

2007 VE 2018 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN KIRKLARELİ İLİ ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Erdinç KESKİN^{*1}, Kanat Burak BOZDOĞAN²

¹ Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kayalı Yerleşkesi, Kırklareli

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi,
Çanakkale

Özet

Bu çalışmada 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) ve 18 Mart 2018’de yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) Kırklareli ili için irdelenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde deprem yönetmeliklerinin Türkiye’deki gelişimi zemin sınıfları ve dinamik analiz bağlamında incelenmiştir. Çalışmada 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kullanılarak Kırklareli merkezinde bulunan iki farklı zemin sınıfı için Yatay Elastik Tasarım Spektrumları elde edilmiştir. Bu spektrumlar 2007 yönetmeliğinde yer alan Elastik Tasarım Spektrumları ile karşılaştırılmıştır.

Ayrıca çalışmada Kırklareli ili için potansiyel etki yaratabilecek Bulgaristan, Yunanistan ve ülkemiz sınırlarında meydana gelen geçmiş depremler derlenerek sunulmuştur.

Çalışmanın son bölümünde Kırklareli ili için 4 katlı bir binanın deprem analizi farklı zemin sınıfları seçilerek ETABS programı yardımıyla yapılmıştır. Analizler 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre ayrı ayrı yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elastik tasarım spektrumu, Deprem analizi, Yeni Türk deprem yönetmeliği

*corresponding author: erdinckeskin@klu.edu.tr

EVALUATION OF 2007 AND 2018 TURKISH EARTHQUAKE CODE FOR THE PROVINCE OF KIRKLARELI

Abstract

In this study, 2007 and 2018 Turkish seismic code was examined for Kırklareli province.

In the first part of the study, the development of seismic regulations in Turkey was examined in the context of the soil classes and dynamic analysis. In this study, using Turkish seismic code which entered into force in 2018, horizontal Elastic Design spectrum for two different soil types for Kırklareli was obtained. The obtained spectra were compared with the spectra of the 2007 Turkish earthquake code.

In addition, in the study, the past earthquakes that occurred in Bulgaria, Greece and our country borders which can have a potential effect for the province of Kırklareli were compiled and presented.

In the last part of the study, earthquake analysis of a 4-story building for Kırklareli province was carried out with the help of ETABS program by selecting different soil classes. Analyzes were made according to 2007 and 2018 seismic codes and the results were compared.

Keywords: Elastic design spectrum, Earthquake analysis, New Turkish earthquake code

1. GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının çok büyük bir bölümü deprem tehlikesi ile karşı karşıya olup [1] geçmişte yaşanan depremler bunu çok açık bir şekilde göstermiştir. Özellikle daha önce depremselliği düşük olarak düşünülen bölgelerin deprem tehlikesi son yıllarda yapılan çalışmalar [2] ile daha gerçekçi bir şekilde belirlenmiştir. Son yıllarda hazırlıkları devam eden 2018 TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği), 18 Mart 2018 Tarihli ve 30364 Sayılı Resmî Gazete’de yayınlanarak, 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren uygulanmak üzere kabul edilmiştir. 2018 deprem yönetmeliğinde yer alan sismik tehlike analizi kavramıyla birlikte özellikle daha önceki yönetmeliklerde dördüncü derece deprem bölgesinde yer alan illerde yapılara etkiyen deprem yüklerinde önemli oranda değişiklikler olmuştur.

2018 TBDY ile ilgili 2016 yılında yayınlanan taslak esas alınarak literatürde bir dizi çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Erdem vd. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği maksimum azaltılmış görelî kat ötelemeleri açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmada farklı iller için maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesindeki değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak çerçevelerle dolgu duvarların bağlantısının derzli olması durumunda bu bağlantının bitişik olması durumuna göre iki kat daha fazla ötelemeye müsaade edildiği ifade edilmiştir [3].

Tunç vd. 2007 ve 2018 yönetmeliklerini farklılıkları ve benzerlikleri açısından karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında Sapanca’da yapılması düşünülen 10 katlı bir ofis binasının deprem analizi her iki yönetmeliğe göre ETABS programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuç olarak tasarım iç kuvvetlerindeki artış irdelenmiş ve yeni yönetmelikte tasarım iç kuvvetlerinde % 20-% 25 arasında artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır [4].

Aydın vd. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin çelik yapılarla ilgili bölümünü değerlendirmişler ve bu konuyla ilgili önerilerini çalışmalarında sunmuşlardır [5].

Demir vd. çalışmalarında maksimum ötelenme taleplerini dikkate alarak, 2007 ve 2018 yönetmeliklerini zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz açısından karşılaştırmışlardır [6].

Öztürk vd. Türkiye bina deprem yönetmeliğini betonarme kolonlardaki etkin kesit rijitlikleri açısından değerlendirerek Eurocode-8 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikteki ilgili maddelerle karşılaştırmışlardır. Çalışmada bu değişim XTRACT programı

kullanılarak örnekler üzerinde araştırılmıştır [7].

Bu çalışmada Kırklareli ili sınırlarında bulunan 4 katlı bir binanın deprem analizi ETABS programı yardımıyla hem 2007 yönetmeliği hem de 2018 yönetmeliği kapsamında karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 2007 yönetmeliğine göre Z3 ve Z4, 2018 yönetmeliğine göre ise ZC ve ZE zemin sınıfları seçilerek oluşturulan Yatay Elastik Spektrumlar kullanılmıştır.

2. KIRKLARELİ’NİN DEPREMSELLİĞİ

Kırklareli Marmara Bölgesinde yer alan Trakya illerinden birisidir. Kırklareli, Bulgaristan ile 159 km sınırı olan bir sınır şehridir. Kırklareli ili sınırları içerisinde bir fay hattı bulunmamakla beraber gerek Bulgaristan, gerek Yunanistan gerekse ülkemizde bulunan fay hatlarına yakın bir konumda bulunmaktadır. Depremden direk olarak etkilenmese bile fay hatlarına yakınlığından dolayı dolaylı olarak etkilenme potansiyeline sahiptir. 2018 deprem yönetmeliğine kadar 4.derece deprem bölgesinde yer almakta olan Kırklareli’nin deprem riski 2018 deprem yönetmeliğiyle birlikte daha gerçekçi olarak ele alınmıştır. Bu çalışma kapsamında Kırklareli’nde potansiyel tehlike yaratabilecek ülkemiz ve komşu ülkelerde meydana gelen geçmiş depremler derlenerek Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1’de Kırklareli iline 200 km yakınlığında ve büyüklüğü 6’nın üzerinde olan depremler dikkate alınarak listelenmiştir.

Tablo 1. Bölgenin Deprem Tarihçesi

Depremin Tarihi	Depremin Meydana Geldiği Konum	Büyüklüğü (Magnitüd)	Derinliği (km)	Kırklareli İline Uzaklığı (km)
18.04.1928	Brezo/Bulgaristan	7.1	15	200
14.04.1928	Stara Zagora/Bulgaristan	7.1	10	170
09.08.1912	Malkara/Tekirdağ	7.1	15	100
24.05.2014	Gökçeada-Limni Açıkları	6.9	6	200
06.10.1964	Manyas/Balıkesir	7.0	10-20	195
04.01.1935	Erdek/Balıkesir	6.4	30	140
05.07.1983	Biga/Çanakkale	6.1	10	180
18.03.1953	Yenice/Çanakkale	7.2	40-50	200
27.03.1975	Gökçeada/Çanakkale	6.7	5	200
23.08.1965	Enez/Edirne	6.0	15	150

Özellikle 24 Mayıs 2014 tarihinde Gökçeada ile Limni Adası açıklarında meydana gelen 6.9 moment büyüklüğündeki deprem Kırklareli ilinin birçok bölgesinde herhangi bir can ve mal kaybına sebep olmamakla birlikte bölge halkı tarafından kuvvetli olarak hissedilmiştir. Özellikle önceki yönetmeliklere göre Kırklareli ilinin 4. derece deprem bölgesinde olmasından dolayı gerek yönetmelik gereğince gerekse bölgede oluşan algıdan dolayı inşaat kalitesinde ciddi şüpheler olduğu düşünülmektedir. Bölgede bulunan yapı stoğuna bakıldığında belli bir bölümünde deprem yönetmeliğinde belirtilen düzensizliklere sıklıkla rastlanılmaktadır.

Deprem etkisi kaynaktan uzaklaştıkça azalmaktadır. Bu azalımı tahmin etmek üzere literatürde birçok ampirik bağıntı önerilmektedir [8]. Bunlar arasından Cornell ve diğ. (1979) önermiş oldukları azalım ilişkisi Denklem 1’de verilmiştir. Bu denklem kullanılarak Kırklareli ili için hesaplanan olası maksimum ivme değerleri Tablo 2’de sunulmuştur [9].

$$\ln PGA = 6.74 + 0.859M - 1.80\ln(R + 25) \quad (1)$$

Burada PGA , en büyük yer ivmesi değeri, M , depremin büyüklüğü, R , uzaklıktır. Bu azalım ilişkisi $M=3.0-7.7$ ve $R=20-200$ km uzaklıkları için geçerlidir.

Tablo 2. Kırklareli İlini Tehdit Eden Depremlerin Üretebilecekleri İvme Değerleri

Depremin Tarihi	Depremin Meydana Geldiği Konum	Büyüklüğü (Magnitüd)	Kırklareli İline Uzaklığı (km)	Cornell ve diğ. (1979) En Büyük İvme Değeri (g)
18.04.1928	Brezovo/Bulgaristan	7.1	200	0.02
14.04.1928	Stara Zagora/Bulgaristan	7.1	170	0.03
09.08.1912	Malkara/Tekirdağ	7.1	100	0.06
24.05.2014	Gökçeada-Limni Açıkları	6.9	200	0.02
06.10.1964	Manyas/Balıkesir	7.0	195	0.02
04.01.1935	Erdek/Balıkesir	6.4	140	0.02
05.07.1983	Biga/Çanakkale	6.1	180	0.01
18.03.1953	Yenice/Çanakkale	7.2	200	0.02
27.03.1975	Gökçeada/Çanakkale	6.7	200	0.02
23.08.1965	Enez/Edirne	6.0	150	0.01

3. DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TÜRKİYE’DEKİ GELİŞİMİ

Ülkemizde ilk deprem yönetmeliği 1940 yılında yürürlüğe girmiş olup günümüze kadar 9 kez revizyona uğramıştır. Tablo 3’de şimdiye kadar uygulanan deprem yönetmelikleri literatürdeki kaynaklar güncellenerek verilmiştir [10,11].

Tablo 3. Deprem Yönetmelikleri Tarihçesi

Yönetmelik Adı	Yürürlülük Tarihi
Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi	1940
Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi	1944
Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği	1949
Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1953
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1962
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1968
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1975
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1998
Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik	2007
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği	2018

Bu bölümde 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 Deprem Yönetmelikleri, kullanılan zemin sınıflandırılmaları ve deprem yük hesabı açısından değerlendirilmiştir.

1968 yılında çıkarılan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” incelendiğinde; 3 farklı zemin sınıfının kabul edildiği görülmektedir. Ancak zemin sınıflandırılması herhangi bir parametreye (kayma dalgası hızı, SPT vb.) göre yapılmamıştır. Deprem hesabında zeminin etkisi, sert ve yekpare kayalık zeminler için 0.80, kum, çakıl, sert kumlu kil gibi sağlam ve sıkışık zeminler, çatlak ve kolayca tabakalara ayrılan kayalar için 1, ve suyu havi gevşek ve yukarıdaki sağlam zeminler haricindeki daha az sağlam bilumum zeminler için 1.2 değerini alan bir α katsayısı kullanılarak tanımlanmaktadır. Aynı yönetmelikte temel tabanında yüksekliği 44 m’yi geçen betonarme karkas yapılarda depremlerin mahiyeti zemin ve yapının özellikleri göz önüne alınmak şartıyla uygun dinamik hesap metotlarına göre yapılar ifadesi yer almaktadır [12].

1975 yılında çıkarılan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” incelendiğinde; 4 farklı zemin sınıfının olduğu görülmüştür. Zemin cinslerinin belirlenmesinde kayma dalgası hızı esas alınmıştır. Zeminin etkisi Zemin Hakim Periyodunun bir fonksiyonu olarak hesaplarda dikkate alınmıştır. İlk kez bu yönetmelik kapsamında elastik tasarım spektrumu tanımlanmıştır. Dinamik analiz bakımından incelendiğinde, taşıyıcı sistemi düzensiz olan veya temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75m’yi geçen tüm yapıların depreme karşı emniyetleri usulüne uygun ve güvenilir bir dinamik hesap yoluyla saptanmalıdır ifadesi yer almıştır [13].

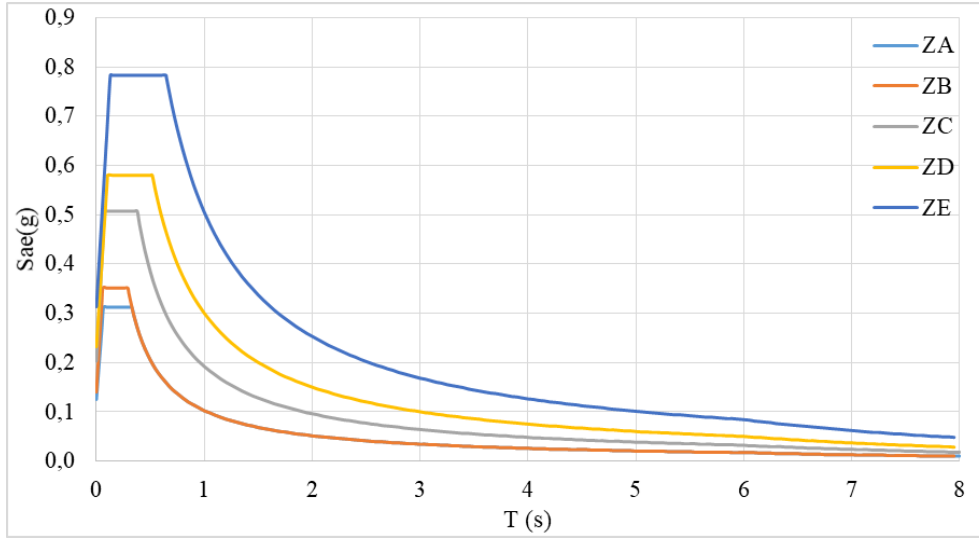
1998 yılında çıkarılan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” incelendiğinde; 4 farklı zemin sınıfının olduğu görülmektedir. Zemin sınıflandırılmasına esas parametrelerin 1975 yönetmeliğinde geçen kayma dalgası hızına ilave olarak, Standart Penetrasyon, Relatif sıklık, Serbest basınç direnci değerlerine göre sınıflandırma eklenmiştir. Ayrıca ek olarak zemin sıvılaşma potansiyelinin irdelenmesi de öngörülmüştür. Dinamik analiz açısından ise düzensizlik durumlarına ve yapı yüksekliğine bağlı olarak dinamik hesap yönteminin seçilmesi uygun görülmüştür [14].

Zemin sınıfları 2007 yılında da 1998 yönetmeliğiyle benzer şekilde sınıflandırılmıştır. 2007 yılındaki yönetmelikte 1998 yönetmeliğinden farklı olarak mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesinde performansa dayalı analiz yöntemleri zorunlu hale getirilmiştir [15].

2018 deprem yönetmeliğinde bir önceki yönetmelikten farklı olarak 6 farklı zemin sınıfı kabul edilmiştir. ZF zemin sınıfında sahaya özel araştırma ve değerlendirme yapılması gerekmektedir. Deprem etkisi altında zemin sıvılaşma riski daha kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca 4 deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmış olup deprem bölgesi kavramı terk edilerek sismik tehlike haritası kavramı getirilmiştir. Gene bu yönetmelik kapsamında tasarım aşamasında çatlamış kesit atalet momentlerinin hesaplarda göz önüne alınma zorunluluğu getirilmiştir. Ayrıca yönetmelikte yüksek yapılar ve depremden yalıtılmış binaların analizi ile ilgili birer bölüm de yer almaktadır [16].

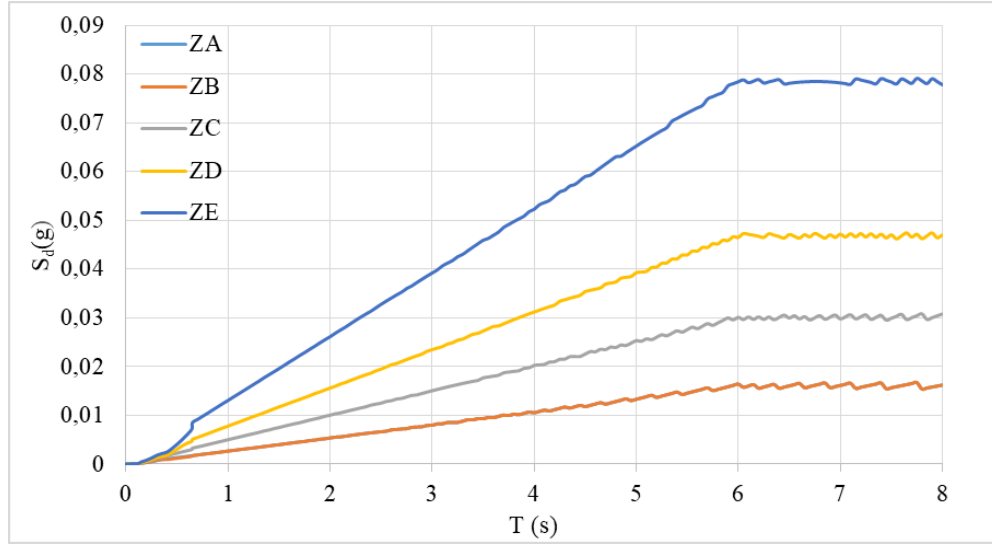
4. 2018 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE SPEKTRUMLAR

Spektral analiz yöntemi Deprem Mühendisliğinde özellikle zaman tanım alanında analiz yöntemlerinin uzun zaman alan hesaplar gerektirmesi nedeniyle halen özellikle lineer analizde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. 2018 deprem yönetmeliğinde elastik tasarım spektrumunun elde edilebilmesi için sismik tehlike analizleri kullanılmış olup 2007 yönetmeliğine göre daha gerçekçi spektrumlar elde edilmiştir. Kırklareli ili için 2018 deprem yönetmeliğine göre % 5 sönüm oranı için yatay elastik tasarım spektrumları 5 farklı zemin sınıfı için oluşturularak Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. 2018 TBDY’ye göre Kırklareli Merkez Ait Farklı Zemin Sınıfları İçin İvme Spektrumları

Şekil 1’de verilen elastik ivme spektrumları kullanılarak % 5 sönüm oranı için deplasman spektrumları Denklem 2 [17] yardımıyla hesaplanarak Şekil 2’de verilmiştir.

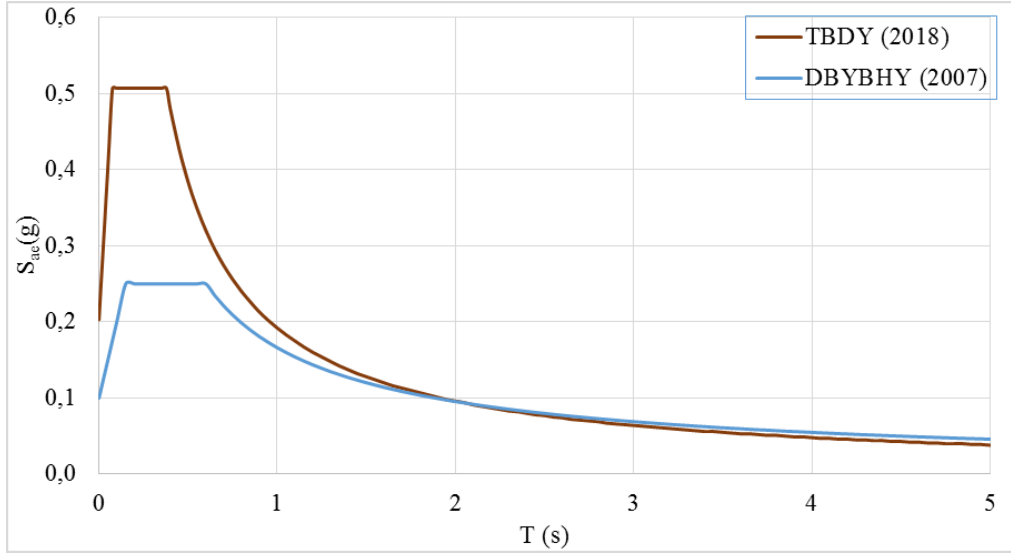


Şekil 2. 2018 TB DY'e Göre Kırklareli Merkeze Ait Farklı Zemin Sınıfları İçin Deplasman Spektrumları

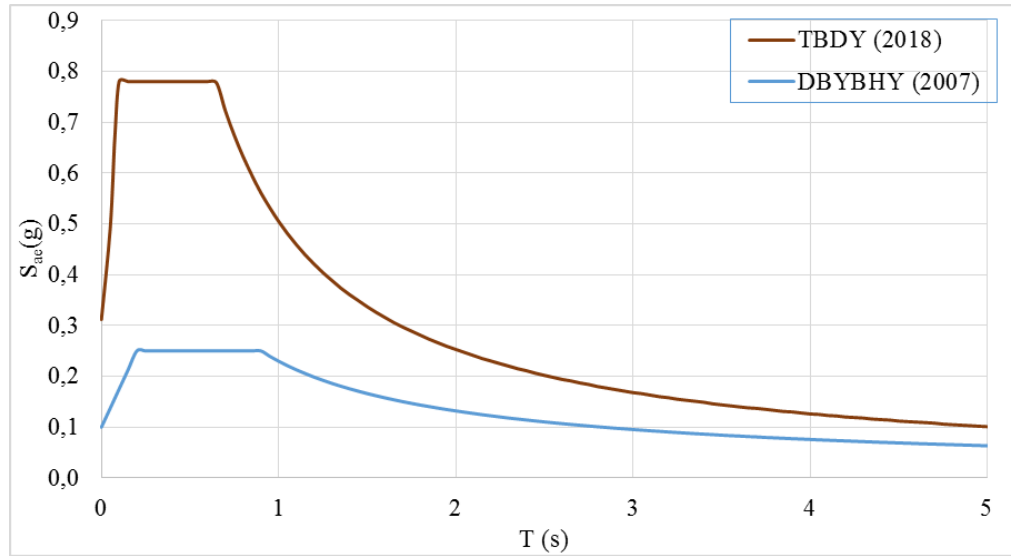
$$S_d = \frac{S_a T^2}{4\pi^2} \quad (2)$$

Burada S_d , deplasman spektrumunu, S_a , ivme spektrumunu, T ise serbest titreşim periyodu göstermektedir.

Kırklareli Merkez için 2 farklı zemin sınıfı seçilmiştir. Bu zemin sınıfları ortalama kayma dalgası hızı, ortalama standart penetrasyon darbe sayısı ve ortalama drenajsız kayma dayanımı parametrelerine göre incelendiğinde, 2007 DBYBHY'e göre Z3 ve Z4, 2018 TB DY'e göre ZC ve ZE'dir. Bu iki zemin için 2007 ve 2018 yönetmeliğine göre elde edilmiş spektrumlar Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. 2007 DBYBHY'e göre Z3 ve 2018 TBDY'e göre ZC Zemin Sınıfları İçin İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

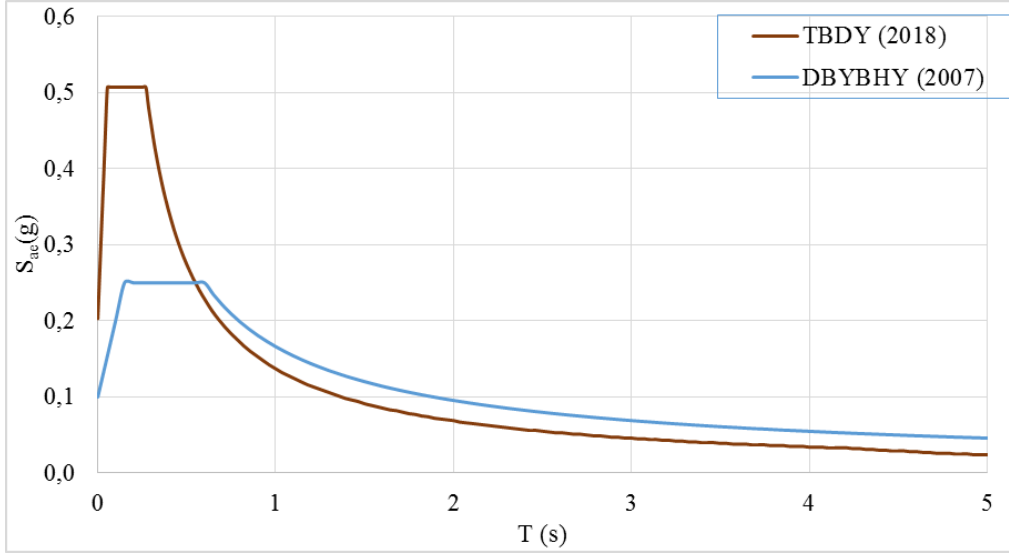


Şekil 4. 2007 DBYBHY'e göre Z4 ve 2018 TBDY'e göre ZE Zemin Sınıfları İçin İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

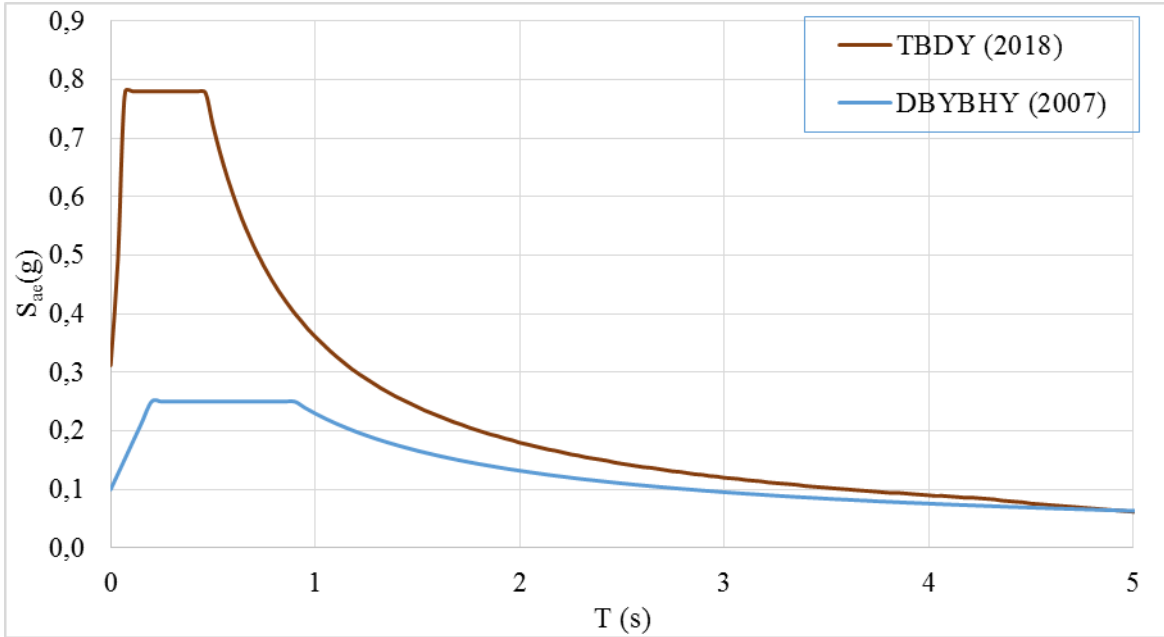
2018 deprem yönetmeliğine göre hesaplarda çatlama kesit atalet momenti kullanılmaktadır. Çatlama kesit atalet momenti ile hesaplanan periyot ile çatlama kesit atalet momenti kullanılarak hesaplanan periyot arasında literatürden [18,19] bilinen aşağıdaki bağıntı yazılabilir. Denklem 3 dikkate alınarak Şekil 3 ve Şekil 4'de verilen spektrum karşılaştırmaları revize

edilerek Şekil 5 ve Şekil 6’da sunulmuştur.

$$T_{\text{çat}} = 1,4T \quad (3)$$



Şekil 5. Çatlamış Kesit Rijitliği Dikkate Alınarak TBDY’ye Göre ZC ve DBYBHY’e Göre Z3 Zemin Sınıfı İçin İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

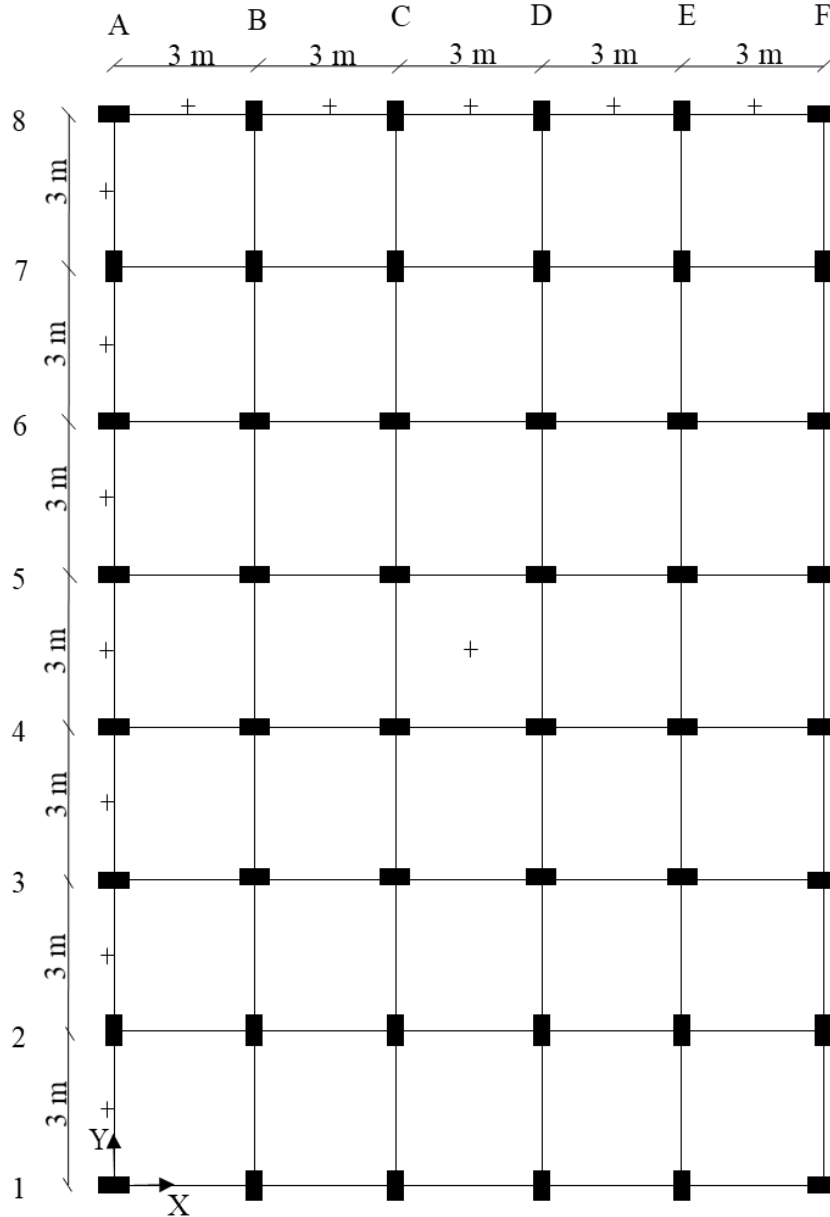


Şekil 6. Çatlamış Kesit Rijitliği Dikkate Alınarak TBDY’ye Göre ZE ve DBYBHY’e Göre Z4 Zemin Sınıfı İçin İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

Zemin Sınıfı İçin İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

5. ÖRNEK

Bu çalışma kapsamında Kırklareli ilinde inşa edilmiş ve taşıyıcı sistemi çerçeveslerden oluşan 4 katlı bir yapı örneği ele alınmıştır. Yapının planı Şekil 7’de verilmiştir.

**Şekil 7. Kat Planı**

Yapının malzeme ve geometrik özellikleri Tablo 4’de verilmiştir. Yapıda zemin kat yüksekliği 4 metre olup diğer kat yükseklikleri 3’er metre alınmıştır. Yapının 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre dinamik analizi mod birleştirme yöntemine göre ETABS programı [20] kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde \pm %5 eksantrisitenin etkisi ihmal edilmiştir. 2018 TBDY’e göre analizler dayanım esaslı olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerin ilk aşamasında zemin sınıfları 2007 yönetmeliğine göre Z3 ve Z4 olarak seçilmiştir. Ardından elde edilen sonuçların 2018 yönetmeliğine göre karşılaştırılması amacıyla zemin sınıfları yeni yönetmeliğe göre ZC ve ZE seçilerek analizler tamamlanmıştır. Analizlerde Şekil 3 ve Şekil 4’da verilen yatay elastik spektrum eğrilerinden yararlanılarak oluşturulan azaltılmış yatay elastik spektrum eğrileri kullanılmıştır. Azaltılmış yatay elastik spektrum eğrilerinin oluşturulmasında TBDY 2018 Tablo 4.1’den Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=8$ ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D=3$ olarak alınmıştır. Buna karşın 2007 deprem yönetmeliğine göre ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=8$ olarak dikkate alınmıştır. 2018 TBDY’ne göre analizde Bina Kullanım Sınıfı $BKS=3$ olarak alınmış olup Tablo 3.2 ye göre ise Tasarım Sınıfları ZC zemin sınıfı için $DTS=2$ ve ZE zemin sınıfı için ise $DTS=1$ olarak alınmıştır. Tablo 3.3’ten ise her iki zemin sınıfı için Bina yükseklik sınıfı $BYS=6$ olmaktadır. Tablo 3.4’e göre ise her iki zemin sınıfı için tasarlanan yapıda uygulanacak Tasarım yaklaşımı Dayanıma göre tasarım olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Yapının Malzeme ve Geometrik Özellikleri

Yapı Elemanları	Boyutlar
Kolonlar	30 cm. / 60 cm.
Kirişler	25 cm. / 50 cm.
Elastisite Modülü	30000 MPa

Yapının serbest titreşim analizi sonucunda elde edilen periyotları Tablo 5’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 5. Serbest Titreşim Analizine Ait Periyotların Karşılaştırılması

Mod no	T (sn) (2007)	T (sn) (2018)
1	0.481 (y)	0.624 (y)
2	0.451 (x)	(0.592) (x)
3	0.437 (dönme)	0.566 (dönme)
4	0.149 (y)	0.191 (y)
5	0.139 (x)	0.18 (x)
6	0.136 (dönme)	0.174 (dönme)
7	0.081 (y)	0.101 (y)
8	0.075 (x)	0.094 (x)
9	0.056 (dönme)	0.093 (dönme)

TBDY 2018 de yer alan 4.27 nolu ampirik periyot bağıntısı kullanılırsa ise temel periyot değeri 0.685 sn olarak hesaplanmaktadır. Tablo 5’den görüldüğü üzere 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre elde edilen periyotlar arasında farklılıklar görülmektedir. Bunun temel sebebi 2018 deprem yönetmeliğinde kesit atalet momentlerinin çatlamış kesit atalet momentleri olarak alınmasından kaynaklanmaktadır. Verilen yapıda da 2018 deprem yönetmeliğine göre çözüm yapılırken kolonların atalet momentleri 0.70 ile çarpılarak kirişlerinki ise 0.35 ile çarpılarak dikkate alınmıştır. 1. modda periyot 1.3 kat uzarken 2. modda ise 1.31 kat uzamıştır. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması X yönünde yapılmış ve Tablo 6’da farklı zemin sınıfları için sunulmuştur.

Tablo 6. Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Zemin Sınıfı		Taban Kesme Kuvveti (kN)	
2007	2018	2007	2018
Z3	ZC	470.631	734.951
Z4	ZE	470.880	1537.107

Tablo 6 incelendiğinde Z3 ve Z4 zemin sınıflarına ait taban kesme kuvvetlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir bunun sebebi 1. modun etkin kütle oranınının 0.91 olması ve 1. moda

ait spektral ivme değerlerinin aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Z4 ve ZE zemin sınıfı için ise taban kesme kuvvetinde 2018 yönetmeliğine göre analiz sonucunda 3.26 kat artış olduğu görülmektedir. Oluşan farkın sebebi Şekil 4'te sunulan spektrum karşılaştırmasından görülebilmektedir.

Tepe noktası deplasmanı ve maksimum görelî kat ötelemesi oranlarının karşılaştırılması ise Tablo 7 ve Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 7. Maksimum Deplasmanların Karşılaştırılması

Zemin Sınıfı		En Büyük Deplasman (mm)	
2007	2018	2007	2018
Z3	ZC	1.958	5,344
Z4	ZE	1.958	11,221

Tablo 7'de 2007 deprem yönetmeliğine göre analiz yapılırken Z3 ve Z4 zemin sınıfına ait maksimum deplasmanın, 1. modun katkısının çok yüksek olması ve 1.moda ait spektral deplasman değerlerinin her iki zemin sınıfı için sabit ivme bölgesine denk gelmesi nedeniyle aynı olduğu görülmüştür. 2018 deprem yönetmeliğine göre maksimum deplasmanlar ZE zemin sınıfı için Z4 zemin sınıfına göre yaklaşık 6 kat artış göstermiştir. Buna karşın ZC zemin sınıfı için Z3 zemin sınıfına göre 2.5 kat artış göstermiştir. Buradaki artışta yeni yönetmelikteki deplasman spektrumundaki artışla izah edilebilir.

Tablo 8. Maksimum Görelî Kat Ötelemesi Oranlarının Karşılaştırılması

Zemin Sınıfı		Maksimum görelî kat ötelemesi	
2007	2018	2007	2018
Z3	ZC	0.000192	0.000525
Z4	ZE	0.000192	0.001102

Görelî kat ötelemesi oranları değişiminde de deplasman değerlerindeki benzer bir değişim

görülmektedir.

6. SONUÇLAR

2007 DBYBHY'e göre deprem tehlikesi ve bunun zeminle ilişkisi yüzeysel olarak dikkate alınmaktaydı. Özellikle uzak depremler yumuşak ve tabakalı zeminlerde beklenmedik hasarlara yol açabilmektedir. 2018 TBDY ile birlikte yürürlüğe giren sismik tehlike haritası kavramı ile birlikte zemin etkisi hesaplara daha gerçekçi olarak etki etmektedir.

Bu çalışmada Kırklareli ilinde dikkate alınan iki farklı zemin sınıfı üzerine oturan bir binanın deprem analizi hem 2007 DBYBHY hem de 2018 TBDY göre yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarından özellikle Z4 ve ZE zemin sınıfları dikkate alındığında kuvvet ve yer değiştirmelerde 2018 TBDY'de önemli artışlar olduğu görülmüştür.

Yeni yönetmeliğin deprem tehlikesini daha gerçekçi olarak ortaya koyduğu belirlenmiştir. Yeni yönetmeliğin uygulanması ile beraber Kırklareli'nde bina kalitesinin artması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Karaesmen, E., Öncesiyle Sonrasıyla Deprem, Atılım Üniversitesi Yayınları, 2008.
- [2] Akkar, S., İhtimal Hesaplarına Dayalı Güncellenmiş Türkiye Sismik Tehlike Haritası ve Deprem Tasarımına Etkileri, Yeni Nesil Deprem Yönetmelikleri ve Deprem Mühendisliğinde Yeni Teknolojiler Kongresi, Ankara, 26-27 Şubat 2015.
- [3] Erdem, M. M., Bikçe, M., Maksimum Azaltılmış Görelî Kat Ötelemelerinin Güncel (DBYBHY2007) ve Yeni Yönetmelik Taslağına (TBDY2016) Göre Mukayesesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32 (2), 253-262, 2017.
- [4] Tunç, G., ve Tanfener, T., 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, 2016.
- [5] Aydın, M. R., Günaydın, A., Çelik Yapılar Açısından Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağına Bir Bakış, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, 2017.
- [6] Demir, A., Kayhan, A. H., Deprem Yönetmeliği 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile Uyumlu Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması, 4. Uluslararası

Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, 2017.

[7] Öztürk, H., Demir, A., Dok, G., Güç, H., Betonarme Kolonların Etkin Kesit Rijitlikleri Üzerine Yönetmeliklerin Yaklaşımı, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, 2017

[8] Cornell, C. A., Banon, H. And Shakal, A.F., (1979) “Seismic Motion and response prediction alternatives.”, Earth Engineering & Structural Dynamics, 7(4), 295-315.

[9] Sucuoğlu, H., Akkar, S., Basic Earthquake Engineering: From Seismology to Analysis and Design, Springer, 2014 Edition.

[10] Sezen, H., Elwood, J. K., Whittaker, A. S., Mosalam, K. M., Wallace, J. W., Stanton, J. F., Structural Engineering Reconnaissance of the August 17, 1999, Kocaeli (Izmit), Turkey, Earthquake, Pacific Earthquake Engineering Research Center, California, 2000

[11] Alyamaç, K. E., Erdoğan, A. S., Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 2005.

[12] İmar ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 1968.

[13] İmar ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 1975.

[14] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 1998.

[15] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 2007.

[16] Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Ankara, 2018.

[17] Chopra, A. K., Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Prentice Hall, 2012-944 sayfa.

[18] Bedirhanoğlu. İ, Ötelenme Oranına Dayalı Deprem Tasarımı. İMO Diyarbakır Şubesi Yayını, Yıl: 1, Sayı: 1, 2008.

[19] Shimazaki, K. ve Sozen, M., Seismic Drift of Reinforced Concrete Structures, Technical Research Report of Hazama –Gumi, Ltd.1976:145-166.

[20] Etabs, Evaluation Version, Computers and Structures, 2017.