



Türkiye’de Kullanılan Deprem Yönetmeliklerinin Özellikleri ve Eşdeğer Yatay Deprem Yükü Hesabının Değişimi

Characteristics of Earthquake Codes Used in Turkey and Change of Equivalent Horizontal Force Calculation

Sinan Cansız¹

¹*İstanbul Aydın Üniversitesi ABMYO-İnşaat Teknolojisi, 34295-İstanbul, TÜRKİYE*

Başvuru/Received: 04/06/2021

Kabul / Accepted: 09/10/2021

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/01/2022

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2022

Öz

Depreme dayanıklı yapı tasarımı kavramı son yıllarda meydana gelen depremler sonrasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye’nin sıklıkla deprem oluşturan fay hatları üzerinde olması sebebiyle her büyük deprem sonrası ağır can kayıpları yaşanmıştır. Tarihsel olarak incelendiğinde 1940 yılında yayınlanan ilk deprem yönetmeliğinden, 2018 yılında yayınlanan son deprem yönetmeliğine kadar birçok yönetmelik kullanılmıştır. Bu yönetmelikler kendi çağının teknolojik gelişmişlik seviyesine göre hazırlanmıştır. Türkiye’deki nüfusun yoğun olarak deprem tehlikesi altında yaşaması mevcut yapıların değerlendirilmesini gerektirmektedir. Türkiye’de kullanılan yapıların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) altında incelenmesi çok emek ve süre gerektirmektedir. Ayrıca mevcut yapıların değerlendirilmesinde veya güçlendirilmesinde yapıldığı dönemin deprem yönetmeliğinin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu çalışma kapsamında 80 yıllık süreçte hazırlanan deprem yönetmeliklerindeki deprem hesabının değişimi ve yönetmeliklerin özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca örnek yapı üzerinde tüm yönetmeliklere göre hesaplanan eşdeğer yatay deprem yükü değerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise ASCE Amerikan yönetmeliği ile TBDY-2018 esaslarına göre örnek yapı üzerinde itme analizi sonuçları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler

“Deprem yönetmeliği, deprem hesabı, deprem bölgesi”

Abstract

The concept of earthquake resistant building design has been widely used after earthquakes in recent years. Since Turkey is on fault lines that frequently cause earthquakes, heavy casualties have been experienced after each major earthquake. When examined historically, many seismic codes have been used, from the first earthquake code published in 1940 to the last earthquake code published in 2018. These codes have been prepared according to the technological development level of their age. The fact that the population in Turkey lives under the intense risk of earthquakes requires the evaluation of existing structures. Examining the structures used in Turkey under the Turkey Building Earthquake Code (TBDY-2018) requires a lot of effort and time. In addition, when evaluating or strengthening existing structures, the characteristics of the earthquake code of the period should be known. Within the scope of this study, the changes in the earthquake calculation in the earthquake codes prepared in the 80-year period and the characteristics of the codes were investigated. In addition, the results of the equivalent horizontal earthquake load value calculated according to all seismic codes on the sample structure were compared. In the last part, the results of the push-over analysis on the sample structure were compared according to the ASCE American seismic code and TBDY-2018 principles.

Key Words

“Earthquake code, earthquake account, earthquake zone”

1. Giriş

Dünya üzerinde yaşayan nüfusun büyük bir kısmı yaşamları boyunca küçük şiddetli de olsa depreme maruz kalmaktadır. Türkiye’de ise deprem tarihçesine baktığımızda tarihi kayıtlar İstanbul üzerinde yoğunlaşmıştır. Nüfusun yoğun olarak bulunduğu bölgede kayıtların daha fazla olması sebebiyle İstanbul ve çevresinin depremselliği tarihi kayıtlarda kısıtlı olsa erişilebilmektedir. AFAD istatistikleri incelendiğinde İstanbul ve çevresinde 50 yıllık aralıklarla şiddetli, 250 yıllık aralıklarla da çok şiddetli depremlerin meydana geldiği görülmüştür. Deprem sürekli olarak meydana geldiği ülkemizde deprem hakkında yapıların tasarımı için kullanılan çeşitli yönetmelikler hazırlanmıştır. Bunlar kronolojik olarak maddeler halinde aşağıda sıralanmıştır.

- 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 (ABYYHY-1962)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

Türkiye’de yaşayan nüfusun büyük çoğunluğu deprem riskinde olan bölgelerde yaşamaktadır. Bu bölgede yaşayan insanların kullandığı yapılar zamanla oluşan depremler sonrasında çeşitli hasarlara maruz kalmaktadır. Bu oluşan hasar sonrasında yapıların önemine göre güçlendirme veya yeniden yapım gibi seçeneklere göre karar verilmektedir. Yapıların yıkılıp yeniden yapılması ülke ekonomisine olumsuz etkiye neden olmaktadır. Yapıların imal edildiği dönemlerde kullanılan yapı tasarım veya deprem yönetmelikleri yapıların değerlendirilmesinde önem arz etmektedir.

Geçmişten günümüze deprem yönetmelikleri incelendiğinde, ilk yayınlanan yönetmeliklerin deprem karakteristiklerinin yapıya yansıtılmasında yeterli başarılı olmadığı bilinmektedir. İlk yayınlanan yönetmeliklerde yapıya etki eden toplam yatay deprem yükü basit formulasyon ile tanımlanmışken, TBDY-2018’de ise çeşitli yöntemler ve birçok parametreye bağlı olarak açıklanmıştır. İlk yönetmeliklerde yapının taşıyıcı sistem türü, deprem yönü gibi parametreler dikkate alınmadan hesap yapılmaktaydı. . 2018 yılında yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY 2018) binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ortaya konmuştur. Doğrusal hesap yöntemleri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Modal hesap yöntemleridir. Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ise İtme Yöntemleri ve Zaman Tanım Alanında hesap yöntemleridir.

Yönetmeliklerin arasındaki farklılıklar birçok araştırmacı tarafından birçok çalışmada incelenmiştir. Koçer vd. TDY 2007 ve TBDY 2018 de tanımlanan spektral ivme değerleri ile zemin hâkim periyotlarını, farklı risk gruplarına sahip dört il ve farklı yerel zemin sınıfları için elde etmişlerdir.

Tunç vd. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri benzer yönleri ve farklılıkları açısından karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında 10 katlı bir ofis binasının deprem analizi her iki yönetmeliğe göre ETABS programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda tasarım iç kuvvetlerindeki artış irdelenmiş ve TBDY-2018’de tasarım iç kuvvetlerinde % 20-% 25 arasında artış olduğu görülmüştür.

Demir vd. yaptıkları çalışmada yapıların maksimum ötelenme taleplerini dikkate alarak, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerini zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz açısından karşılaştırmışlardır. Aksoylu ve Arslan (2021) benzer şekilde DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerinde tanımlanan farklı deprem kuvveti hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılmalı olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda TBDY-2018’de yapının doğal periyodunun DBYBHY-2007’e göre %45 daha fazla hesaplanmaktadır. Ayrıca Modal analiz sonucunda hesaplanan taban kesme kuvvetinin Eşdeğer yatay deprem yükü yönteminden hesaplanan taban kesme kuvvetinden %20 daha az olduğu her iki yönetmelikte de görülmüştür. Daha ekonomik çözümler istendiğinde modal analiz yönteminin eşdeğer yatay deprem yükü yöntemine göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Keskin ve Bozdoğan (2019) DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre Kırklareli depremselliğini araştırmıştır. Özmen ve Sayın (2021) farklı zemin değerlerine sahip yapıların DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre eşdeğer yatay deprem yükü yöntemini kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda TBDY-2018 esaslarına göre hesaplanan yapının periyodu DBYBHY-2007’e göre daha yüksek çıkmıştır. Bu farkın ortaya çıkmasında 2018 deprem yönetmeliğine göre etkin kesit rijitliklerinin dikkate alınması ve hesaplarda kullanılacak periyot hesabında yapının etkili doğal titreşim periyodunun hesaplanması olarak gösterilebilir. Karaca vd. (2020) yapısal tasarım bağlamında Niğde örneğinde DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre deprem yönetmelikleri karşılaştırılmıştır.

Önceki çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 esaslarına göre deprem yönetmelikleri karşılaştırılmıştır (Nemutlu vd. (2020), Döndüren vd. (2021), Ulutaş (2019), Çetin vd. (2020)). Türkiye’deki mevcut yapıların çoğunluğunun önceki deprem yönetmelikleri döneminde inşa edilmesi sebebiyle ilk yönetmelikler ile son yönetmeliklerin karşılaştırılması literatüre önemli katkı sunacaktır. Bu amaçla bu çalışma kapsamında yıllara göre kullanımda olan deprem

2.3. Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)

1939-1944 yılları arasında meydana gelen depremler sonrası ağır can kaybı ve oluşan maddi hasarlar sebebiyle 1949 yılında Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmeliğin önemli yeniliklerden birisi de deprem bölgelerinin harita olarak yönetmeliğe işlenmesidir. Bu yönetmelikte deprem bölgeleri tehlike bölgelerine sınıflandırılarak yönetmeliğin 1. Maddesine eklenmiştir. Yönetmelikte taşıyıcı sistem türlerine ve deprem bölgelerine yapı kat sayıları ve yükseklikleri çizelge olarak yönetmeliğe eklenmiştir. Yapıların kat yükseklikleri ve kat sayıları Çizelge 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. 1949 yılında yayımlanan "Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliğine göre kat adetleri ve yapı yükseklikleri

Yapı Türü	1.Derece Deprem Bölgesi		2.Derece Deprem Bölgesi	
	Kat Adedi	Yapı Yük. (m)	Kat Adedi	Yapı Yük. (m)
Kargir yapılar	3	12.5	4	16.0
Moloztaş duvarlı kargir yapılar	2	9.0	2	9.0
Yarım kargir-hımış yapılar	2	7.5	2	9.0
Ahşap yapılar	1	5.0	2	7.5
Kerpiç yapılar	1	3.5	1	3.5

Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği deprem etkisinin birbirine dikey iki eksen doğrultusunda etki ettiği ama ikisinin aynı anda tesir etmeyeceği ifade edilmiştir. 1949 Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliğine göre deprem hesabı 2 numaralı bağıntı ile hesaplanmıştır.

$$H = C(G + nP) \quad (2)$$

Burada; H deprem etkisinde taban kesme kuvvetini, G yapı ağırlığını, n yapının kullanımına dair 1-1/3 arasında değişen katsayıyı, P yapıya etki eden hareketli yükleri ve C birinci derece deprem bölgelerinde 0.04-0.02 aralığında, ikinci derece deprem bölgelerinde 0.03-0.01 aralığında bir katsayıyı temsil etmektedir. C katsayısı yapıyı tasarlayan mühendis veya denetleyici kurumun teknik personelinin tecrübesi ve yapının zeminine göre belirlenmektedir. Bu yönetmeliğin önemli bir farkı ise hareketli yüklerin deprem hesabına dahil edilmesidir. Önceki yönetmeliklerde deprem hesabı sadece binanın zati ağırlığına bağlı olarak hesaplanırken, bu yönetmelikte hareketli yük ve hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınmıştır.

2.4. Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953)

1949 yılında hazırlanan Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği revize edilmiş hali olarak hazırlanmıştır. Deprem hesabı 2 numaralı bağıntı ile hesap edilmekte olup, katsayıları detaylıca açıklamıştır. Bu açıdan 1949 Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği ile aynı prensiplere sahiptir. Deprem katsayıları ve bina kullanım katsayıları Çizelge 2 ve Çizelge 3’de özetlenmiştir.

Tablo 2. C katsayısının zemin durumuna göre değişimi

Koşullar	1.Derece Deprem Bölgesi	2.Derece Deprem Bölgesi
Kaya zemin kalınlığı 1m’den fazla olan araziler	0.02	0.01
Minimum kalınlığı 3m olan sert killi zeminler	0.03	0.02
Diğer tüm zeminler	0.04	0.03

Tablo 3. n katsayısının değişimi (hareketli yük için)

Yapı Türü	n
Sinema, tiyatro, otel, kahvehane, fabrika, umumi toplantı ve işyeri	1
Resmi Yapılar	1/2
Konutlar	1/3

Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953) zeminleri sınıflandırarak deprem etkisini yansıtmada o tarihe kadar kullanılan en somut yönetmelik olarak öne çıkmıştır.

2.5. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962)

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962) önceki yönetmeliklerin devamı niteliğindedir. Temel prensip olarak önceki yönetmelikler ile benzer özellikleri taşımaktadır. Eşdeğer yatay deprem yükü hesabında n hareketli yük katsayısında değişikliğe gidilmiş, ayrıca C katsayısının hesabında zemin cinsine ek olarak bina yüksekliği de eklemiştir.

$$C = C_0 n_1 n_2 \quad (3)$$

Burada; C_0 bina yüksekliğine göre değişen katsayı (0.10-0.06), n_1 yapı ve zemin cinsine bağlı katsayı ve n_2 ise deprem bölgesine bağlı katsayısı ifade etmektedir. Bu yönetmelikte deprem hesabı yapılırken, 2 numaralı bağıntıdaki n katsayısı bina kullanım amacına göre belirlenmekte olup, halkın yoğun olarak yığıldığı yapılarda 1, diğer yapılarda ise 0.5 alınması gerektiği belirtilmiştir.

2.6. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968)

1968 tarihli deprem yönetmeliği betonarme yapılar açısından önem taşımaktadır. Bu yönetmeliğin önceki yönetmeliklerden en önemli farkı betonarme elemanlar ile ilgili temel hesaplama ve boyutların tanımlanması olmuştur. Önceki yönetmeliklerde betonarme yapılardan bahsedilmesine karşın tasarım prensiplerine girilmemişti. Bu yönetmelik ile birlikte betonarme elemanların boyutlarına dair koşullar tanımlanmıştır. Ayrıca deprem hesabı daha ayrıntılı hale getirilerek güncellenmiştir. Betonarme elemanlar ile ilgili temel tasarım prensipleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Betonarme yapılarda kolonlar tüm katlar boyunca sürekli olacaktır. Planda ise aynı doğrultuda olması sağlanacaktır.
- Kolon-Kiriş birleşim noktaları civarında etriye aralığı, bu elemanların ortasındaki etriye aralığının yarısı kadar olmalıdır. Ayrıca kolonlara ait etriyeler kirişler içinde de devam edecektir.
- Kolonların genişlikleri kat yüksekliğinin $1/20$ 'sinden ve 24 cm'den küçük olmayacaktır.
- Betonarme perde duvarlarının kalınlığı kat yüksekliğinin $1/25$ 'inden ve 20 cm'den az olamaz.
- Betonarme döşemelerin kalınlığı çatı döşemelerinde 8, diğer döşemelerde 10 cm'den az olamaz.
- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde asmolen döşeme yapılamaz.
- Kirişler en az 15x30 cm kesitinde olacak ve yükseklikleri kendilerine bağlantılı plak döşeme kalınlığının 3 katından fazla olacaktır.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte deprem hesabı daha da detaylandırılmıştır. Deprem hesabı 4-10 bağıntılarında özetlenmiştir.

$$F = C \cdot W \quad (4)$$

Burada; F deprem kuvvetini, W bina ağırlığını ve C deprem katsayısını ifade etmektedir.

$$C = C_0 \cdot a \cdot b \cdot g \quad (5)$$

$$W = \sum W_i \quad (6)$$

$$W_i = G_i + n_i P_i \quad (7)$$

$$T = 0.09(H/D)^{0.5} \quad (8)$$

$$T \leq 0.5 \rightarrow g = 1 \quad (9)$$

$$T > 0.5 \rightarrow g = 0.5/T \quad (10)$$

Burada; C_0 deprem bölge katsayısı, a ; deprem zemin katsayısı, b bina önem katsayısı, g bina dinamik katsayısı, H binanın temel tabanından toplam yüksekliğini, D bina genişliğini, T binanın birinci doğal titreşim periyodunu, W_i i . katın ağırlığı, G_i i . kattaki zati yükler toplamı, n_i i . kattaki hareketli yük katsayısı, P_i i . kattaki hareketli yükler toplamı olarak tanımlanmaktadır. Bu hesaplarda kullanılan katsayılar Çizelge 4-5-6-7'de gösterilmektedir.

Tablo 4. Deprem bölge katsayısı C_0

Deprem Bölgesi	C_0
I	0.06
II	0.04
III	0.02

Tablo 5. Deprem zemin katsayısı (a)

Zemin Cinsleri	a
Sert ve kayalık zeminler	0.80
Sert kumlu killi zeminler	1.00
Sulu ve gevşek zeminler	1.20

Tablo 6. Bina önem katsayısı

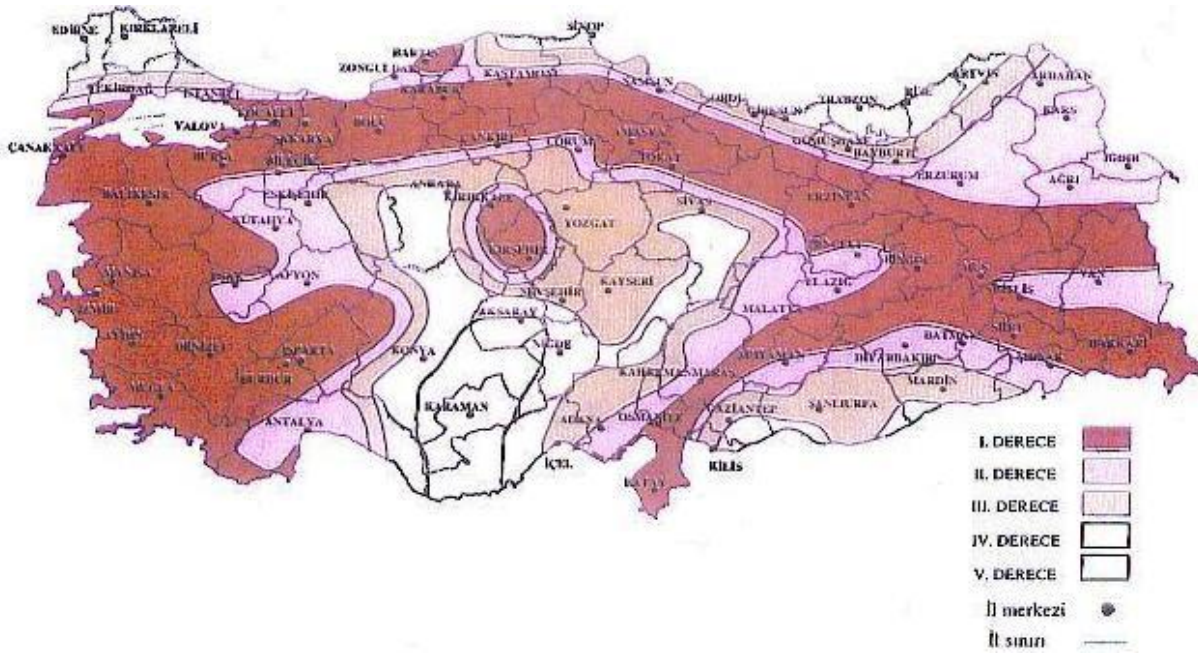
Yapı Türü	b
Deprem sonrası hemen kullanılması gereken yapılar	1.50
Önemli eşyaları saklayan yapılar	1.50
Halkın yoğun yığıldığı yapılar	1.50
Halkın az yığıldığı yapılar	1.00

Tablo 7. Hareketli yük katsayısı (n)

Yapı Türü	n
Sinema, tiyatro, okul, stadyum tipi yapılar	1.00
Sağlık yapıları, kamu yapıları, otel, apartman	0.50

2.7. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975)

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) günümüz modern yönetmeliklerine yakın bir yönetmelik olarak hazırlanmıştır. Özellikle hazırlandığı döneme göre deprem hesabını oldukça iyi tahmin etmektedir. Bu dönemde yönetmeliğe uygun tasarlanan binaların mevcut depremlere karşı dayanıklı olduğu görülmüştür. Bu yönetmelikte Türkiye dört deprem bölgesine ayrılmış olup, Şekil 2'de gösterilmektedir.

**Şekil 2.** 1972 tarihli deprem bölgeleri haritası (ABYYHY-1975)

1975 tarihli deprem haritası günümüz deprem haritasına çok benzemektedir. Özellikle kuzey Anadolu fay hattı ve güneye doğru çatallanan kısmı günümüz fay haritalarına oldukça yakındır. 1975 tarihli deprem yönetmeliği betonarme yapıların yoğun inşa edildiği dönem olması sebebiyle betonarme elemanların tasarımına önemli oranda yer vermiştir. Betonarme elemanların boyut ve donatılarına dair sınır değerler günümüz deprem yönetmeliklerine yakın değerlerdir. Deprem etkisinin hesabı daha da detaylandırılmış olup, zemine bağlı ivme spektrumları ilk kez yönetmelikte yer bulmuştur. Deprem hesabı 11-15 bağıntılarında özetlenmiştir

$$F = C \cdot W \quad (11)$$

$$C = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I \quad (12)$$

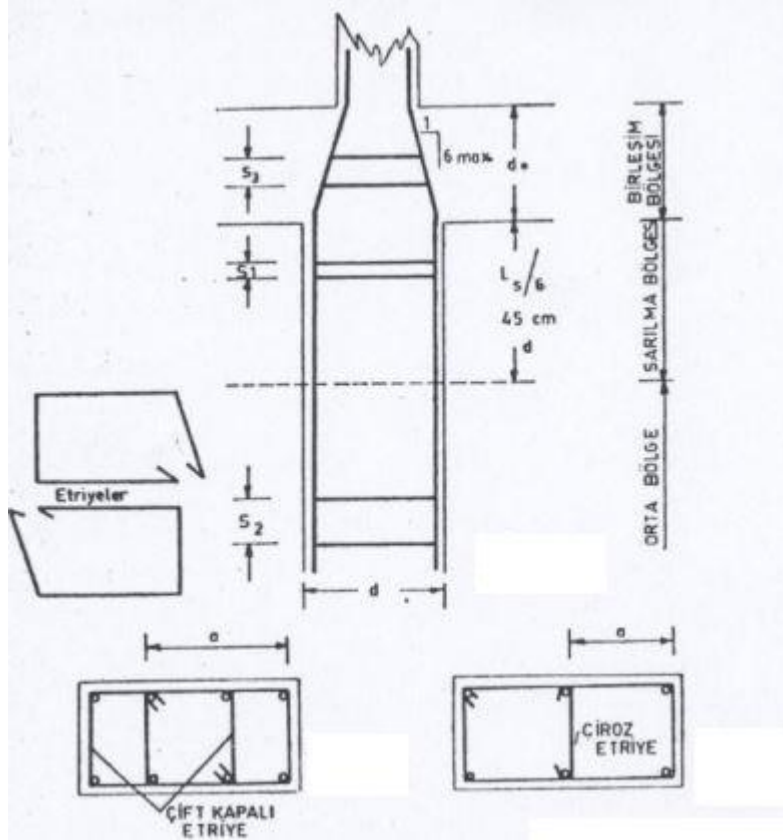
$$S = \frac{1}{|0.8 + T - T_0|} \quad (13)$$

$$T = \frac{0.09H}{\sqrt{D}} \quad (14)$$

$$F_t = 0.004F \left(\frac{H}{D}\right)^2 \quad (15)$$

Burada; F yatay deprem kuvvetini, W bina ağırlığını, C deprem katsayısı, C_o deprem bölge katsayısı, K yapı tipi katsayısı, S yapı dinamik katsayısı, I yapı önem katsayısı, H binanın temel tabanından toplam yüksekliğini, D bina genişliğini, T binanın binanın birinci doğal titreşim periyodu ve F_t son kata etki eden deprem yatay yükü olarak tanımlanmaktadır.

Bu yönetmelikte kolon-kiriş birleşim bölgelerine önem verilmiş ve sarılma bölgelerinin uzunlukları ve koşulları detaylandırılmış olup, Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Düğüm noktaları ve sarılma bölgeleri (ABYYHY-1975)

2.8. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)

1998 yılında yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte (ABYYHY) depreme dayanıklı yapı tasarımının temel ilkelerinden olan düzensizlikler konusunda ilk koşullar detaylandırılmıştır. ABYYBHY-1998'de deprem bölgelerinde bulunan binalara etki edecek yatay deprem kuvvetlerinin hesabı için etkin yer ivme katsayısı, bina önem katsayısı ve tasarım spektrumu katsayıları belirlenmiştir. Bu veriler ışığında deprem kuvvetlerinin hesabı için kullanılacak hesap yöntemleri gösterilmiştir. İlk kez eşdeğer yatay deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanına hesap adı altında detaylandırılmıştır. Bu açıdan incelendiğinde ABYYBHY-1998 daha akademik bir çalışmanın ürünüdür. Diğer yönetmeliklere göre daha bilimsel veriler ışığında hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğe kadar düğüm noktalarında ve sarılma bölgelerindeki etriye sıklaştırmalarına önem verilmez iken, bu yönetmeliğin yayınlanması ve 1999 Kocaeli depreminden sonra bu kurallara sıkı bir şekilde uyulmaya başlanmıştır. 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliğe göre deprem hesabı 16 numaralı bağıntıya göre hesaplanmaktadır.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (16)$$

Burada; V_t toplam eşdeğer deprem yükünü (taban kesme kuvvetini), W bina ağırlığını, A(T₁) spektral ivme katsayısını, A₀ yerel deprem ivmesi, R_a(T₁) deprem yükü azaltma katsayısını, T₁ binanın birinci periyodunu, S(T₁) zemin spektrum değeri, I bina önem katsayısını

göstermektedir. Yapıya ait spektral ivme katsayısı ve deprem yükü azaltma katsayısının hesabı 17-19 numaralı bağıntılarda özetlenmiştir.

$$A(T_1) = A_0 \cdot S(T_1) \cdot I \quad (17)$$

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)T/T_A \rightarrow (0 \leq T \leq T_A) \quad (18)$$

$$R_a(T) = R \rightarrow (T > T_A) \quad (19)$$

Burada; T_A ve T_B yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodunu temsil etmektedir. Ayrıca bina ağırlığı hesabında kar yükünün %30'unun sabit yük olarak alınacağı, hareketli yük katılım katsayısı n değerinin endüstriyel sabit ekipmanlar için 1.00 alınacağı ancak vinç kaldırma yüklerinin kat ağırlığı hesabında dikkate alınmayacağı belirtilmektedir.

2.9. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)

1995-Kobe ve en önemlisi 1999-Kocaeli depremlerinden sonra Türkiye'de ve dünyadaki deprem yönetmeliklerinde ciddi değişimler meydana gelmiştir. Özellikle Türkiye'de DBYBHY-2007 ile birlikte betonarme elemanların tasarımı deprem açısından değerlendirilip, TS-500 Betonarme yapıların tasarım ve hesap kuralları adlı şartname ile desteklenmiştir. Deprem sonrası meydana gelen ağır can kaybı ve ekonomik zararlar sebebiyle Türkiye'de hazır beton ve yapı denetim sistemi zorunlu hale getirilmiştir. Dünya'da ise 1999-Kobe depremi sonrasında kuvvet esaslı yaklaşımların olumsuz yanları ortaya çıkmıştır. Kuvvet esaslı yaklaşımlar ile tasarlanmış binaların depremde can güvenliğini sağlamasına rağmen deprem sonrası kullanılamaz hale gelmesi ekonominin durmasına sebep olmuştur. Bu deprem sonrası yapılan araştırmalar sayesinde kuvvet esaslı yaklaşımlara ilave olarak şekil değiştirme esaslı yaklaşımlar da kullanılmaya başlanmıştır. DBYBHY'de ise mevcut binaların şekil değiştirme esaslı yaklaşımlar altında performans analizine yer verilmiştir. Bu açıdan mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için ilk kez yönetmelikte koşullar ile tanımlanmıştır. Deprem hesabında kullanılan yöntemler ise Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 ile aynıdır.

2.10. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikten sonra çıkarılan ilk kapsamlı yönetmeliktir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği önceki yönetmeliklerden en önemli farkı yapıların birden fazla performans hedefine göre tasarımına izin vermesidir. Önceki yönetmeliklerde mevcut yapıların değerlendirilmesinde kullanılan performans dayalı tasarımın, yeni yapılarda kullanılması önemli bir yeniliktir. Önceki yönetmeliklerde kullanılan deprem haritalarında Türkiye deprem bölgelerine ayrılarak deprem hesabı yapılırken, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde noktasal lokasyona bağlı olarak deprem tehlikesi hesaplanmaktadır. Bu açıdan standart ivme spektrumunu oluşturan deprem tehlikesi ve zemin etki parametreleri önemli derecede değişmiştir. İlk kez düşey tasarım spektrumu tanımlanarak kullanılmaya başlanmıştır. Deprem tehlikesi tek bir yer hareketi düzeyinde değil dört farklı düzeyde tanımlanmaktadır. Ayrıca önemli ve yüksek binalarda uygulamaya ait hükümlere yer verilmiştir. Türkiye Bina deprem yönetmeliğinde deprem hesabı 20 numaralı bağıntıya göre yapılmaktadır.

$$V_{tE}^{(x)} = m_t S_{aR}(T_P^{(x)}) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g \quad (20)$$

Burada; $V_{tE}^{(x)}$ deprem taban kesme kuvvetini, $S_{aR}(T_P^{(x)})$ azaltılmış tasarım spektral ivmesini, m_t binanın toplam kütesini, I bina önem katsayısını, S_{DS} kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını, g yerçekimi ivmesini ifade etmektedir. Azaltılmış tasarım spektral ivmesinin hesabı 21 numaralı bağıntıda verilmektedir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (21)$$

Burada; $S_{ae}(T)$ yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodunu ve $R_a(T)$ deprem yükü azaltma katsayısını ifade etmektedir. Yatay elastik tasarım ivme spektrumu ve deprem yükü azaltma katsayısının hesabı 22-27 numaralı bağıntılarda özetlenmiştir.

$$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \rightarrow (0 \leq T \leq T_A) \quad (22)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \rightarrow (T_A \leq T \leq T_B) \quad (23)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \rightarrow (T_B \leq T \leq T_L) \quad (24)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \rightarrow (T_L \leq T) \quad (25)$$

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow (T > T_B) \quad (26)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} \rightarrow (T \leq T_B) \quad (27)$$

Burada; yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B , S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak hesaplanmıştır. T_L sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu 6 s olarak tanımlanmıştır. R taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve D dayanım fazlalığı katsayısını temsil etmektedir. S_{DS} ve S_{D1} 'in hesabında 28-29 numaralı bağıntı yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad (28)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad (29)$$

Burada; S_S kısa periyot harita spektral ivme katsayısını, S_1 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısını, F_S kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayılarını, F_1 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayılarını belirtmektedir.

3. Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması

Erzincan-1939 depremi sonrasında meydana gelen ağır can kaybı sonrasında yapıların tasarımında kullanılmaya başlanan deprem yönetmelikleri günümüze kadar teknolojiye ilerlemelerin etkisiyle sürekli güncellenmiştir. Türkiye nüfusunun önemli kısmı deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Bunun da etkisiyle yapıların tasarımında yıllara göre farklı yönetmelikler kullanılmıştır. Bilimde meydana gelen her ilerleme ve akademik tecrübelerin sahaya da yansımalarının etkisiyle deprem yönetmelikleri sürekli olarak revize edilmiştir. Bu veriler ışığında yıllara göre deprem yönetmeliklerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması Çizelge 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Deprem yönetmeliklerinin özellikleri ve deprem hesabının karşılaştırılması

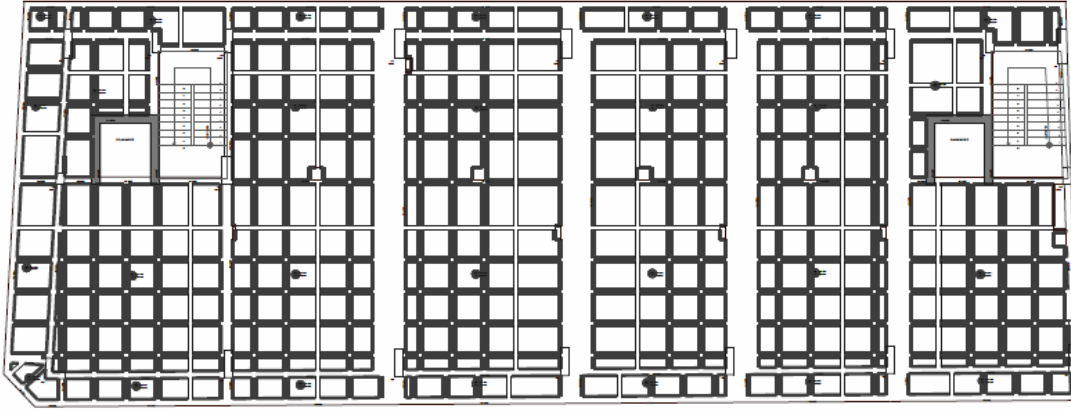
Yönetmelik	Özellik	Deprem Hesabı
ZMYİAİYT-1940	<ul style="list-style-type: none"> İlk yönetmelik (İtalya) İki deprem bölgesi tanımlı Ahşap-Yığma yapı ağırlıklı 	$T=C.W$
ZMMYT-1944	<ul style="list-style-type: none"> İlk yönetmelik (Türkiye) Zeminler sınıflandırıldı Kat sayıları belirlendi Ahşap-Yığma yapı ağırlıklı Deprem etkisi düşey (önemsiz) ve yatay (önemli) olarak tanımlandı 	$T=C.W$
TYBYY-1949	<ul style="list-style-type: none"> Deprem Haritası yapıldı Kat sayıları ve yükseklikleri revize edildi Hareketli yükler hesaba dahil edildi Yapı önem katsayısı kısmen dahil oldu 	$H=C(G+nP)$
YBYYHY-1953	<ul style="list-style-type: none"> C deprem katsayıları tanımlandı n yapı kullanım katsayıları tanımlandı 	$H=C(G+nP)$
ABYYHY-1962	<ul style="list-style-type: none"> C deprem katsayılarında hareketli yük etkisi tanımlandı n yapı kullanım katsayıları revize edildi 	$H=C(G+nP)$ $C=C_0.n_1.n_2$
ABYYHY-1968	<ul style="list-style-type: none"> Betonarme yapılar tanımlandı Betonarme elemanların boyutları sınırlandırıldı Binanın periyodu deprem hesabına eklendi 	$F=C.W$ $C=C_0.a.b.g$ $T = 0.09(H/D)^{0.5}$ $T \leq 0.5 \rightarrow g = 1$ $T > 0.5 \rightarrow g = 0.5/T$
ABYYHY-1975	<ul style="list-style-type: none"> Düğüm noktalarında etriye sıklaştırması tanımlandı Günümüz koşullarına en yakın yönetmelik Deprem haritası güncellendi İvme spektrumları tanımlandı 	$F = C.W$ $C = C_0.K.S.I$ $S = \frac{1}{ 0.8 + T - T_0 }$ $T = \frac{0.09H}{\sqrt{D}}$
ABYYHY-1998	<ul style="list-style-type: none"> Sektörde pratikte uygulanan ilk yönetmelik Deprem hesabı çağdaş yönetmeliklere benzer 	$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a T_1}$ $\geq 0.1A_0.I.W$
DBYBHY-2007	<ul style="list-style-type: none"> Mevcut yapıların performans analizi eklendi Mevcut yapıların güçlendirilme koşulları ve yöntemleri tanımlandı ABYYHY-1998 ile aynı özelliklerde 	$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a T_1}$ $\geq 0.1A_0.I.W$
TBDY-2018	<ul style="list-style-type: none"> Birden fazla performans hedefine göre tasarım eklendi Lokasyona bağlı deprem tehlikesi tanımlandı Düşey tasarım spektrumu tanımlandı 	$V_{tE}^{(x)} = m_t S_{aR}(T_P^{(x)})$ $\geq 0.04m_t I S_{DSg}$

4. Uygulama

Çalışma kapsamında incelenen yapı 2019 yılında alınan ruhsat ile yapılmış olup, kullanım amacı otel olarak tasarlanmıştır. Yapı betonarme taşıyıcı sistem kullanılarak imal edilmiştir. Yapı toplam 3 bodrum, 1 zemin, 5 normal katlı olup, C35 betonu ve B420C donatısı kullanılarak tasarlanmıştır. Yapı 550 m² kat alanına sahip olup, toplamda 4263 m² inşaat alanına sahiptir. Yapıya ait bilgiler Çizelge 9’da özetlenmiştir. Yapıya ait kat planı ise Şekil 4’de gösterilmektedir.

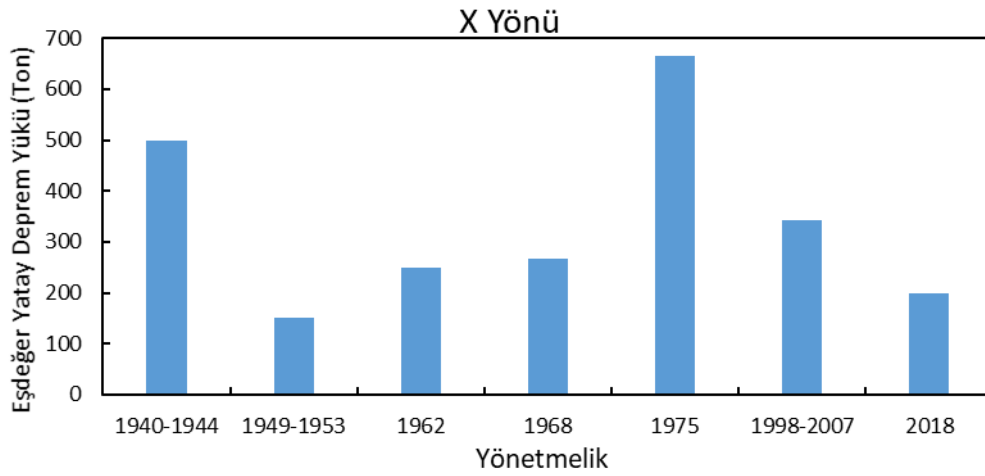
Tablo 9. Yapıya ait bilgiler

Bilgi	Yapıya ait Değer
Deprem Bölgesi	I
Bina yükseklik sınıfı	5
Zemin Sınıfı	Z3-ZC
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	7
T _A -T _B (DBYBHY)	0.15-0.60
T _A -T _B (TBDY)	0.07-0.34
Bina Önem Katsayısı	1
Yapı Kütlesi (t)	4997

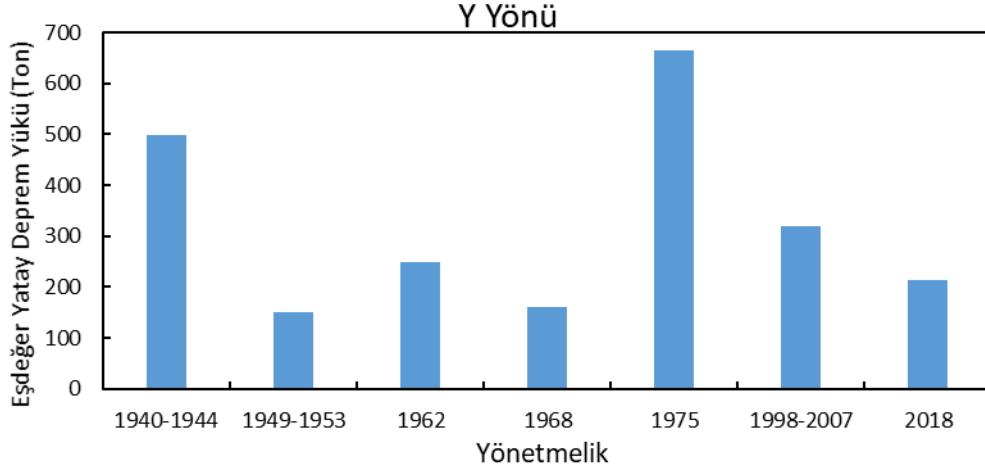


Şekil 4. Örnek yapıya ait kat planı

İncelenen yapının eşdeğer yatay deprem yükü yöntemiyle yıllara göre hesaplanmış değerler Şekil 5-6’da özetlenmiştir.



Şekil 5. X yönü için hesaplanan eşdeğer yatay deprem yüklerinin karşılaştırılması

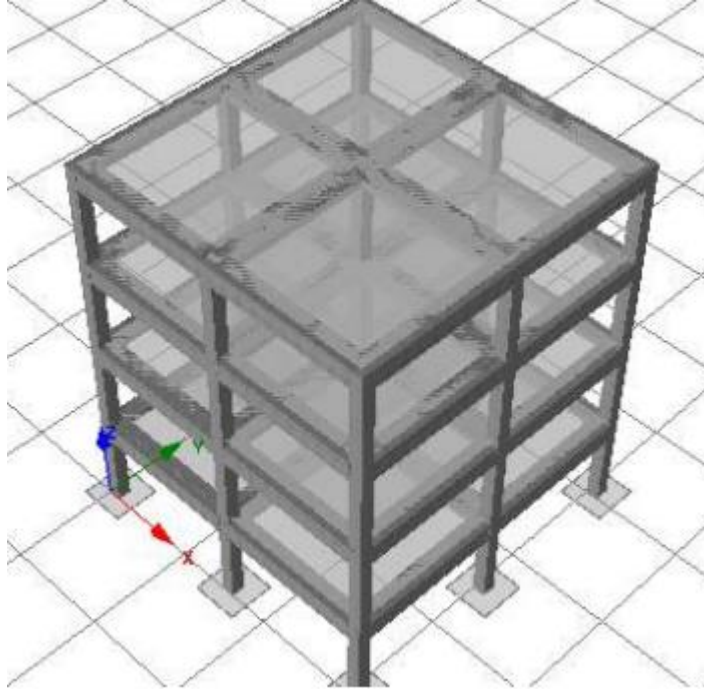


Şekil 6. Y yönü için hesaplanan eşdeğer yatay deprem yüklerinin karşılaştırılması

Yönetmeliklere dair sonuçlar incelendiğinde ABYYHY-1968 yönetmeliğine kadar eşdeğer yatay deprem yükü hesabında doğrultuların dikkate alınmadığı görülmüş olup, X ve Y yönü için aynı sonuçlar dikkate alınmıştır. ABYYHY-1968 yönetmeliğinde yapıların periyot hesabında deprem yönlerinin dikkate alınması sebebiyle X ve Y doğrultusunda deprem hesabı yapılabilmektedir. Yıllara göre hesaplanan eşdeğer yatay deprem yükü değerleri incelendiğinde ABYYHY-1975 yönetmeliğinin en yüksek değeri hesapladığı görülmüştür. TBDY-2018 yönetmeliği günümüz koşullarında, zemin değerlerine göre daha gerçekçi hesap yapması sebebiyle en doğru sonuçları verdiği düşünülmektedir.

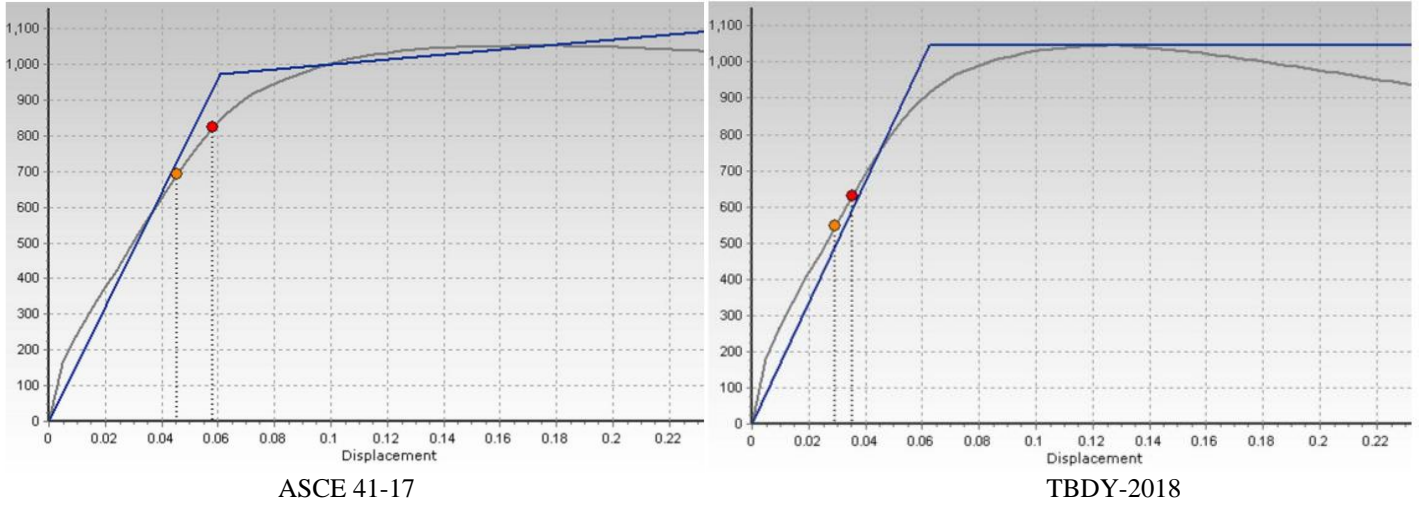
ASCE 41-17 ve TBDY-2018 Esaslarına Göre Örnek Yapının İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında son olarak, Türkiye’de kullanılan TBDY-2018 yönetmeliği ile ASCE 41-17 yönetmeliği karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Seismo-build programı kullanılarak örnek bir 4 katlı yapı modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde C30-B420C malzemesi kullanılmış olup, aynı zemin ve deprem durumu altında analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan yapı modeli Şekil 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Seismo-Build programında modellenen yapıya ait ekran görüntüsü

Yapılan analiz sonucunda ASCE 41-17 ve TBDY-2018 esaslarına göre elde edilmiş itme analizi sonuçları Şekil 8’de karşılaştırılmaktadır.



Şekil 8. ASCE 41-17 ve TBDY-2018 esaslarına göre kapasite eğrileri

ASCE 41-17 ve TBDY-2018 esaslarına göre hesaplanan kapasite eğrileri incelendiğinde TBDY'nin ASCE 41-17'e göre daha ihtiyatlı hesap yaptığı görülmüştür. TBDY-2018'e göre daha düşük yer değiştirme ve kesme kapasitesi hesaplanmış olup, ASCE 41-17' göre daha yüksek kapasite değerlerine ulaşıldığı belirlenmiştir. Literatürde yapılan önceki çalışmalar incelendiğinde de TBDY-2018'in diğer muadil yönetmeliklere göre ihtiyatlı hesaplama yaptığı teyit edilmiştir.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında Türkiye'de kullanılan deprem yönetmeliklerinin özellikleri ve yapıldığı dönemdeki yapı sayısı incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler maddeler halinde sıralanmıştır.

- Örnek yapı üzerinden incelendiğinde TBDY-2018 yönetmeliğinin eşdeğer yatay deprem yükünü daha gerçekçi tahmin ettiği görülmektedir. Önceki yönetmelikler TBDY-2018 yönetmeliğinden daha yüksek eşdeğer yatay deprem yükü hesaplamıştır. TBDY-2018'e göre yapı periyodu hesabında etkin rijitliklerin dikkate alınması sebebiyle daha yüksek hesaplanan yapı periyodu, eşdeğer yatay deprem yükü hesabının DBYBHY-2007'e göre daha düşük hesaplanmasına neden olmuştur. Son dört deprem yönetmeliğinin sonuçları incelendiğinde eşdeğer yatay deprem yükünü azalan formda hesaplamaktadır. Buna karşın tasarıma esas iç kuvvetlerin etkisinin daha fazla artması sebebiyle son yönetmeliklerin daha güvenli olduğu birçok araştırmacı tarafından doğrulanmıştır.
- ASCE 41-17 ve TBDY-2018 esaslarına göre yapının itme analizi sonuçları incelendiğinde TBDY-2018'in ASCE 41-17'e göre daha ihtiyatlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.
- 1939 Erzincan depreminden sonra başlayan deprem yönetmelikleri ilk zamanlarda; eşdeğer yatay deprem yükünü bina ağırlığının belirli yüzdesi alınacak şekilde kaba olarak hesaplamıştır. Sonrasında zemin etkileri ve bina önem katsayısı da dahil edilerek daha kapsamlı hesap yöntemlerine geçilmiştir. İlk çıkan yönetmelikler yığma ve ahşap yapıların tasarım ve uygulama kriterlerini içermiştir. 1968 yılındaki yönetmelik itibarıyla betonarme yapılar deprem yönetmeliklerine girmiştir. Bu açıdan bakıldığında 1968 öncesi betonarme yapıların deprem yönetmeliği ve tasarım kriterleri olmadan inşa edildiği düşünülebilir.
- ABYYHY-1998 yönetmeliğine kadar sektörde birçok deprem yönetmeliği teorik olarak kullanılmıştır. Özellikle ABYYHY-1975-1968 yönetmelikleri günümüz deprem yönetmeliklerindeki deprem etkisine yakın öneriler içermiştir. DBYBHY-2007 yönetmeliğinde Asmolen döşemelerin deprem bölgelerinde kullanımı serbest iken, TBDY-2018'de asmolen döşemelerin yapı sünekliği üzerine olumsuz etkileri sebebiyle kat sayısı ve deprem bölgesine göre izin vermiştir. Buna karşın ABYYHY-1968 yönetmeliğinde asmolen döşeme doğrudan deprem bölgelerinde kullanımı yasaklanmıştır.
- 1998 öncesi yapıların projeleri incelendiğinde birçok binanın fazla katlı, deprem hesabı olmadan, projesi olmadan veya projesine aykırı şekilde imal edildiği görülmüştür. Türkiye'deki bina sayıları incelendiğinde 2000 öncesi inşa edilen yapı sayısının toplam yapı stoğunda %60'ın üzerinde dilimde olduğu tahmin edilmektedir. Bu yapıların deprem yönetmeliğine uygun olmadan, denetimsiz ve hazır beton kullanılmadan inşa edildiği düşünülürse, depreme karşı dayanıksız olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin her bölgesine dağılmış olan bu yapıların bölge fark etmeksizin yenilenmesi gerekmektedir. En temel sonucu olarak Elazığ-2020 ve İzmir-2020 depremlerinde meydana gelen can kayıplarının büyük kısmı 2000 öncesi yapılan yapılarda meydana gelmiştir.

- Mevcut yapıların performans analizinde veya güçlendirilmesinde TBDY-2018 yönetmeliğine göre yapılmasına rağmen, mevcut yapının inşa edildiği dönemdeki koşulları bilmek, statik analizi yapacak mühendis için önem arz etmektedir. Hangi elemanın hangi koşullarda tasarlandığının bilinmesi, güçlendirilmesi gereken elemanların tespitinde yardımcı olacaktır. Bu açıdan mevcut yapıların performans analizinde ve güçlendirilmesi önceki yönetmeliklerin sektörde bilinmesi önemlidir.

Referanslar

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1962.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1968.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998.

Aksoyly, C, Arslan, M. (2021). 2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Betonarme Binalar İçin Yer Alan Farklı Deprem Kuvveti Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Olarak İrdelenmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 13 (2) , 359-374. DOI: 10.29137/umagd.844186

ASCE/SEI 41-17, (2017), Seismic rehabilitation and retrofit of existing buildings, American Society of Civil Engineers, Reston, VA.

Çetin, K., Demir, A., & Altıok, T. Y. 2007 Ve 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Yerel Zemin Sınıflarının Yapılardaki Burulma Düzensizliğine Etkisi. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 282-290.

Demir, A., & Kayhan, A. H. (2017). Deprem Yönetmeliği 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile Uyumlu Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, <http://www.depremin.gov.tr>, 2007.

Devlet İstatistik Enstitüsü, 1965 il ve ilçe merkezleri ile nüfusu 5.000 ve daha fazla olan bucak ve köylerde binalar sayımı, Ankara.

Devlet İstatistik Enstitüsü, 1970 binalar sayımı, Ankara.

Devlet İstatistik Enstitüsü, Bina Sayımı 2000, Ankara.

Döndüren, M. S., Şeyda, H. A. V. A., & Ecemiş, A. S. Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Dbybhy 2007 Ve Tbdy 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2), 327-342.

Karaca, H, Oral, M, Erbil, M. (2020). Yapısal Tasarım Bağlamında 2007 Ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması, Niğde Örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9 (2) , 898-903. DOI: 10.28948/ngumuh.667365

Keskin, E, Bozdoğan, K. (2018). 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4 (1) , 74-90. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/klujes/issue/37436/421614>

Koçer, M., Nakipoğlu, A., Öztürk, B., Al-hagri, M. G., & Arslan, M. H. (2018). Deprem Kuvvetine Esas Spektral İvme Değerlerinin TBDY 2018 Ve TDY 2007'ye Göre Karşılaştırılması. Selçuk-Teknik Dergisi, 17(2), 43-58.

Nemutlu, Ö. F., Balun, B., Benli, A., & Ali, S. A. R. I. (2020). Bingöl ve Elazığ İlleri Özelinde 2007 ve 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre İvme Spektrumlarının Değişiminin İncelenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(3), 1341-1356.

Özmen, A, Sayın, E. (2021). 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, 4 (2) , 124-133. DOI: 10.47495/okufbed.797889

TBDY (2018), "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği", Çevre Şehircilik Bakanlığı. Ankara.

Tunç, G., & Tanfener, T. U. G. R. U. L. (2016). 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi. 3. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım, Güvenlik ve Erişebilirlik, 1-13.

TÜİK, “Yapı İzin İstatistikleri: 2008-2020”, www.tuik.gov.tr, 2020.

Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (TYBYY-1949), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1949.

ULUTAŞ, H. (2019). DBYBHY (2007) ve TBDY (2018) Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 351-359.

Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (YBYYHY-1953), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1953.

Zelzele Mintıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (ZMYİAİYT-1940), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1940.

Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (ZMMYT-1944), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1944.