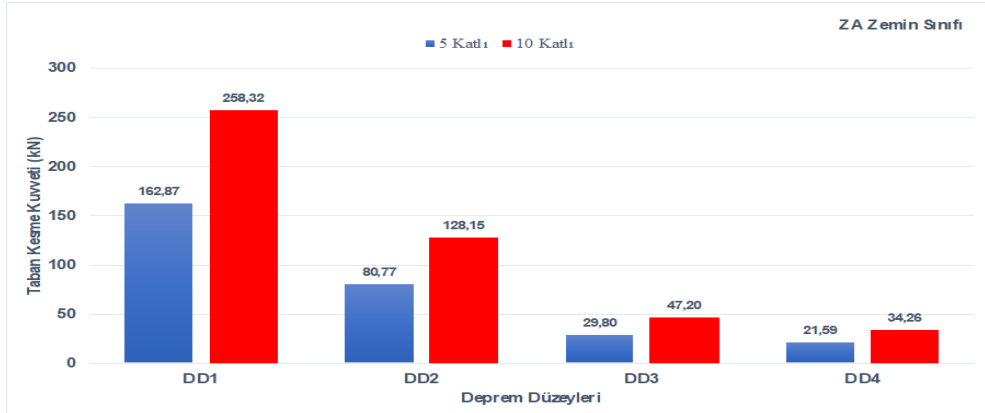
Şekil 5. DD-4 için zemin sınıflarına göre yatay elastik tasarım spektrumları.

3. Bulgular

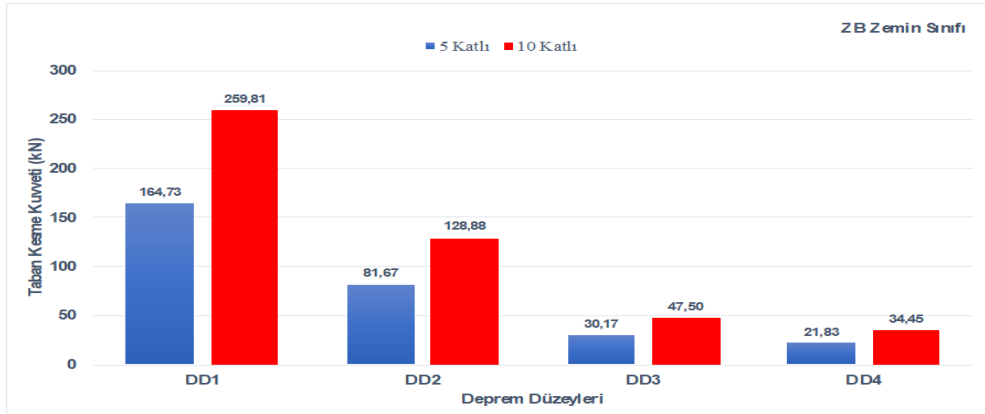
3.1 Taban kesme kuvveti değerleri

Analizler sonucunda, dört farklı deprem yer hareketi düzeyi ve beş farklı zemin

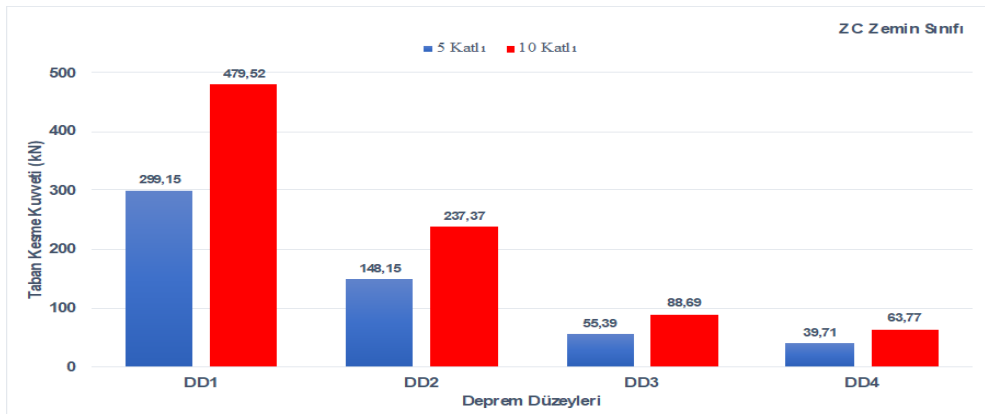
sınıfına göre 5 ve 10 katlı betonarme çerçeve modelleri için elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 6-Şekil 10'da verilmiştir.



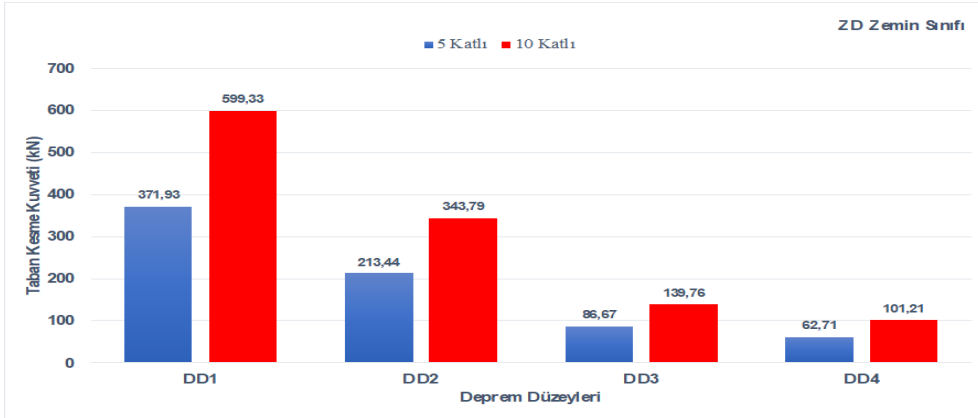
Şekil 6. ZA zemin sınıfı için dört deprem yer hareketi düzeyine göre taban kesme kuvveti değerleri.



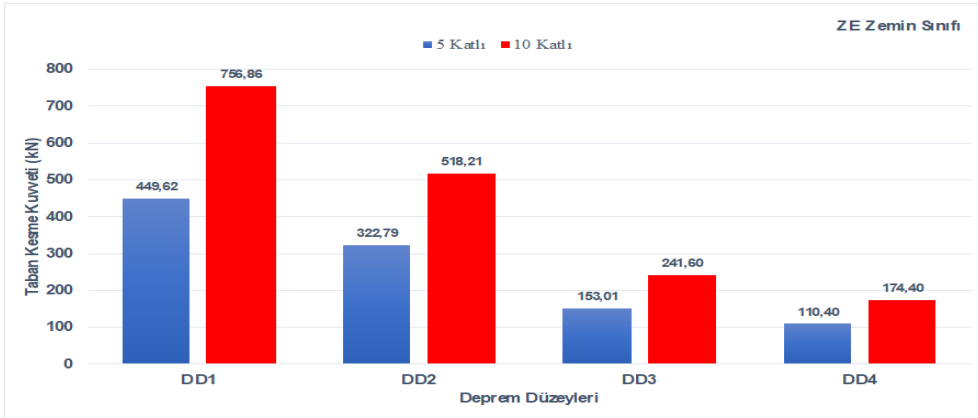
Şekil 7. ZB zemin sınıfı için dört deprem yer hareketi düzeyine göre taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 8. ZC zemin sınıfı için dört deprem yer hareketi düzeyine göre taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 9. ZD zemin sınıfı için dört deprem yer hareketi düzeyine göre taban kesme kuvveti değerleri.



Şekil 10. ZE zemin sınıfı için dört deprem yer hareketi düzeyine göre taban kesme kuvveti değerleri.

5 katlı betonarme çerçeve modeli için taban kesme kuvveti değerleri, DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.01, 1.84, 2.28, 2.76 kat artış göstermiştir. Taban kesme kuvveti değerindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.01, 1.83, 2.64, 4.00 kat, DD-3 için 1.01, 1.86, 2.91, 5.13 kat ve DD-4 için 1.01, 1.84, 2.90, 5.11 kat olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde taban kesme kuvveti değerleri yine ZA zemin sınıfı referans alındığında, DD-1 için sırasıyla

1.01, 1.86, 2.32, 2.93 kat, DD-2 için 1.01, 1.85, 2.68, 4.04 kat, DD-3 için 1.01, 1.88, 2.96, 5.12 kat, DD-4 için 1.01, 1.86, 2.95, 5.09 kat artmıştır.

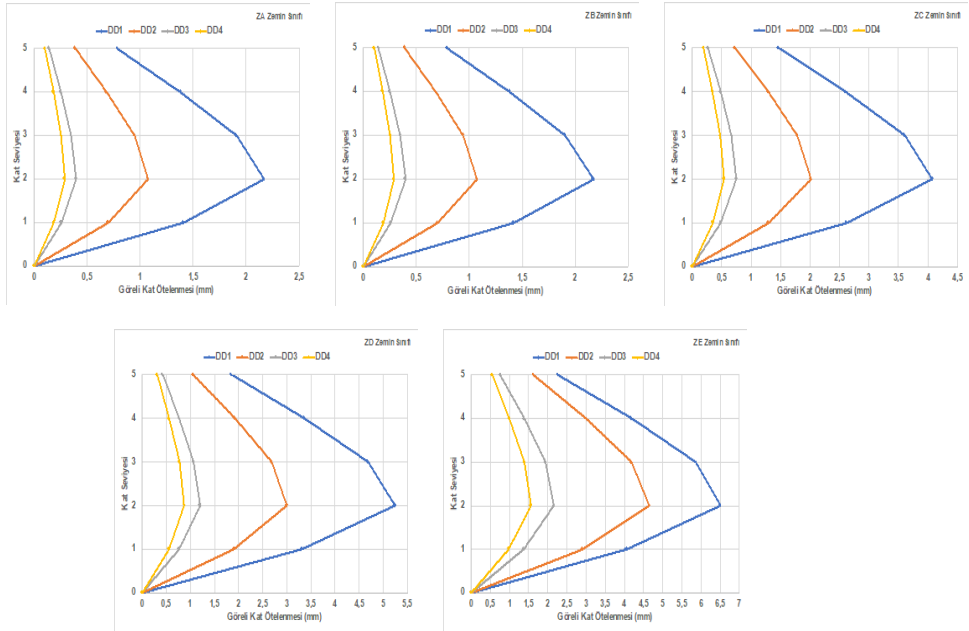
DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için taban kesme kuvveti değerlerindeki değişim incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değerlerde azalma meydana gelmiştir. 5 katlı betonarme çerçeve modelinde taban kesme kuvvetlerindeki azalma yüzde olarak

sırasıyla ZA için %50.41, %81.70, %86.74, ZB için %50.42, %81.69, %86.75, ZC için %50.48, %81.48, %86.72, ZD için %42.61, %76.70, %83.14 ve ZE için %28.21, %65.97, %75.45 olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde yine DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alındığında taban kesme kuvvetleri ZA için sırasıyla %50.39, %81.73, %86.74, ZB için %50.39, %81.72, %86.74, ZC için %50.50, %81.50, %86.70,

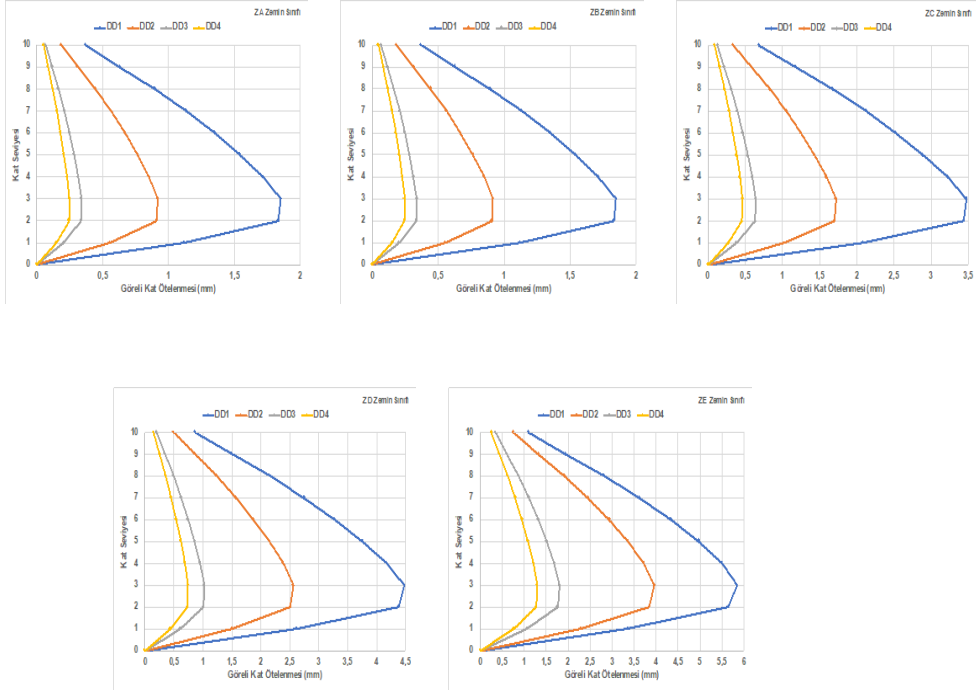
ZD için %42.64, %76.68, %83.11, ZE için %31.53, %68.08, %76.96 azalmıştır.

3.2 Görelî kat ötelenmesi değerleri

Analizler sonucunda, dört farklı deprem yer hareketi düzeyi ve beş farklı zemin sınıfına göre elde edilen görelî kat ötelenmesi değerleri 5 katlı betonarme çerçeve modeli için Şekil 11'de ve 10 katlı betonarme çerçeve modeli için Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 11. 5 katlı betonarme çerçeve için görelî kat ötelenmesi değerleri.



Şekil 12. 10 katlı betonarme çerçeve için görel kat ötelenmesi değerleri.

Deprem yer hareketi düzeyi ve zemin cinsine göre elde edilen görel kat ötelenmesi değerlerine ait değişimler incelenirken her bir çerçeve modeli için bütün katlardan elde edilen değişim oranlarının ortalamaları dikkate alınmıştır. 5 katlı betonarme çerçeve modeli için görel kat ötelenmesi değerleri, DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.00, 1.87, 2.40, 2.97 kat artış göstermiştir. Görel kat ötelenmesi değerlerindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.00, 1.87, 2.77, 4.28 kat, DD-3 için 1.00, 1.88, 3.01, 5.39 kat ve DD-4 için 1.00, 1.86, 3.00, 5.35 kat olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde görel kat ötelenmesi değerleri yine ZA zemin sınıfı referans alındığında, DD-1 için sırasıyla 1.00, 1.87, 2.40, 3.13 kat, DD-2 için 1.00, 1.87,

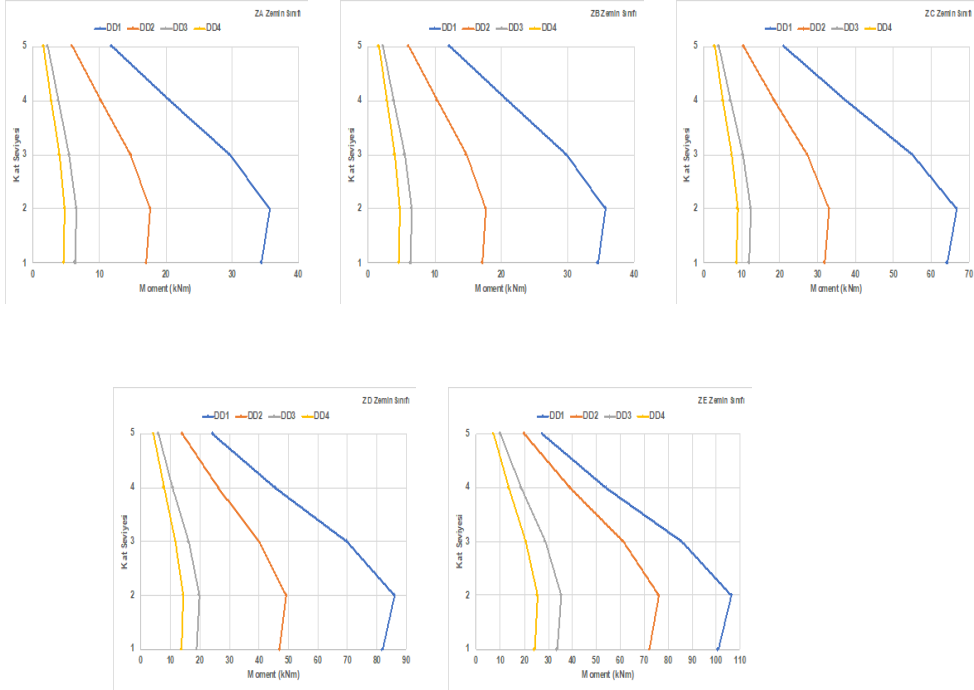
2.78, 4.28 kat, DD-3 için 1.00, 1.89, 3.03, 5.30 kat, DD-4 için 1.00, 1.87, 3.01, 5.25 kat artmıştır.

DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için görel kat ötelenmesi değerlerindeki değişimlerin ortalaması incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değerlerde azalma meydana gelmiştir. 5 katlı betonarme çerçeve modelinde görel kat ötelenmesi değerlerindeki azalma yüzde olarak sırasıyla ZA için %50.43, %81.66, %86.68, ZB için %50.44, %81.65, %86.68, ZC için %50.52, %81.55, %86.76, ZD için %42.72, %77.01, %83.36 ve ZE için %28.52, %66.70, %76.00 olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde yine DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alındığında görel kat ötelenmesi değerleri ZA için

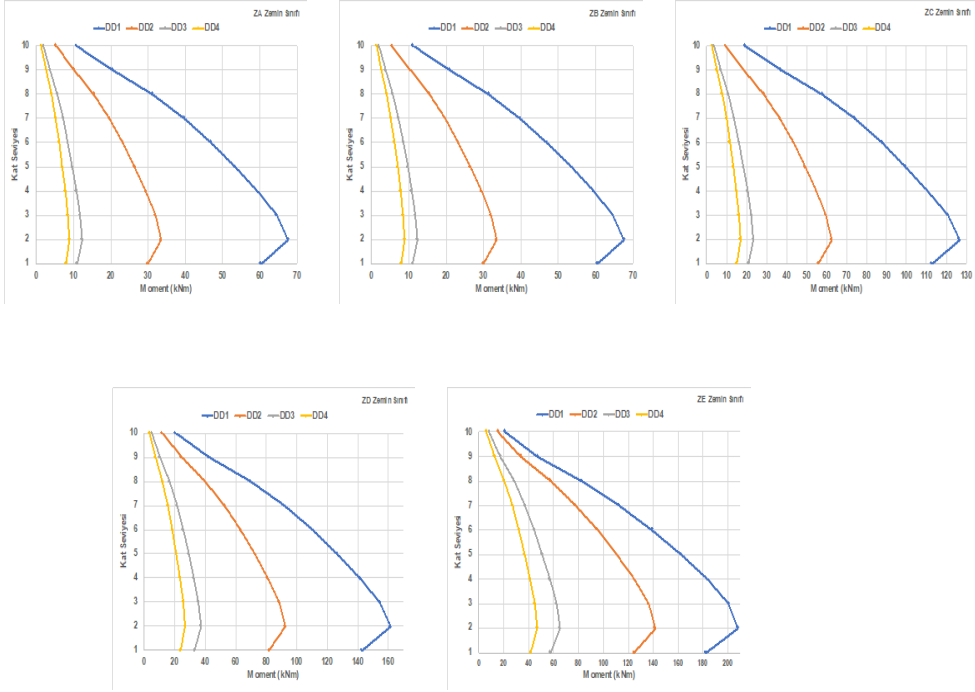
sırasıyla %50.42, %81.73, %86.71, ZB için %50.42, %81.70, %86.71, ZC için %50.52, %81.54, %86.70, ZD için %42.74, %77.00, %83.34, ZE için %32.10, %69.03, %77.68 azalmıştır.

3.3 Eğilme momenti değerleri

Analizler sonucunda, 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeve modellerine ait kat kirişlerindeki en büyük eğilme momenti değerleri sırasıyla Şekil 13 ve Şekil 14'de verilmiştir.



Şekil 13. 5 katlı betonarme çerçeve için kirişlerdeki en büyük eğilme momenti değerleri.



Şekil 14. 10 katlı betonarme çerçeve için kirişlerdeki en büyük eğilme momenti değerleri

Kat kirişlerindeki en büyük eğilme momenti değerlerine ait değişimler incelenirken her bir çerçeve modeli için bütün katlardan elde edilen değişim oranlarının ortalamaları dikkate alınmıştır. 5 katlı betonarme çerçeve modeli için moment değerleri, DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.01, 1.84, 2.28, 2.75 kat artış göstermiştir. Moment değerlerindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.01, 1.83, 2.64, 3.98 kat, DD-3 için 1.01, 1.86, 2.91, 5.13 kat ve DD-4 için 1.01, 1.84, 2.90, 5.10 kat olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde görel kat ötelenmesi değerleri yine ZA zemin sınıfı referans alındığında, DD-1 için sırasıyla 1.01, 1.85, 2.28, 2.81 kat, DD-2 için 1.01, 1.85,

2.64, 3.90 kat, DD-3 için 1.01, 1.87, 2.93, 5.03 kat, DD-4 için 1.01, 1.86, 2.93, 5.01 kat artmıştır.

DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için eğilme momenti değerlerindeki değişimlerin ortalaması incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değerlerde azalma meydana gelmiştir. 5 katlı betonarme çerçeve modelinde eğilme moment değerlerindeki azalma yüzde olarak sırasıyla ZA için %50.41, %81.71, %86.74, ZB için %50.41, %81.70, %86.76, ZC için %50.48, %81.48, %86.72, ZD için %42.59, %76.64, %83.11 ve ZE için %28.13, %65.79, %75.31 olduğu görülmüştür. 10 katlı betonarme çerçeve modeli içinde yine DD-1 deprem yer

hareketi düzeyi referans alındığında eğilme momenti değerleri ZA için sırasıyla %50.38, %81.73, %86.75, ZB için %50.39, %81.72, %86.76, ZC için %50.49, %81.49, %86.70, ZD için %42.54, %76.42, %82.94, ZE için %30.78, %66.92, %76.09 azalmıştır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, deprem yer hareketi düzeyleri ve zemin sınıfı değişiminin betonarme çerçeveler üzerindeki etkileri incelenmiştir. 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeve modelleri mod birleştirme yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda çerçevelere ait taban kesme kuvveti değerleri, görel kat ötelenmesi değerleri ve kat kirişlerindeki en büyük eğilme momenti değerleri karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda verilmiş olup, değerlendirmede 5 katlı ve 10 katlı betonarme çerçeveler için değişim oranlarının ortalama sonuçları dikkate alınmıştır.

- 5 ve 10 katlı betonarme çerçeve modellerinin ortalama taban kesme kuvveti değerleri göz önünde bulundurulduğunda, DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.01, 1.85, 2.30, 2.85 kat artış göstermiştir. Taban kesme kuvveti değerindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.01, 1.84, 2.66, 4.02 kat, DD-3 için 1.01, 1.87, 2.93, 5.13 kat ve DD-4 için 1.01, 1.85, 2.93, 5.10 kat olduğu görülmüştür.

- DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için

taban kesme kuvveti değerlerindeki değişim incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değerlerde azalma meydana gelmiştir. Betonarme çerçeve modellerin taban kesme kuvvetlerindeki azalma yüzde olarak sırasıyla ZA için %50.40, %81.71, %86.74, ZB için %50.41, %81.70, %86.74, ZC için %50.49, %81.49, %86.71, ZD için %42.63, %76.69, %83.13 ve ZE için %29.87, %67.02, %76.20 olduğu görülmüştür. ZA, ZB ve ZC zemin sınıfları için taban kesme kuvveti değerlerindeki değişim birbirlerine yakınken; ZD ve ZE zemin sınıflarındaki azalma miktarı farklı olmuştur.

- Betonarme çerçeve modellerinin görel kat ötelenmeleri ise DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.00, 1.87, 2.40, 3.07 kat artış göstermiştir. Görel kat ötelenmesi değerindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.00, 1.87, 2.78, 4.28 kat, DD-3 için 1.00, 1.89, 3.02, 5.33 kat ve DD-4 için 1.00, 1.87, 3.01, 5.28 kat olduğu görülmüştür.

- DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için görel kat ötelenmelerindeki değişim incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değerlerde azalma meydana gelmiştir. Betonarme çerçeve modellerin görel kat ötelenmesi değerlerindeki azalma yüzde olarak sırasıyla ZA için %50.43, %81.70, %86.70, ZB için %50.43, %81.69, %86.70, ZC için %50.52, %81.54, %86.72, ZD için %42.74, %77.01, %83.34 ve ZE için %30.90, %68.25, %77.12 olduğu görülmüştür.

Taban kesme kuvvetlerinde olduğu gibi görelî kat ötelenmeleri içinde, ZA, ZB ve ZC zemin sınıflarındaki değışim birbirlerine yakınen; ZD ve ZE zemin sınıflarındaki azalma miktarı farklı olmuştur.

- Betonarme çerçeve modellerinin eğilme momentleri ise DD-1 deprem yer hareketi için ZA zemin sınıfı referans alındığında sırasıyla ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıflarında 1.01, 1.85, 2.28, 2.79 kat artış göstermiştir. Eğilme momenti değeriindeki bu artışlar yine sırasıyla DD-2 için 1.01, 1.84, 2.64, 3.93 kat, DD-3 için 1.01, 1.87, 2.92, 5.06 kat ve DD-4 için 1.00, 1.85, 2.92, 5.04 kat olduğu görülmüştür.

- DD-1 deprem yer hareketi düzeyi referans alınarak beş zemin sınıfı için eğilme momenti değeriindeki değışim incelendiğinde, sırasıyla DD-2, DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeylerindeki değeriinde azalma meydana gelmiştir. Betonarme çerçeve modellerin eğilme momenti değeriindeki azalma yüzde olarak sırasıyla ZA için %50.39, %81.72, %86.75, ZB için %50.40, %81.71, %86.76, ZC için %50.49, %81.48, %86.70, ZD için %42.56, %76.50, %83.00 ve ZE için %29.89, %66.55, %75.83 olduğu görülmüştür.

5. Kaynaklar

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2018). TBDY2018: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı. Ankara.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2018). Türkiye Deprem Tehlike Haritaları. <https://tdth.afad.gov.tr>,

Başaran, V. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) göre

Afyonkarahisar için deprem yüklerinin değeriendirilmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi (AKÜ FEMÜBİD)*, 18, 1028-1035. doi: 10.5578/fmbd.67739

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. Ankara.
- Çavdar, Ö. Yolcu, A. (2018). Mevcut bir okul binasının Türk Bina Deprem Yönetmeliğı 2018'e göre yapısal düzensizliklerinin incelenmesi, *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi (Ordu univ. j. sci. tech.)*, 8(2), 153-164.
- Kap, T., Özgan, E., Uzunoğlu, M.M. (2019). Betonarme bir okul binasının 2018 Deprem Yönetmeliğine göre incelenmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7,1140-1150.
- Keskin, E., Bozdoğan, K.B. (2018). 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli özelinde değeriendirilmesi, *Kırklareli University Journal of Engineering and Science*, 4(1), 74-90.
- Öztürk, M. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı ve Türkiye deprem tehlike haritası ile ilgili İç Anadolu Bölgesi bazında bir değeriendirme, *Selçuk Teknik Dergisi (Journal of Selçuk-Technic)*, 17(2), 31-42.
- Sap2000. (2020). Yapısal Analiz Programı, Versiyon 20, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- Seyrek, E. (2020). Yeni Türkiye sismik tehlike haritasının Ege Bölgesi için değeriendirilmesi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, (NOHU J. Eng. Sci.)*, 9(1), 414-423. doi: 10.28948/ngumuh.617268
- Sucuoğlu, H. (2019). 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde başlıca yenilikler, *Turkish Journal of Earthquake Research*, 1(1), 63-75.
- Türk Standartları Enstitüsü. (1997). TS498: Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değeri. Ankara.

Türk Standartları Enstitüsü. (2000). TS500:
Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım
Kuralları. Ankara.