

Farklı Zemin Sınıfları İçin Tasarlanan Örnek Çelik Binaların 2007 ve 2019 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması

Mahsuni KAYA^{1*}, Burak ÖZŞAHİN²

¹Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, Türkiye

²Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, Türkiye

Geliş: 17.02.2025, Kabul: 12.06.2025, Yayınlanma: 27.06.2025

ÖZ

Türkiye dünyanın etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Türkiye’de geçmişte birçok yıkıcı deprem yaşandığı gibi gelecekte de yıkıcı depremlerin yaşanması kaçınılmazdır. Türkiye’de bina tasarımında uzun yıllardan beri kullanılmakta olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik DBYBHY 2007 (DBYBHY 2007) 2019 yılında yürürlükten kaldırılmış yerini Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019)’a bırakmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 ile birlikte diğer bina türlerinde olduğu gibi çelik bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımına ilişkin eski yönetmelik ve standartlara göre yeni kural değişiklikleri yürürlüğe girmiştir.

Bu çalışmada Türkiye’de DBYBHY 2007’den TBDY 2019’a geçişin çelik bina tasarımına etkilerini çelik örnek bina modelleri üzerinden irdelemek için Türkiye’de yaygın kullanıma sahip çelik binaları temsil edebilecek iki çelik bina modeli seçilmiştir. Seçilen örnek çelik bina modellerinin tasarımları ve yapısal analizleri DBYBHY 2007 ve TBDY 2019’a göre farklı yerel sınıfları için yapılmıştır. Yapısal analiz sonuçlarına göre, DBYBHY 2007’den TBDY 2019’a geçişin çelik bina tasarımı üzerindeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çelik Bina; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği; Çelik Bina Tasarımı

Comparison of Example Steel Buildings Examples Designed for Different Soil Classes According to 2007 and 2019 Turkish Earthquake Regulations

ABSTRACT

Türkiye is located on one of the world's active earthquake zones. As many devastating earthquakes have occurred in Türkiye in the past, devastating earthquakes will inevitably happen in the future. The Turkish Building Earthquake Code 2007 (TBEC 2007), used in building design in Türkiye for many years, was abolished in 2019 and replaced by the Turkish Building Earthquake Code 2019 (TBEC 2019). With the Turkish Building Earthquake Code 2019, new rule changes have entered into force compared to the old regulations and standards regarding the design of steel building structural systems as in other building types.

In this study, to examine the effects of the transition from TBEC 2007 to TBEC 2019 on steel building design in Türkiye through steel building models, two steel buildings that could represent steel buildings with widespread use in Türkiye, were selected. The design and structural analyses of the selected steel building models were made for different site classes according to TBEC 2007 and TBEC 2019. According to the structural analysis results, the effects of the transition from TBEC 2007 to TBEC 2019 on steel building design were tried to be revealed.

Keywords: Steel Structures; Turkish Building Earthquake Code; Design of Steel Structures

1. GİRİŞ

Türkiye bulunduğu konum itibarıyla dünyanın önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada geçmişte birçok yıkıcı deprem yaşanmış olup, gelecekte de bu tür yıkıcı depremlerin yaşanması kaçınılmazdır. Türkiye'de nüfusun büyük çoğunluğu, sanayi tesislerinin ve barajların neredeyse tamamı aktif deprem kuşağındadır (AFAD, 2024).

Tüm dünyada depreme dayanıklı yapı tasarımı, ülkelerin kendi koşullarına göre hazırlanan yapı ve deprem yönetmelikleri ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Yapı tasarım standartları ve deprem yönetmelikleri, deprem ve yapı mühendisliği ile bilim ve teknolojiadaki gelişmeler ve yapı sektörünün ihtiyaçları göz önüne alınarak zaman içinde revize edilmekte veya yenilenmektedir (Özşahin, 2021a). Türkiye'de de benzer şekilde 2007 yılından beri kullanılmakta olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) yürürlükten kaldırılmış, yerine Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019) kullanılmaya başlanmıştır (Seyrek, 2020; Özşahin, 2021a).

TBDY 2019 ile birlikte 1996 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası da yürürlükten kalkmış, yerine Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritası 2019 (TDTH 2019) kullanılmaya başlanmıştır (TBDY 2019; DBYBHY 2007). TBDY 2019 yönetmeliği ile birlikte bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımına ilişkin DBYBHY 2007 yönetmeliğine göre yeni kural değişiklikleri yürürlüğe girmiştir. TBDY 2019'da diğer bina türlerinde olduğu gibi çelik binaların deprem hesabında kullanılan parametreler ve tasarım esaslarında önemli değişiklikler olmuştur (Çelik, 2019; Öz, 2018; Zorlu ve Akbaş, 2017; Aydın ve Günaydın, 2017; Irgaç, 2019; Serin, 2019; Katmer, 2019).

Türkiye'de çelik yapıların tasarımında uzun yıllardan beri kullanılmakta olan TS 648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları standardı zaman içinde güncelliğini kaybederek sektörün ihtiyaçlarını karşıyamaz hale gelmiştir. İnşaat mühendisliği açısından birçok konuyu hiç kapsamayan, birçok konuyu ise yeterince açık işlemeyen eski yönetmelik, tasarımcıları çoğu kez yabancı ülke yönetmeliklerini kullanarak çelik yapı tasarımı yapmaya zorlamıştır. Bu sebeple 2016 yılında TS 648 standardı yürürlükten kaldırılmış, yerine Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2016 (ÇYTHY 2016) kullanılmaya başlanmıştır. ÇYTHY 2016 yönetmeliği 2018 yılında revizyona uğramıştır (ÇYTHY 2018). Son yıllarda yürürlüğe giren tasarım ve deprem yönetmelikleri sayesinde inşaat mühendisliği alanında birçok konu açıklığa kavuşturulmuştur. Özellikle çelik yapılar alanında yürürlüğe giren ÇYTHY 2018 ve TBDY 2019, çelik binaların tasarımına yönelik önemli yenilik ve değişiklikler getirmiştir (Çelik, 2019; İçen, 2023).

Bu çalışmada Türkiye'de DBYBHY 2007'den TBDY 2019'a geçişin çelik bina tasarımına etkilerini örnek çelik bina modelleri üzerinden irdelemek için Türkiye'de yaygın olarak kullanılan çelik binaları temsil

edebilecek örnek bir çelik sanayi binası modeli ile örnek bir çelik ofis binası modeli seçilerek, TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre farklı yerel zemin sınıfları için tasarımları ayrı ayrı yapılmış ve hesap sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada seçilen örnek çelik bina modellerinin bina ağırlıkları, deprem yükleri, bina doğal titreşim periyotları, göreceli kat ötelemeleri, ikinci merteye etkileri, taşıyıcı sistem iç kuvvetleri (N, T ve M), çelik taşıyıcı sistem kesitleri, çelik taşıyıcı sistem metrajları TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmelikleri için hesaplanarak birbiriyle karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

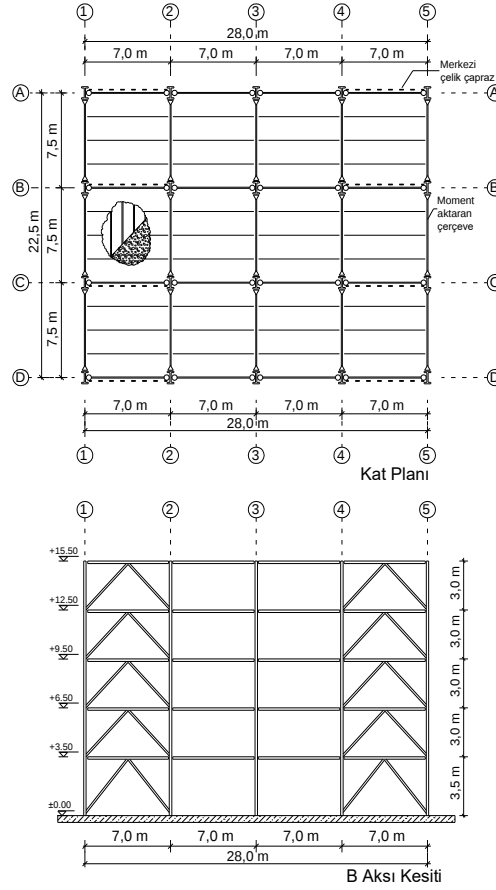
Çalışmada DBYBHY 2007'den TBDY 2019'a geçişin çelik bina tasarımı üzerindeki etkilerini irdelemek amacıyla tek katlı tek açıklıklı dolu gövdeli çatı makaslı çelik sanayi binası ve beş katlı çelik çerçeve taşıyıcı sistemli ofis binası seçilerek, TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre farklı yerel zemin sınıfları için tasarımları ve yapısal analizleri İdeStatik ve Sap 2000 programlarıyla yapılmıştır.

Lisansüstü tez çalışmasından üretilen bu çalışmada örnek çelik bina modellerinin analiz sonuçlarının tamamının verilmesi çalışmanın sayfa sayısını çok arttıracak için örnek çelik sanayi binası modellerinin yapısal analiz sonuçları verilmemiş, sadece örnek çelik ofis binası modellerinin yapısal analiz sonuçları verilmiştir. Çalışmanın sonuçlar bölümünde incelenen tüm çelik bina türleri için elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Örnek çelik sanayi binası modellerinin yapısal analiz sonuçlarına ve her iki yönetmelik için yapısal analiz sonuçlarının karşılaştırılmasına (Kaya, 2024) kaynağından ulaşılabilir.

2.1. Örnek çelik binaların geometrik bilgileri

Çalışmada incelenen çelik sanayi binası modelinde açıklıklar makaslara paralel yönde 20,0 m ve makaslara dik yönde 7,0 m'dir. Çelik sanayi binası modeli makaslara paralel yönde bir açıklıklı, makaslara dik yönde dokuz açıklıklı olup, bina yüksekliği 9,0 m'dir. Çelik sanayi binası modelinin plan boyutları 20,0m×63,0m'dir. Çelik sanayi binası modelinde makasa paralel yönde 6,0 m açıklık ve 4,0 m yüksekliğe sahip bir ara kat bulunmaktadır. Çelik sanayi binası modelinde ara kat üzerindeki döşeme, çelik-betonarme kompozit döşemedir.

Çelik çerçeve taşıyıcı sistemli bina modeli zemin kat ve 4 normal kattan oluşan 5 katlı bir ofis binasıdır. Çelik ofis binası modeli x yönünde 4 açıklıklı ve y yönünde 3 açıklıklı olup, bina açıklıkları x yönünde 7,0 m ve y yönünde 7,5 m'dir. Örnek çelik ofis binası modelinin kat yükseklikleri zemin katta 3,50 m ve normal katlarda 3,0 m olup, bina yüksekliği 15,50 m'dir. Örnek çelik ofis binası modelinin kat döşemeleri çelik-betonarme kompozit döşemedir. Bu ölçülere bağlı olarak çalışmada incelenen çelik ofis binası modelinin



Şekil 2: Çelik çerçeve taşıyıcı sistemli ofis binasının plan ve kesiti (ölçeksizdir) (Kaya, 2024)

Çizelge 1: Tekirdağ Çorlu’da incelenen bölgenin deprem parametreleri

DD	YZS	PGA (g)	PGV (cm/s)	S _s (-)	S ₁ (-)	S _{ds} (-)	S _{d1} (-)	T _A (s)	T _B (s)	T _L (s)
DD2	ZA	0,327	19,991	0,787	0,214	0,630	0,171	0,054	0,272	6,0
	ZB	0,327	19,991	0,787	0,214	0,708	0,171	0,048	0,242	6,0
	ZC	0,327	19,991	0,787	0,214	0,994	0,321	0,068	0,340	6,0
	ZD	0,327	19,991	0,787	0,214	0,933	0,465	0,100	0,498	6,0
	ZE	0,327	19,991	0,787	0,214	1,000	0,691	0,138	0,691	6,0
DD3	ZA	0,112	7,484	0,264	0,082	0,211	0,066	0,062	0,311	6,0
	ZB	0,112	7,484	0,264	0,082	0,238	0,066	0,055	0,276	6,0
	ZC	0,112	7,484	0,264	0,082	0,343	0,123	0,072	0,358	6,0
	ZD	0,112	7,484	0,264	0,082	0,419	0,197	0,094	0,449	6,0
	ZE	0,112	7,484	0,264	0,082	0,623	0,344	0,111	0,553	6,0

Çalışmada incelenen bölgenin zemin etüdü değerleri bulunmadığı için örnek çelik bina modellerinin TBDY 2019’a göre tasarımları ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıfları için ayrı ayrı yapılmıştır. Örnek çelik bina modellerinin TBDY 2019’a göre tasarımında zemin taşıma güçleri ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları için sırasıyla 300, 250, 200, 150, 100 kN/m² alınmıştır. Benzer şekilde örnek çelik bina modellerinin

DBYBHY 2007’ye göre tasarımları Z1, Z2, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıfları için ayrı ayrı yapılmıştır. Örnek çelik bina modellerinin DBYBHY 2007’ye göre tasarımında zemin taşıma güçleri Z1, Z2, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıfları için sırasıyla 300, 200, 150, 100 kN/m² alınmıştır. Literatürdeki birçok çalışmada olduğu gibi TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için analiz sonuçlarının karşılaştırılmasında TBDY 2019’da tanımlanan ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıflarının DBYBHY 2007’deki karşılığının sırasıyla Z1, Z1, Z2, Z3 ve Z4 olduğu kabul edilmiştir (Özşahin, 2021a; Özşahin, 2021b; Kaya, 2024; Polat, 2024).

2.3. Taşıyıcı Sistem Bilgileri

Örnek çelik bina modellerinin doğrusal analizleri Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2018’de belirtilen yük ve dayanım katsayıları ile tasarım (YDKT) hükümlerine göre yapılmıştır. Tüm yapısal elemanlar S235 yapısal çeliği kalitesinde Avrupa çelik profilleri kullanılarak boyutlandırılmıştır. Çalışmada incelenen çelik bina modelleri için kompozit döşeme tasarımı yapılmıştır. Çalışmada TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’ye göre tasarımı yapılan örnek çelik bina modellerinin tasarım parametreleri Çizelge 2 ve Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 2: Örnek çelik sanayi binası modelinin tasarım parametreleri

Parametre	DBYBHY 2007	TBDY 2019
Bina Türü	Çelik Sanayi Binası	
Kat Adedi	1 Katlı	
Kat Yüksekliği (h_{kat})	7,50 m	
Bina Yüksekliği (H_N)	9,00 m	
Bina Boyutları	20,00 m x 63,00 m	
Kiriş Kesit Türü	IPE (makas kirişi ve stabilite kirişlerinde)	
Kolon Kesit Türü	HEB (ana taşıyıcı kolonlarda ve rüzgâr kolonlarında)	
Çatı Kaplaması/Aşık	Trapez oluklu levha/UPN	
Çapraz Kesit Türü	Boru Kesit (Çatı ve duvar çaprazlarında)	
Birleşim Türü	X doğrultusunda (Makas doğrultusunda) Rijit Birleşim Y doğrultusunda (Makasa dik doğrultuda) Mafsallı Birleşim	
Çelik Malzeme Sınıfı	S235	
Betonarme Malzeme Sınıfı	C25/B420C	
Bina Önem Katsayısı (I)	1	
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	%5	
Haraketli Yük Katılım Katsayısı (n)	0,30	
Deprem Yer Hareket Düzeyi (DD)	-	DD2
Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0)	$A_0=0,20g$ (Tekirdağ/Çorlu)	TDTH 2019’dan okunmuştur.
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	-	BKS=3
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	-	S_{DS} ’e bağlı olarak değişiyor.
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	-	7
Çizelge 2 devam ediyor.		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı: R_x	8 (Süneklik Düzeyi Yüksek)	8 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
R_y	5 (Süneklik Düzeyi Yüksek)	5 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D_x	-	3 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
D_y	-	2 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Yerel Zemin Sınıfı	Z1, Z2, Z3 ve Z4	ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE

Çizelge 3: Örnek çelik ofis binası modelinin tasarım parametreleri

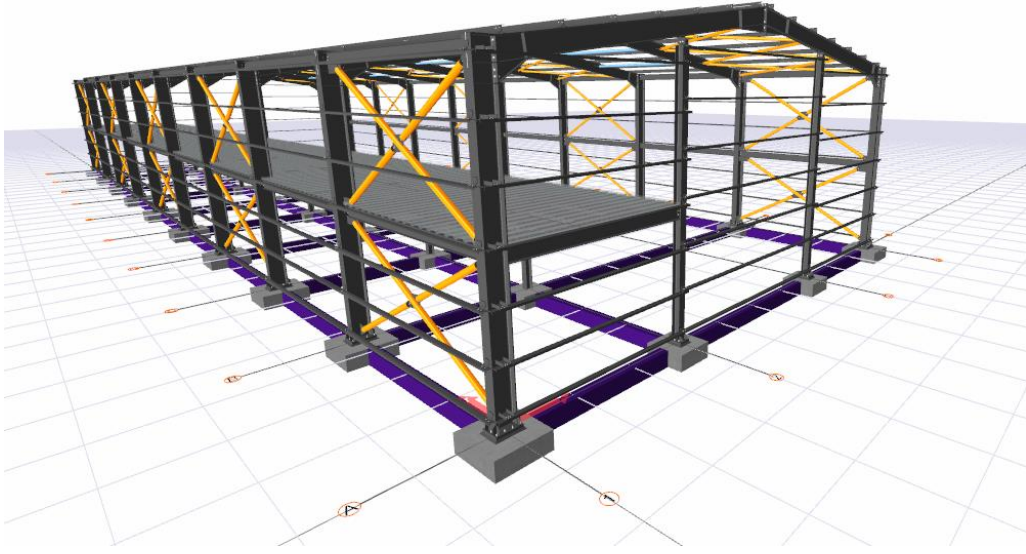
Parametre	DBYBHY 2007	TBDY 2019
Bina Türü	Çelik Ofis Binası	
Kat Adedi	5 Katlı (Zemin Kat + 4 Normal Kat)	
Kat Yüksekliği (h_{kat})	Zemin Kat 3,50 m, diğer katlar 3,00	
Bina Yüksekliği (H_N)	15,50 m	
Bina Boyutları	28,00 m x 22,50 m	
Kiriş Kesit Türü	IPE (makas kirişi ve stabilite kirişlerinde)	
Kolon Kesit Türü	HEB, HEM, HD	
Çatı Kaplaması/Aşık	Trapez oluklu levha/UPN	
Çapraz Kesit Türü	Boru Kesit (Çatı ve duvar çaprazlarında)	
Birleşim Türü	X doğrultusunda mafsallı birleşim Y doğrultusunda rijit birleşim	
Çelik Malzeme Sınıfı	S235	
Betonarme Malzeme Sınıfı	C25/B420C	
Bina Önem Katsayısı (I)	1	
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	%5	
Haraketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	0,30	
Deprem Yer Hareket Düzeyi (DD)	-	DD2
Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0)	$A_0=0,20g$ (Tekirdağ/Çorlu)	TDTH 2019'dan okunmuştur.
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	-	BKS=3
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	-	S_{DS} 'e bağlı olarak değişiyor.
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	-	6
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı: Rx	5 (Süneklik Düzeyi Yüksek)	5 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Ry	8 (Süneklik Düzeyi Yüksek)	8 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Dayanım Fazlalığı Katsayısı Dx	-	2 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Dy	-	3 (Süneklik Düzeyi Yüksek)
Yerel Zemin Sınıfı	Z1, Z2, Z3 ve Z4	ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE

3. ÖRNEK ÇELİK BİNA MODELLERİNİN ANALİZ SONUÇLARININ TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için KARŞILAŞTIRILMASI

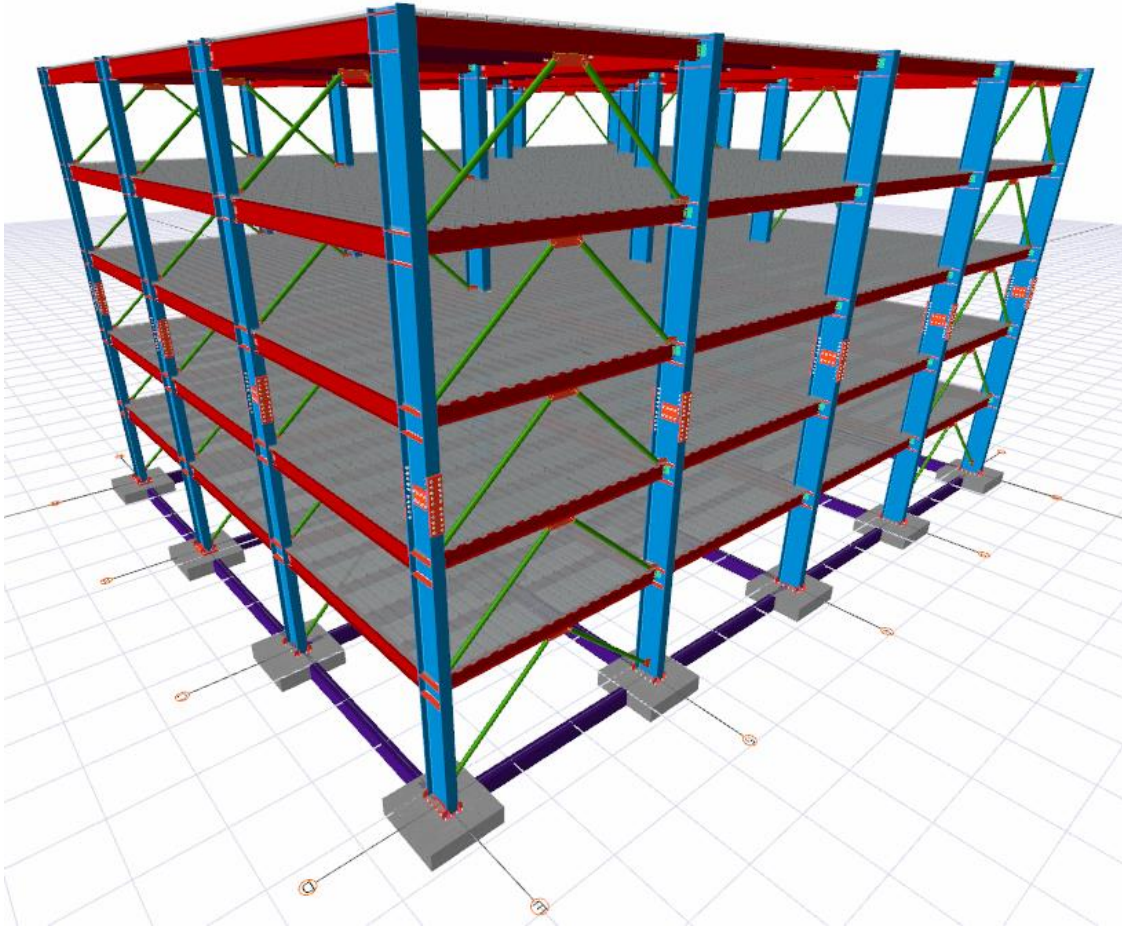
Örnek çelik bina modellerinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerine göre farklı yerel zemin sınıfları için yapısal analiz sonuçlarına göre bulunan bina ağırlıkları, bina doğal titreşim periyodları, deprem yükleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, kiriş ve kolon iç kuvvetleri ile çelik taşıyıcı sistem kesitlerinin karşılaştırılması bu bölümde verilmiştir.

Çalışmada ayrıca örnek çelik bina modellerinin taşıyıcı sistem eleman metrajları ve kaba yapım maliyetleri de hesaplanarak birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmada incelenen çelik sanayi binası örneğinin İdeCad Statik modeli Şekil 3'te, çelik ofis binası örneğinin İdeCad Statik modeli Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3: Örnek çelik sanayi binası İdeCad Statik modeli (Kaya, 2024)

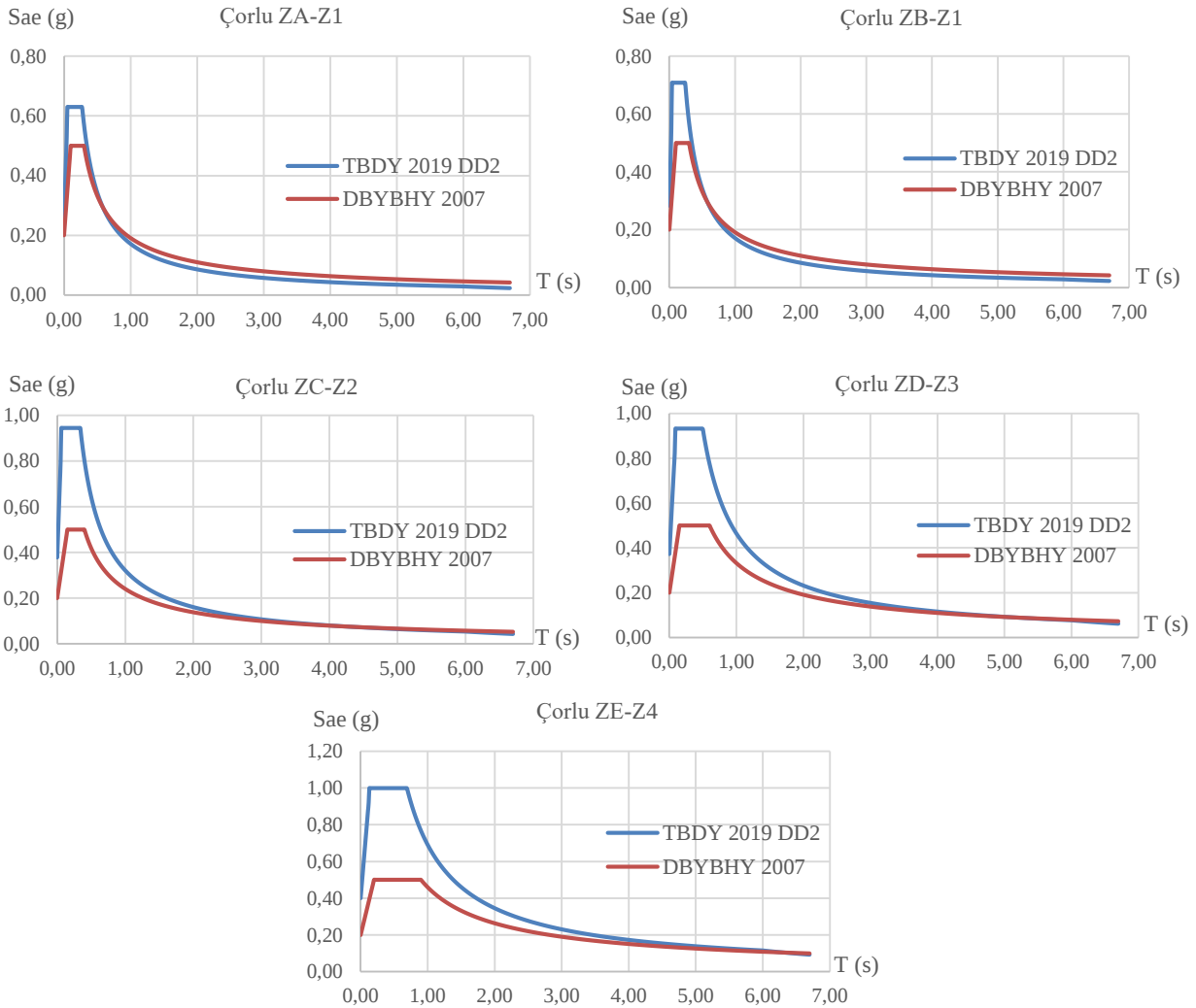


Şekil 4: Örnek çelik ofis binası İdeCad Statik modeli (Kaya, 2024)

3.1. Örnek Çelik Ofis Binası Modelinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

3.1.1 Örnek Çelik Ofis Binası Modelinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için İvme Spektrumlarının Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında incelenen Tekirdağ İli Çorlu İlçesi'nin DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerine göre yatay tasarım ivme spektrumları bu bölümde karşılaştırılmıştır. DBYBHY 2007 ve 1996 tarihli deprem bölgeleri haritasına göre Tekirdağ İli Çorlu İlçesi 3. derece deprem bölgesindedir. Tasarım ivme spektrumları, spektral ivme değerleri ve zemin hakim periyodları DBYBHY 2007'de tanımlanan yerel zemin sınıfları (Z1-Z4) ile TBDY 2019'da tanımlanan yerel zemin sınıfları (ZA-ZE) ve DD2 deprem yer hareketi düzeyleri için ayrı ayrı elde edilerek karşılaştırılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Tekirdağ'ın Çorlu İlçesinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yatay tasarım spektrumlarının karşılaştırılması

Özşahin (2021b) çalışmasına benzer şekilde, Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinin DD2 deprem yer hareketi düzeyi için oluşturulan Şekil 5'te verilen yatay tasarım spektrum eğrileri incelendiğinde, TBDY 2019'a göre belirlenen spektral ivme değerlerinin tüm zemin sınıfları için DBYBHY 2007 spektral ivme değerlerinden büyük olduğu görülmektedir. TBDY 2019'da yerel zemin sınıfları ZA'dan ZE'ye doğru gidildikçe spektral ivme değerleri büyümekte ve DBYBHY 2007 için bulunan spektral ivme değerleri ile arasındaki fark artmaktadır.

Şekil 5'te verilen yatay tasarım spektrum eğrilerinden görüldüğü üzere, ZA-Z1 ve ZB-Z1 zemin sınıflarında $T=0,60$ s'den daha küçük periyot değerleri için TBDY 2019 spektral ivme değerleri DBYBHY 2007 spektral ivme değerlerinden büyük olup, $T=0,60$ s'den büyük periyotlar için TBDY 2019 spektral ivme değerleri DBYBHY 2007 spektral ivme değerlerinden küçüktür. Diğer yerel zemin sınıflarında $T=4,0$ s'den büyük periyotlar için DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 spektral ivme değerleri birbirine eşit değerler almakta, periyodun $4,0$ s'den büyük olduğu bölgede iki deprem yönetmeliğinin yatay spektrum eğrileri çakışmaktadır.

3.1.2. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Bina Ağırlıklarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin toplam bina ağırlıklarının iki deprem yönetmeliği için değişimi Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için bina ağırlıkları (ton)

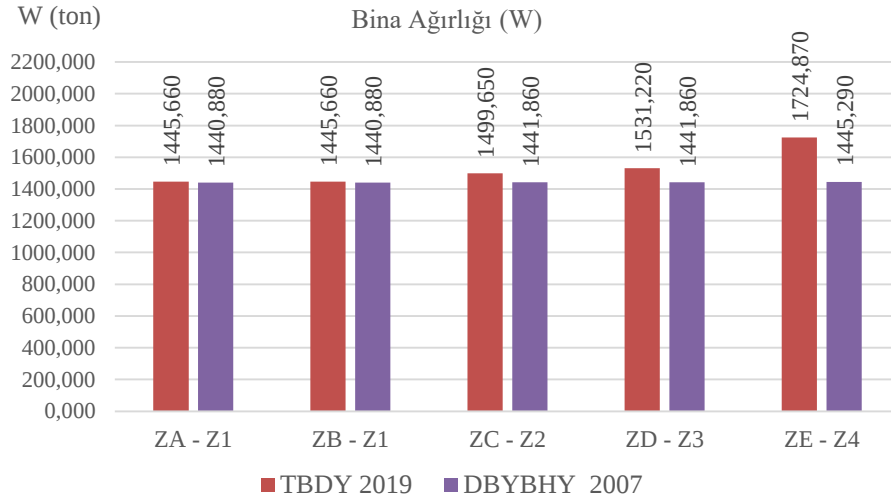
Yerel Zemin Sınıfı		Bina Ağırlığı (ton)		$W_{TBDY2019}/W_{DBYBHY2007}$
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	
ZA	Z1	1445,660	1440,880	1,003
ZB	Z1	1445,660	1440,880	1,003
ZC	Z2	1499,650	1441,860	1,040
ZD	Z3	1531,220	1441,860	1,062
ZE	Z4	1724,870	1445,290	1,193

Örnek çelik ofis binası modellerinin ağırlıklarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıflarına göre değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir.

Örnek çelik ofis binası modellerinin ağırlıklarının verildiği Çizelge 4 incelendiğinde, TBDY 2019'a göre tasarımda tüm yerel zemin sınıfları için bulunan bina ağırlıklarının DBYBHY 2007'e göre tasarım için bulunan bina ağırlıklarından fazla olduğu görülmektedir.

DBYBHY 2007 yapısal analiz sonuçlarına göre örnek çelik ofis binası modellerine etki eden deprem yükleri yerel zemin sınıfı türüne göre değişmekte, sağlam yerel zemin sınıfı Z1'den zayıf yerel zemin sınıfı Z4'e

gidildikçe deprem yükleri artmaktadır. TBDY 2019 yapısal analiz sonuçlarına göre örnek çelik ofis binası modellerine etki eden deprem yükleri farklı yerel zemin sınıfları için değişmekte, sağlam yerel zemin sınıfı ZA'dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE'ye gidildikçe deprem yükleri artmaktadır (Çizelge 7).



Şekil 6: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı zemin sınıfları için bina ağırlıkları

Her iki yönetmelikte de deprem yüklerindeki artış ile birlikte taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan iç kuvvetler, bu iç kuvvetleri karşılayacak taşıyıcı eleman kesitleri büyümekte ve büyüyen kesitler ile birlikte bina ağırlıkları sağlam yerel zemin sınıflarından zayıf yerel zemin sınıflarına doğru gidildikçe artmaktadır (Çizelge 4 ve Şekil 6).

3.1.3. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Bina Doğal Titreşim Periyotlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin x ve y yönü doğal titreşim periyotları sırasıyla Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için x yönü doğal titreşim periyotları (s)

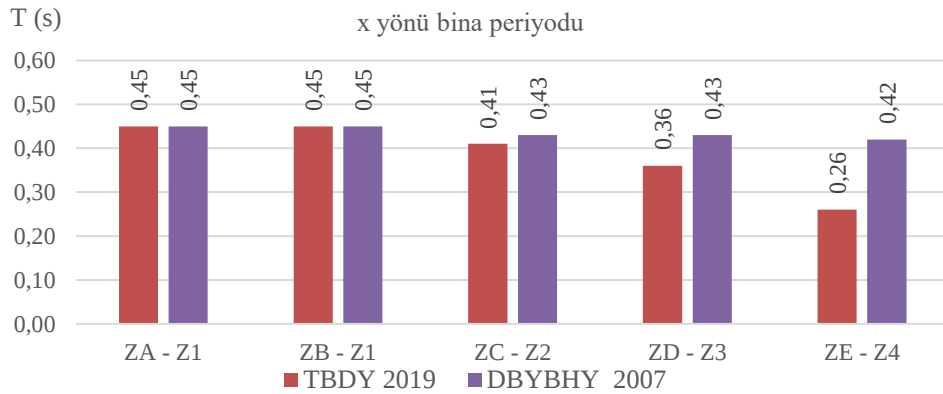
Yerel Zemin Sınıfı		Bina doğal titreşim periyodu (s)		$T_{TBDY2019}/T_{DBYBHY2007}$
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	
ZA	Z1	0,45	0,45	1,000
ZB	Z1	0,45	0,45	1,000
ZC	Z2	0,41	0,43	0,953
ZD	Z3	0,36	0,43	0,837
ZE	Z4	0,26	0,42	0,619

Çizelge 6: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için y yönü doğal titreşim periyodları (s)

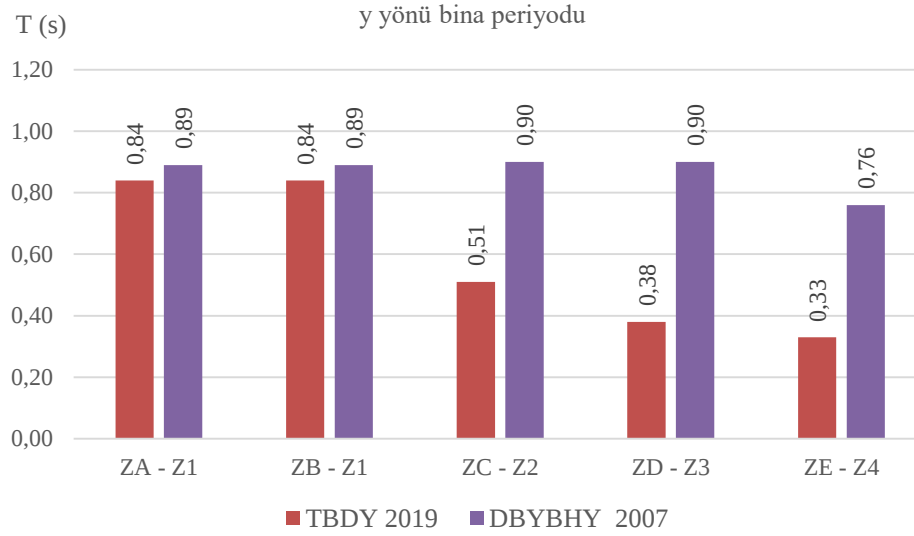
Yerel Zemin Sınıfı		Bina doğal titreşim periyodu (s)		$T_{TBDY2019}/T_{DBYBHY2007}$
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	
ZA	Z1	0,84	0,89	0,944
ZB	Z1	0,84	0,89	0,944
ZC	Z2	0,51	0,90	0,566
ZD	Z3	0,38	0,90	0,422
ZE	Z4	0,33	0,76	0,434

Örnek çelik ofis binası modellerinin x yönünde bina periyodlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişimi Şekil 7'de, y yönünde bina periyodlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişimi Şekil 8'de verilmiştir.

Çalışmada incelenen örnek çelik ofis binası modelinin boyutları ve ataletleri x ve y yönünde birbirinden farklı olduğu için her iki doğrultu için bina periyodları birbirinden farklı değerler almaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin tüm yerel zemin sınıflarında DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmelikleri için hesaplanan y yönü bina periyodları, x yönü bina periyodlarından büyüktür. Örnek çelik ofis binası modellerinin x yönünde TBDY 2019 ZA, ZB yerel zemin sınıfları için bina periyodları, DBYBHY 2007 Z1, Z2 bina periyodlarına eşit iken, ZC yerel zemin sınıfından ZE yerel zemin sınıfına doğru gidildikçe TBDY 2019 x yönü bina periyodları azalmakta, DBYBHY 2007 bina periyodlarından küçük değerler almaktadır. TBDY 2019'e göre tasarımda, ZC yerel zemin sınıfından ZE yerel zemin sınıfına doğru gidildikçe artan yatay yükler etkisinde taşıma gücü güvenliğini sağlamak için bina modelinin rijitliği arttırıldığı için bina periyod değerleri azalmaktadır. DBYBHY 2007'ye göre tasarımda, Z2 yerel zemin sınıfından Z4'e doğru gidildikçe artan yükler etkisinde taşıma gücü güvenliğini sağlamak için bina modelinin rijitliği arttırılmış fakat rijitlik artışı TBDY 2019'a göre daha az olduğu için bina periyodlarındaki değişim TBDY 2019'daki kadar belirgin değildir.



Şekil 7: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için x yönü bina periyodlarının değişimi



Şekil 8: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’deki farklı yerel zemin sınıfları için y yönü bina periyodlarının değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin y yönünde tüm yerel zemin sınıflarında TBDY 2019 için hesaplanan bina periyodları, DBYBHY 2007 için hesaplanan bina periyodlarından küçüktür. TBDY 2019’a göre tasarımda sağlam yerel zemin sınıfı ZA’dan zayıf zemin sınıfı ZE’ye gidildikçe, y yönü bina periyod değerleri azalmakta, periyodlardaki bu değişim ZC sınıfından sonra bina rijitliği artışından dolayı daha belirgin olmaktadır. TBDY 2019 yönetmeliği tasarım sonuçlarına benzer şekilde DBYBHY 2007 için yapılan tasarımda sağlam yerel zemin sınıfından zayıf yerel zemin sınıfına gidildikçe bina periyodları azalmaktadır (Çizelge 5-6 ve Şekil 7-8).

3.1.4. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Deprem Kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerine x ve y yönünde etki eden deprem kuvvetleri sırasıyla Çizelge 7 ve Çizelge 8’de verilmiştir.

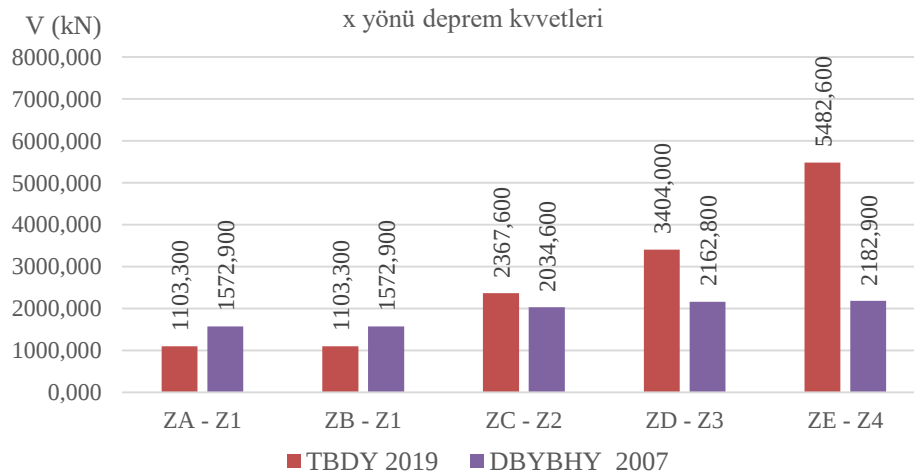
Çizelge 7: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için x yönü deprem kuvvetleri (kN)

Yerel Zemin Sınıfı		Binaya etkiyen deprem kuvvetleri (kN)		$V_{ETBDY2019}/V_{EDBYBHY2007}$
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	
ZA	Z1	1103,300	1572,900	0,701
ZB	Z1	1103,300	1572,900	0,701
ZC	Z2	2367,600	2034,600	1,163
ZD	Z3	3404,000	2162,800	1,574
ZE	Z4	5482,600	2182,900	2,512

Çizelge 8: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için y yönü deprem kuvvetleri (kN)

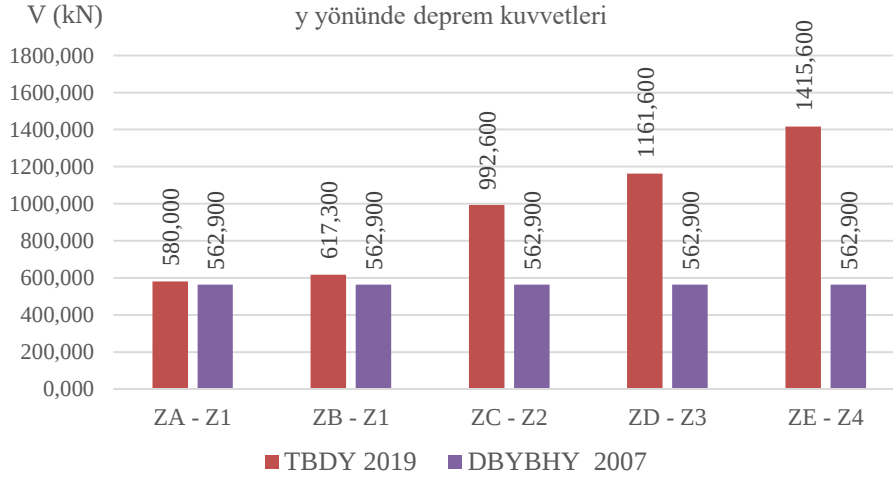
Yerel Zemin Sınıfı		Binaya etkiyen deprem kuvvetleri (kN)		$VE_{TBDY2019}/VE_{DBYBHY2007}$
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	
ZA	Z1	366,300	568,000	0,645
ZB	Z1	409,600	568,000	0,721
ZC	Z2	1170,100	708,700	1,651
ZD	Z3	2085,900	980,200	2,128
ZE	Z4	3207,200	1364,300	2,351

Örnek çelik ofis binası modellerine x yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişimi Şekil 9'da, y yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Örnek çelik ofis binası modellerine x ve y yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin verildiği Çizelge 7-8 incelendiğinde, her iki yönetmelik için x yönündeki deprem yükleri, y yönündeki deprem yüklerinden büyüktür. Çalışmada x yönünde örnek çelik ofis binası modellerine etki eden deprem yüklerinin, TBDY 2019 ZA, ZB yerel zemin sınıflarında DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı deprem kuvvetlerinden küçük olduğu, diğer yerel zemin sınıflarında TBDY 2019 deprem kuvvetlerinin DBYBHY 2007 deprem kuvvetlerinden büyük olduğu görülmektedir (Çizelge 7 ve Şekil 9). Zorlu ve Akbaş (2017) ile Irgaç (2019) çalışmalarında olduğu gibi y yönünde TBDY 2019'a göre hesap edilen deprem yükleri tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 için hesap edilen yüklerden büyüktür. (Çizelge 8 ve Şekil 9). Bu durumun başlıca nedeni, Şekil 5'te gösterildiği üzere TBDY 2019'da binalara etkiyecek spektral ivme değerlerinin yerel deprem ve zemin koşullarına bağlı olarak Türkiye'nin her bölgesi için ayrı ayrı belirlenmesi neticesinde ivme değerlerinin artmış olmasıdır (Zorlu ve Akbaş, 2017).



Şekil 9: Örnek çelik ofis binası modellerine x yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için değişimi

TBDY 2019 deprem kuvvetleri ile DBYBHY 2007 deprem kuvvetlerinin değişiminin verildiği Çizelge 7 ve Çizelge 8 incelendiğinde TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için örnek çelik ofis binası modellerine x ve y yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin yerel zemin sınıfı türüne göre değiştiği, zemin kötüleştikçe deprem yüklerinin arttığı görülmektedir. TBDY 2019 için yapılan tasarımda yerel zemin sınıfı türüne göre deprem yüklerindeki değişim, DBYBHY 2007’ye göre daha belirgindir.



Şekil 10: Örnek çelik ofis binası modellerine y yönünde etki eden deprem kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için değişimi

3.1.5. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Göreli Kat Ötelemesi Değerlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları İçin Karşılaştırılması

DBYBHY 2007’de etkin göreli kat ötelemesi sınırı $(\delta_{i,max}/h_i) \leq 0,002$ iken; TBDY 2019’da göreli kat ötelemesi sınır değeri olarak bina taşıyıcı elemanları ile ikincil elemanlar olan duvarlar ve cephe kaplamaları ara yüzünde esnek derz veya esnek bağlantı detayı olup olmamasına göre iki farklı sınır değeri verilmiştir.

Esnek derz detayı kullanılmaması durumunda; $\lambda(\delta_{i,max}/h_i) \leq 0,008\kappa$, esnek derz detayı kullanılması durumunda; $\lambda(\delta_{i,max}/h_i) \leq 0,016\kappa$ olmaktadır.

Yukarıdaki ifadelerde λ katsayısı binanın gözönüne alınan deprem doğrultusundaki hakim titreşim periyodu için DD3 deprem yer hareketine ait elastik tasarım spektral ivme değerinin DD2 deprem yer hareketine ait spektral ivme değerine oranı $(\lambda = S_{ae}(T)^{DD3}/S_{ae}(T)^{DD2})$ olarak ifade edilmektedir.

TBDY 2019’in bu yaklaşımı ile her bina ve her doğrultu için deprem ve taşıyıcı sistem özelliklerine bağlı olarak farklı göreli kat ötelemesi ve sınır değerleri uygulanacaktır (Zorlu ve Akbaş, 2017).

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZA ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için göreli kat ötelemesi değerleri ve göreli kat ötelemesi değerlerinin değişimi x yönü için Çizelge 9’da, y yönü için Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 9: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZA ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için x yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	x yönü görel kat ötelemesi değerleri				
Kat No	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00044	0,004	0,00131	0,020	0,336
3. Normal Kat	0,00067	0,004	0,00214	0,020	0,313
2. Normal Kat	0,00094	0,004	0,00314	0,020	0,299
1. Normal Kat	0,00095	0,004	0,00314	0,020	0,303
Zemin Kat	0,00086	0,004	0,00294	0,020	0,293

Çizelge 10: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZA ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için y yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	y yönü görel kat ötelemesi değerleri				
Kat No	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00105	0,004	0,00371	0,020	0,283
3. Normal Kat	0,00139	0,004	0,00564	0,020	0,246
2. Normal Kat	0,00168	0,004	0,00723	0,020	0,232
1. Normal Kat	0,00166	0,004	0,00719	0,020	0,231
Zemin Kat	0,00101	0,004	0,00459	0,020	0,220

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZA ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinin verildiği Çizelge 9 ve Çizelge 10 incelendiğinde DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde görel kat ötelemesi için verilen sınır koşullarının rahatlıkla sağlandığı görülmektedir. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZA yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerleri her iki deprem yönünde de DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinden küçüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZB ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için görel kat ötelemesi değerleri ve görel kat ötelemesi değerlerinin değişimi x yönü için Çizelge 11’de, y yönü için Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 11: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZB ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için x yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	x yönü görel kat ötelemesi değerleri				
Kat No	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00045	0,004	0,00131	0,020	0,344
3. Normal Kat	0,00068	0,004	0,00214	0,020	0,318
2. Normal Kat	0,00094	0,004	0,00314	0,020	0,299
1. Normal Kat	0,00095	0,004	0,00314	0,020	0,303
Zemin Kat	0,00086	0,004	0,00294	0,020	0,293

Çizelge 12: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZB ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için y yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	y yönü görel kat ötelemesi değerleri				
	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
Kat No	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00113	0,004	0,00371	0,020	0,305
3. Normal Kat	0,00148	0,004	0,00564	0,020	0,262
2. Normal Kat	0,00179	0,004	0,00723	0,020	0,248
1. Normal Kat	0,00176	0,004	0,00719	0,020	0,245
Zemin Kat	0,00108	0,004	0,00459	0,020	0,235

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZB ve DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinin verildiği Çizelge 11 ve Çizelge 12 incelendiğinde DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde görel kat ötelemesi için verilen sınır koşullarının rahatlıkla sağlandığı görülmektedir. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZB yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerleri her iki deprem yönünde de DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinden küçüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC ve DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfı için görel kat ötelemesi değerleri ve görel kat ötelemesi değerlerinin değişimi x yönü için Çizelge 13'te, y yönü için Çizelge 14'te verilmiştir.

Çizelge 13: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC ve DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfları için x yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	x yönü görel kat ötelemesi değerleri				
	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
Kat No	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00065	0,004	0,00158	0,020	0,411
3. Normal Kat	0,00104	0,004	0,00255	0,020	0,408
2. Normal Kat	0,00139	0,004	0,00376	0,020	0,370
1. Normal Kat	0,00153	0,004	0,00374	0,020	0,409
Zemin Kat	0,00153	0,004	0,00352	0,020	0,435

Çizelge 14: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC ve DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfları için y yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	y yönü görel kat ötelemesi değerleri				
	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
Kat No	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00150	0,004	0,00465	0,020	0,323
3. Normal Kat	0,00182	0,004	0,00715	0,020	0,255
2. Normal Kat	0,00204	0,004	0,00934	0,020	0,218
1. Normal Kat	0,00185	0,004	0,00939	0,020	0,197
Zemin Kat	0,00103	0,004	0,00598	0,020	0,172

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC ve DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinin verildiği Çizelge 13 ve Çizelge 14 incelendiğinde DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde görel kat ötelemesi için verilen sınır koşullarının rahatlıkla sağlandığı görülmektedir. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerleri her iki deprem yönünde de DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinden küçüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZD ve DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfı için görel kat ötelemesi değerleri ve görel kat ötelemesi değerlerinin değişimi x yönü için Çizelge 15'te, y yönü için Çizelge 16'da verilmiştir.

Çizelge 15: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZD ve DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfları için x yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	x yönü görel kat ötelemesi değerleri				
	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
Kat No	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00077	0,004	0,00168	0,020	0,458
3. Normal Kat	0,00131	0,004	0,00271	0,020	0,483
2. Normal Kat	0,00184	0,004	0,00400	0,020	0,460
1. Normal Kat	0,00198	0,004	0,00398	0,020	0,497
Zemin Kat	0,00207	0,004	0,00373	0,020	0,555

Çizelge 16: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZD ve DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfları için y yönü görel kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	y yönü görel kat ötelemesi değerleri				
	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
Kat No	$\lambda \delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00129	0,004	0,00647	0,020	0,199
3. Normal Kat	0,00189	0,004	0,01050	0,020	0,180
2. Normal Kat	0,00249	0,004	0,01329	0,020	0,187
1. Normal Kat	0,00237	0,004	0,01336	0,020	0,177
Zemin Kat	0,00151	0,004	0,00835	0,020	0,181

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZD ve DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinin verildiği Çizelge 15 ve Çizelge 16 incelendiğinde DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde görel kat ötelemesi için verilen sınır koşullarının rahatlıkla sağlandığı görülmektedir. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZC yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerleri her iki deprem yönünde de DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfı için hesaplanan görel kat ötelemesi değerlerinden küçüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZE ve DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfı için görelî kat ötelemesi değerleri ve görelî kat ötelemesi değerlerinin değişimi x yönü için Çizelge 17’de, y yönü için Çizelge 18’de verilmiştir.

Çizelge 17: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZE ve DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfları için x yönü görelî kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	x yönü görelî kat ötelemesi değerleri				
Kat No	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
	$\lambda\delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00093	0,004	0,00159	0,020	0,585
3. Normal Kat	0,00166	0,004	0,00258	0,020	0,643
2. Normal Kat	0,00217	0,004	0,00377	0,020	0,576
1. Normal Kat	0,00226	0,004	0,00386	0,020	0,585
Zemin Kat	0,00192	0,004	0,00367	0,020	0,523

Çizelge 18: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZE ve DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfları için y yönü görelî kat ötelemesi değerleri

Yerel Zemin Sınıfı	y yönü görelî kat ötelemesi değerleri				
Kat No	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
	$\lambda\delta_{i,max}/h$	$\lambda_{sınır}=0,008\kappa$	$\delta_{i,max}/h$	$(\delta_{i,max}/h)_{sınır}$	DBYBHY 2007
4. Normal Kat	0,00198	0,004	0,00855	0,020	0,232
3. Normal Kat	0,00299	0,004	0,01155	0,020	0,259
2. Normal Kat	0,00362	0,004	0,01396	0,020	0,259
1. Normal Kat	0,00331	0,004	0,01315	0,020	0,252
Zemin Kat	0,00201	0,004	0,00724	0,020	0,278

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZE ve DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görelî kat ötelemesi değerlerinin verildiği Çizelge 17 ve Çizelge 18 incelendiğinde DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde görelî kat ötelemesi için verilen sınır koşullarının rahatlıkla sağlandığı görülmektedir. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ZE yerel zemin sınıfı için hesaplan görelî kat ötelemesi değerleri her iki deprem yönünde de DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfı için hesaplan görelî kat ötelemesi değerlerinden küçüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 için x ve y yönünde hesaplanan görelî kat ötelemesi değerleri DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerindeki farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019’daki tüm yerel zemin sınıfları için x ve y yönünde hesaplanan görelî kat ötelemesi değerleri, DBYBHY 2007’deki tüm yerel zemin sınıfları için hesaplanan değerlerden küçüktür.

TBDY 2019 ve DYBYHY 2007 için hesaplanan görelî kat ötelemesi değerleri arasındaki fark, iki deprem yönetmeliğine göre tasarımda bina ağırlıklarının, katlara etki eden deprem yüklerinin, taşıyıcı sistem

kesitlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmelikleri için hesaplanan görel kat ötelemesi değerleri arasındaki farkın fazla olması, TBDY 2019'a göre görel kat ötelemesi hesabı yapılırken hesaplanan öteleme değerinin birden küçük olan λ katsayısı ile çarpılmasından kaynaklanmaktadır.

3.1.6. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin İkinci Mertebe Etkilerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları İçin Karşılaştırılması

TBDY 2019'a göre bina tasarımındaki bir yenilik ikinci mertebe etki gösterge değerlendirilmesidir.

DBYBHY 2007'de ikinci mertebe gösterge değerinin (θ_i) herhangi bir katta ($\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^N W_j}{V_{i,h_i}} \leq 0,12$)

koşulunu sağlanmaması durumunda taşıyıcı sistemin rijitliğinin yeterli oranda artırılması şart koşulmuştur.

TBDY 2019'da ise dayanım fazlalığı katsayısı (D), taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve taşıyıcı sistem histerik davranış katsayısına ($C_h=1$) bağlı olarak belirlenen ikinci mertebe sınır değeri ($\theta_i \leq 0,12D/C_h.R$) değiştirilmiştir. TBDY 2019'da ikinci mertebe gösterge değerinin (θ_i) herhangi bir katta ($\theta_i =$

$\frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{k=1}^N W_k}{V_{i,h_i}} \leq 0,12 \frac{D}{C_h.R}$) koşulunu sağlanmaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliğinin artırılması

seçeneğine alternatif olarak, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki tüm iç kuvvetler İkinci Mertebe Büyütme Katsayısı ($\beta_{II}=0,88+C_h.R.\theta_{II,max}/D \geq 1$) ile artırılarak hesap yapılabileceği belirtilmektedir.

Çalışma kapsamında yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin x yönü için ikinci mertebe etki gösterge değerlerinin değişimi Çizelge 19'da, y yönü için ikinci mertebe etki gösterge değerlerinin değişimi Çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 19: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için x yönü ikinci mertebe etki gösterge değerleri

Yerel Zemin Sınıfı		x yönü ikinci mertebe etki gösterge değerleri				
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
		θ_i	$\theta_{i,sınır}=0,12D/C_h.R$	θ_i	$\theta_{i,sınır}=0,12$	DBYBHY 2007
ZA	Z1	0,0039	0,045	0,0021	0,120	1,857
ZB	Z1	0,0036	0,045	0,0021	0,120	1,714
ZC	Z2	0,0029	0,045	0,0021	0,120	1,381
ZD	Z3	0,0025	0,045	0,0021	0,120	1,190
ZE	Z4	0,0023	0,045	0,0021	0,120	1,095

Çizelge 19 ve Çizelge 20 incelendiğinde örnek çelik ofis binası modellerinin x ve y yönü için ikinci mertebe etki gösterge değerlerinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklerinde verilen sınır koşulları sağladığı görülmektedir.

Örnek çelik ofis binası modellerinin DBYBHY 2007'ye göre x ve y yönünde hesaplan ikinci mertebeye etki gösterge değerleri tüm yerel zemin sınıfları için aynı olup, tek bir değer olmaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019'a göre x ve y yönünde hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerleri farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır.

Çizelge 20: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için y yönü ikinci mertebeye etki gösterge değerleri

Yerel Zemin Sınıfı		y yönü ikinci mertebeye etki gösterge değerleri				
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019		DBYBHY 2007		TBDY 2019
		θ_i	$\theta_{i,smr}=0,12D/C_h.R$	θ_i	$\theta_{i,smr}=0,12$	DBYBHY 2007
ZA	Z1	0,0019	0,048	0,0006	0,120	3,167
ZB	Z1	0,0019	0,048	0,0006	0,120	3,167
ZC	Z2	0,0018	0,048	0,0006	0,120	3,000
ZD	Z3	0,0019	0,048	0,0006	0,120	3,167
ZE	Z4	0,0020	0,048	0,0006	0,120	3,333

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 için x yönünde hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerleri tüm yerel zemin sınıflarında DBYBHY 2007 için hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerlerinden büyüktür (Çizelge 19).

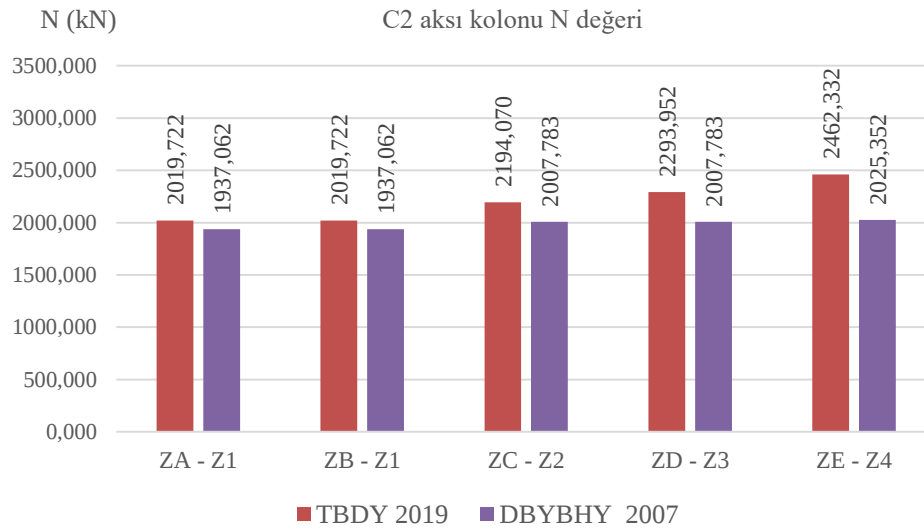
Benzer şekilde örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 için y yönünde hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerleri tüm yerel zemin sınıflarında DBYBHY 2007 için hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerlerinden büyüktür (Çizelge 20). TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için hesaplanan ikinci mertebeye etki gösterge değerleri arasındaki fark, iki farklı yönetmelik için yapılan tasarımda bina ağırlıklarının, katlara etki eden deprem yüklerinin ve taşıyıcı sistem kesitlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

3.1.7. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Taşıyıcı Sistem Elemanlarının İç Kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında yapısal analizleri TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin taşıyıcı sistem elemanlarından zemin kattaki C2 aksı kolonunun çelik tasarımında kullanılan yükleme birleşimi için normal kuvvet (N) değerleri, kesme kuvveti değerleri (T) ve eğilme momenti (M) değerleri sırasıyla Çizelge 21-23'te verilmiştir. C2 aksı kolonunun çelik tasarımında kullanılan yükleme birleşimi için Çizelge 21-23'te verilen iç kuvvetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için değişimleri Şekil 11-13'de verilmiştir.

Çizelge 21: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun normal kuvvet değerleri (kN)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin kat C2 aksı kolonunun normal kuvvet değerleri (kN)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	$N_{TBDY2019}/N_{DBYBHY2007}$
ZA	Z1	2019,722	1937,062	1,043
ZB	Z1	2019,722	1937,062	1,043
ZC	Z2	2194,070	2007,783	1,093
ZD	Z3	2293,952	2007,783	1,143
ZE	Z4	2462,332	2025,352	1,216



Şekil 11: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun normal kuvvet değerlerinin değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat C2 aksı kolonuna etkiyen eksenel normal kuvvet değerlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 21 ile Şekil 11 incelendiğinde, TBDY 2019 yönetmeliği için bulunan normal kuvvet değerleri tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 yönetmeliği için bulunan değerlerden büyüktür.

DBYBHY 2007 için yapısal analiz sonucu zemin kat C2 aksı kolonuna etki eden eksenel normal kuvvet değerleri, farklı yerel zemin sınıfları için örnek çelik ofis binası modeline farklı deprem kuvvetlerinin etkimesi ve düşey taşıyıcı kesitlerinin değişmesi sebebiyle farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır. DBYBHY 2007’de sağlam yerel zemin sınıfı Z1’den zayıf yerel zemin sınıfı Z4’e doğru gidildikçe kolon eksenel normal kuvvetleri artmaktadır.

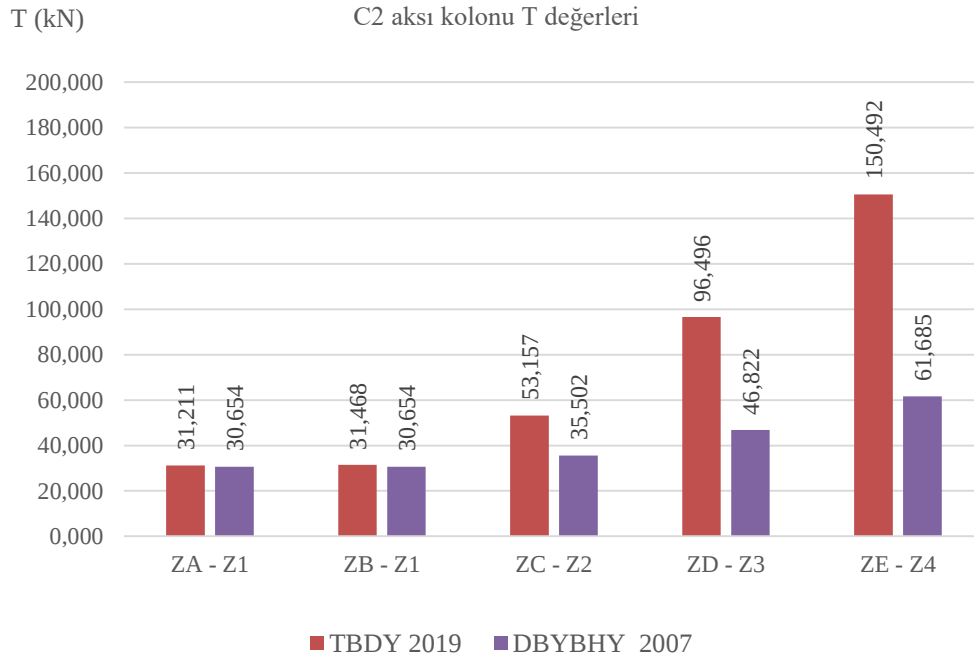
TBDY 2019’da artan deprem yüklerinin etkisiyle düşey taşıyıcı kesitlerinin büyümesi ve TBDY 2019’da dikkate alınan düşey deprem etkisi ($E_d^{(Z)} = (2/3)S_{DS}.G$) sebebiyle normal kuvvet değerleri farklı yerel zemin

sınıfları için farklı değerler almakta ve DBYBHY 2007 için hesap sonucu bulunan normal kuvvet değerlerinden büyük olmaktadır. TBDY 2019’a göre tasarımda sağlam yerel zemin sınıfı ZA’dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE’ye gidildikçe deprem yükündeki artış ile birlikte kolon eksenel normal kuvvetleri artmaktadır. TBDY 2019’a göre tasarımda yerel zemin sınıfının değişmesi ile kolon normal kuvvetlerinde meydana gelen değişim DBYBHY 2007’ye oranla oldukça fazladır.

Çizelge 22: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun kesme kuvveti değerleri (kN)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin kat C2 aksı kolonunun kesme kuvveti değerleri (kN)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	$T_{TBDY2019}/T_{DBYBHY 2007}$
ZA	Z1	31,211	30,654	1,018
ZB	Z1	31,468	30,654	1,027
ZC	Z2	53,157	35,502	1,497
ZD	Z3	96,496	46,822	2,061
ZE	Z4	150,492	61,685	2,440

Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat C2 aksı kolonuna etkiyen kesme kuvveti değerlerinin farklı yerel zemin sınıfları için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 22 ile Şekil 12 incelendiğinde, TBDY 2019 yönetmeliği için kesme kuvveti değerlerinin tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 yönetmeliği için bulunan değerlerden büyük olduğu görülmektedir.



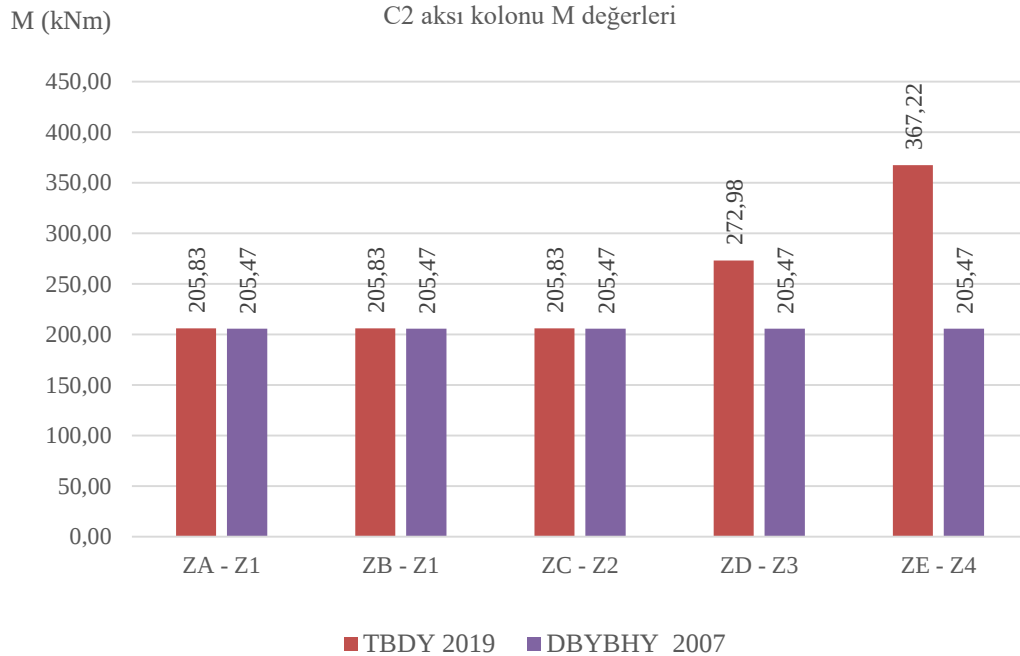
Şekil 12: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun kesme kuvveti değerlerinin değişimi

DBYBHY 2007 analiz sonuçlarına göre zemin kat C2 aksı kolonuna etki eden kesme kuvvetleri, örnek çelik ofis binası modellerine farklı yerel zemin sınıfları için farklı deprem kuvvetlerinin etkimesi sebebiyle farklı değerler almaktadır. DBYBHY 2007’de sağlam yerel zemin sınıfı Z1’den zayıf yerel zemin sınıfı Z4’e doğru gidildikçe kolon kesme kuvvetleri artmaktadır.

TBDY 2019’da da benzer şekilde farklı yerel zemin sınıfları için örnek çelik ofis binası modellerine farklı deprem yüklerinin etkimesinden dolayı kesme kuvvetleri farklı değerler almaktadır. TBDY 2019’da sağlam yerel zemin sınıfı olan ZA’dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE’ye doğru gidildikçe kolon kesme kuvveti değerleri artarken, zayıf yerel zemin sınıflarındaki (ZD ve ZE) artış daha belirgindir.

Çizelge 23: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun eğilme momentleri (kNm)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin Kat C2 aksı kolonunun eğilme momentleri (kNm)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	$M_{TBDY2019}/M_{DBYBHY2007}$
ZA	Z1	205,83	205,47	1,002
ZB	Z1	205,83	205,47	1,002
ZC	Z2	205,83	205,47	1,002
ZD	Z3	272,98	205,47	1,329
ZE	Z4	367,22	205,47	1,787



Şekil 13: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat C2 aksı kolonunun eğilme momentleri değerlerinin değişimi

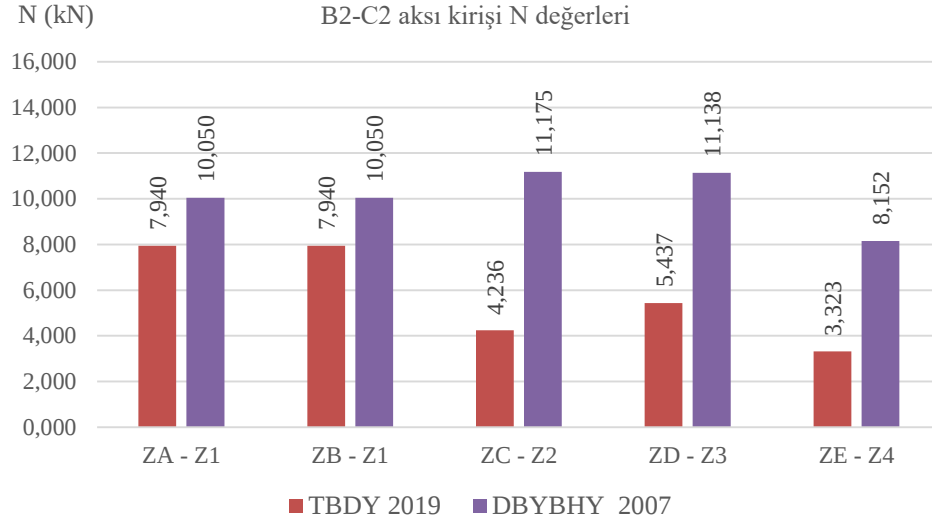
Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat C2 aksı kolonuna etki eden eğilme momentlerinin farklı yerel zemin sınıfları için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 23 ile Şekil 13 incelendiğinde, TBDY 2019 yönetmeliği için eğilme momenti değerlerinin tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 yönetmeliği için bulunan eğilme momenti değerlerden büyük olduğu görülmektedir. DBYBHY 2007 analiz sonuçlarına göre zemin kat C2 aksı kolonuna etki eden eğilme momentleri tüm yerel zemin sınıflarında birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır.

TBDY 2019’da ise farklı yerel zemin sınıfları için örnek çelik ofis binası modellerine farklı deprem yüklerinin etkimesi ve kolon en kesitlerinin değişmesinden dolayı eğilme momentleri farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır. TBDY 2019’da sağlam yerel zemin sınıfı olan ZA’dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE’ye doğru gidildikçe kolon eğilme momentleri artarken, zayıf zemin sınıflarındaki (ZD ve ZE) artış daha belirgindir.

Çalışma kapsamında yapısal analizleri TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’deki farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin taşıyıcı sistem elemanlarından zemin kat B2-C2 aksı kirişinin çelik tasarımında kullanılan yükleme birleşimi için normal kuvvet (N) değerleri, kesme kuvveti değerleri (T) ve eğilme momenti (M) değerleri sırasıyla Çizelge 24-26’da verilmiştir. Zemin kat B2-C2 aksı kirişinin çelik tasarımında kullanılan yükleme birleşimi için Çizelge 24-26’da verilen iç kuvvetlerin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 için değişimleri Şekil 14-17’de verilmiştir.

Çizelge 24: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin normal kuvvet değerleri (kN)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin kat B2-C2 aksı kirişinin normal kuvvet değerleri (kN)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	$N_{TBDY2019}/N_{DBYBHY2007}$
ZA	Z1	7,940	10,050	0,790
ZB	Z1	7,940	10,050	0,790
ZC	Z2	4,236	11,175	0,379
ZD	Z3	5,437	11,138	0,488
ZE	Z4	3,323	8,152	0,408



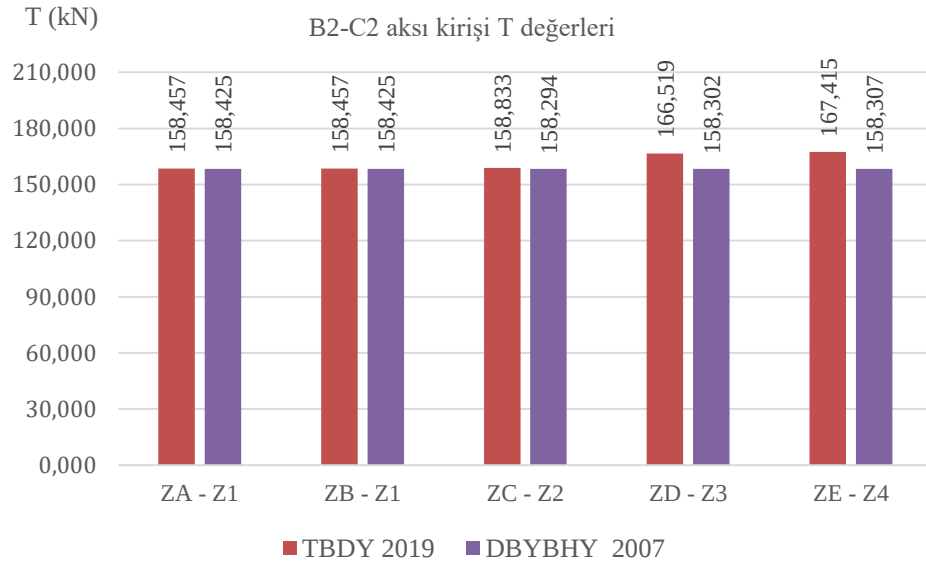
Şekil 14: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin normal kuvvet değerlerinin değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat C2-B2 aksı kirişine etkileyen normal kuvvetlerin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 24 ile Şekil 14 incelendiğinde, TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerinin her ikisinde de beklenildiği gibi birbirine oldukça yakın ve ihmal edilebilecek kadar küçük değerler aldıkları görülmektedir.

Çalışmada çelik ofis binası modellerinde beklenildiği gibi normal kuvvet değerlerinin oldukça küçük olması ve kiriş tasarım açısından bu değerlerin anlamlı bir etkiye sahip olmaması sebebiyle iki farklı deprem yönetmeliği için normal kuvvetlerin değişiminin irdelenmesi anlamlı değildir.

Çizelge 25: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin kesme kuvveti değerleri (kN)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin kat B2-C2 aksı kirişinin kesme kuvveti değerleri (kN)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	$T_{TBDY2019}/T_{DBYBHY2007}$
ZA	Z1	158,457	158,425	1,000
ZB	Z1	158,457	158,425	1,000
ZC	Z2	158,833	158,294	1,003
ZD	Z3	166,519	158,302	1,052
ZE	Z4	167,415	158,307	1,058



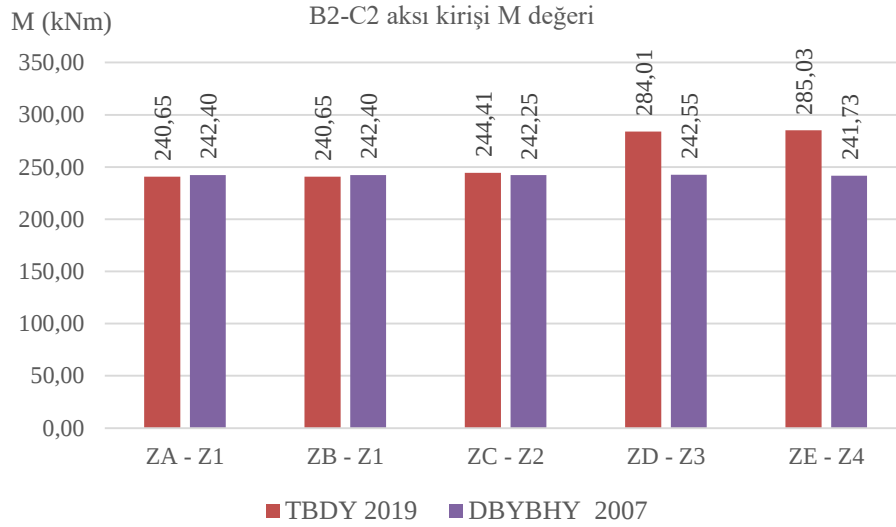
Şekil 15: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin kesme kuvveti değerlerinin değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat B2-C2 aksı kirişine etkiyen kesme kuvveti değerlerinin farklı yerel zemin sınıfları için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 25 ile Şekil 15 incelendiğinde, TBDY 2019 yönetmeliği için kesme kuvvetlerinin tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 yönetmeliği için bulunan kesme kuvvetlerine oldukça yakın değerler aldığı görülmektedir. DBYBHY 2007 analiz sonuçlarına göre zemin kat B2-C2 aksı kirişine etki eden kesme kuvvetleri tüm yerel zemin sınıflarında neredeyse birbirine eşit değerler almaktadır.

TBDY 2019 analiz sonuçlarına göre örnek çelik ofis binası modellerine farklı yerel zemin sınıfları için farklı deprem kuvvetlerinin etkimesinden dolayı kesme kuvvetleri farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır. TBDY 2019'a göre analizde sağlam yerel zemin sınıfı ZA'dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE'ye gidildikçe giriş kesme kuvveti değerleri artmaktadır.

Çizelge 26: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin eğilme momentleri (kNm)

Yerel Zemin Sınıfı		Zemin kat B2-C2 aksı kirişinin eğilme momentleri (kNm)					
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019		DBYBHY 2007		$M_{TBDY2019}/M_{DBYBHY 2007}$	
		Mesnet	Açıklık	Mesnet	Açıklık	Mesnet	Açıklık
ZA	Z1	240,65	118,22	242,40	118,11	0,992	1,000
ZB	Z1	240,65	118,22	242,40	118,11	0,992	1,000
ZC	Z2	244,41	118,64	242,25	118,11	1,009	1,004
ZD	Z3	284,01	122,80	242,55	118,37	1,171	1,037
ZE	Z4	285,03	123,54	241,73	121,78	1,179	1,014



Şekil 16: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin mesnet momenti değerlerinin değişimi

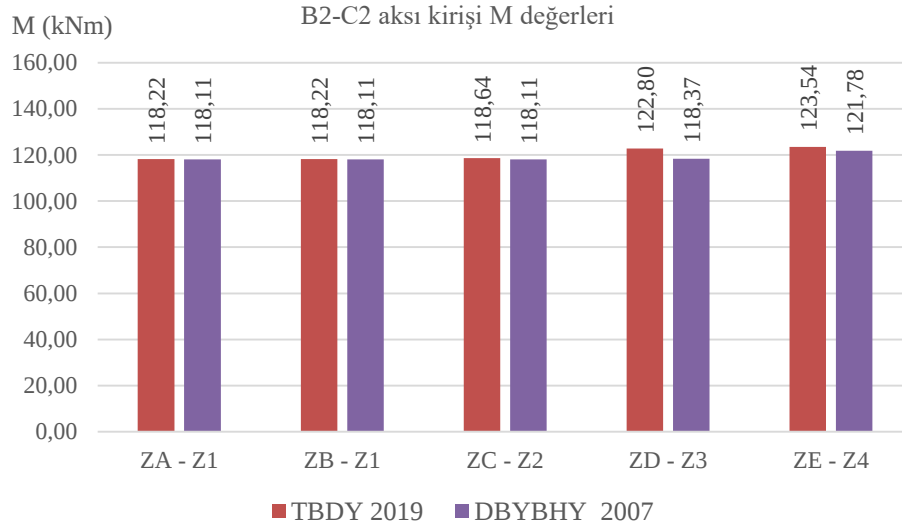
Örnek çelik ofis binası modellerinin zemin kat B2-C2 aksı kirişine etki eden mesnet ve açıklık momentlerinin farklı yerel zemin sınıfları için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre değişimini gösteren Çizelge 26 ile Şekil 16-17 incelendiğinde, TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 yönetmelikleri için mesnet momenti değerlerinin tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007 yönetmeliği için bulunan mesnet momenti değerlerden büyük olduğu görülmektedir.

DBYBHY 2007 analiz sonuçlarına göre zemin kat B2-C2 aksı kirişine etki eden mesnet ve açıklık momentleri tüm yerel zemin sınıflarında birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır.

TBDY 2019'a göre tasarımda ise farklı yerel zemin sınıfları için örnek çelik ofis binası modeline farklı deprem yüklerinin etkimesi ve kolon en kesitlerinin değişmesinden dolayı mesnet ve açıklık momentleri, farklı yerel zemin sınıfları için farklı değerler almaktadır.

TBDY 2019'a göre tasarımda düşey taşıyıcı eleman rijitliklerinin artmasından dolayı DBYBHY 2007'ye göre kiriş mesnet momentlerinin arttığı, açıklık momentlerinin azaldığı görülmektedir. TBDY 2019'da sağlam yerel zemin sınıfı ZA'dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE'ye gidildikçe kolon rijitlik artışlarından dolayı kiriş mesnet momentleri artarken, açıklık momentleri azalmaktadır.

Şekil 17 incelendiğinde TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre tasarımda zemin kat B2-C2 aksı kirişinin açıklık momentlerinin tüm yerel zemin sınıflarında birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 17: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için zemin kat B2-C2 aksı kirişinin açıklık momentlerinin değişimi

3.1.8. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Çelik Taşıyıcı Sistem Elemanlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları İçin Karşılaştırılması

Örnek çelik ofis binası modellerinde kompozit döşeme ile kompozit döşeme kiriş kesitleri, TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için yapılan tasarımda değişmemektedir.

Çalışma kapsamında tasarımları farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ile DBYBHY 2007 için kolon kesitlerinin değişimi Çizelge 27'de, çelik çaprazlar yönündeki kiriş kesitlerinin değişimi Çizelge 28'de, çelik çaprazlara dik yöndeki kiriş kesitlerinin değişimi Çizelge 29'da ve çelik çapraz kesitlerinin değişimi Çizelge 30'da verilmiştir.

Çizelge 27: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için çelik kolon kesitlerinin değişimi

Yerel Zemin Sınıfı	Kolon Kesitleri				
	Zemin Kat	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat
TBDY 2019 ZA	HE 450B	HE 450B	HE 450B	HE 450B	HE 450B
DBYBHY 2007 Z1	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B
TBDY 2019 ZB	HE 450B	HE 450B	HE 450B	HE 450B	HE 450B
DBYBHY 2007 Z1	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B
TBDY 2019 ZC	HE 800M	HE 800M	HE 800M	HE 800M	HE 800M
DBYBHY 2007 Z2	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B
TBDY 2019 ZD	HE 800M	HE 800M	HE 800M	HE 800M	HE 800M
DBYBHY 2007 Z3	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B	HE 400B
TBDY 2019 ZE	HD 400×1086	HD 400×1086	HD 400×1086	HD 400×818	HD 400×818
DBYBHY 2007 Z4	HE 550B	HE 550B	HE 550B	HE 550B	HE 550B

Örnek çelik ofis binası modellerinin kolon kesitlerinin TBDY 2019 ile DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişiminin verildiği Çizelge 27 incelendiğinde, DBYBHY 2007'ye göre tasarımda Z1, Z2 ve Z3 yerel zemin sınıflarında kolon kesitleri değişmezken Z4 yerel zemin sınıfında kolon kesitleri artmıştır. TBDY 2019'a göre tasarımda ZA, ZB yerel zemin sınıflarında kolon kesitleri değişmezken, ZC ve ZD yerel zemin sınıflarında kolon kesitleri artmış, ZE yerel zemin sınıfında ise kolon kesitlerinde ciddi artış olmuştur. Örnek çelik ofis binası modellerinde tüm yerel zemin sınıfları için TBDY 2019'a göre taşıma gücü güvenliği için gerekli kolon kesitleri, DBYBHY 2007 için gerekli kolon kesitlerinden büyüktür. İncelenen örnek çelik ofis binası modelleri için DBYBHY 2007 ve TBDY 2019'a göre tasarımda sağlam yerel zemin sınıfından zayıf yerel zemin sınıflarına gidildikçe kolon kesitleri büyümekte, TBDY 2019'a göre tasarımda kolon kesitlerindeki değişim/artış daha fazla olmaktadır.

Çizelge 28: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için çapraz yönünde kiriş kesitlerinin değişimi

Yerel Zemin Sınıfı	Çapraz Yönü Kiriş Kesitleri				
	Zemin Kat	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat
TBDY 2019 ZA	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
DBYBHY 2007 Z1	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
TBDY 2019 ZB	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
DBYBHY 2007 Z1	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
TBDY 2019 ZC	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
DBYBHY 2007 Z2	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
TBDY 2019 ZD	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
DBYBHY 2007 Z3	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360
TBDY 2019 ZE	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
DBYBHY 2007 Z4	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360	IPE 360

Örnek çelik ofis binası modellerinin kiriş kesitlerinin TBDY 2019 ile DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişiminin verildiği Çizelge 28 incelendiğinde çelik çaprazlar yönündeki kirişler için DBYBHY 2007'ye göre tasarımda tüm yerel zemin sınıflarında kiriş kesitleri değişmemektedir. TBDY 2019'a göre tasarımda ZA, ZB ve ZC yerel zemin sınıflarında kiriş kesitleri değişmezken, ZD ve ZE yerel zemin sınıflarında kiriş kesitleri artmaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019'a göre tasarımda ZD ve ZE yerel zemin sınıflarında taşıma gücü güvenliği için gerekli çelik çaprazlar yönündeki kiriş kesitleri, DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerinden büyüktür.

Çizelge 29: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için çaprazlara dik yönde kiriş kesitlerinin değişimi

Yerel Zemin Sınıfı	Çapraz Dik Yönde Kiriş Kesitleri				
	Zemin Kat	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat
TBDY 2019 ZA	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
DBYBHY 2007 Z1	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
TBDY 2019 ZB	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
DBYBHY 2007 Z1	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
TBDY 2019 ZC	IPE 450	IPE 450	IPE 450	IPE 450	IPE 450
DBYBHY 2007 Z2	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
TBDY 2019 ZD	IPE 600	IPE 600	IPE 600	IPE 600	IPE 600
DBYBHY 2007 Z3	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400
TBDY 2019 ZE	IPE 600	IPE 600	IPE 600	IPE 600	IPE 600
DBYBHY 2007 Z4	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400	IPE 400

Örnek çelik ofis binası modellerinin kiriş kesitlerinin TBDY 2019 ile DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişiminin verildiği Çizelge 29 incelendiğinde çelik çaprazlara dik yöndeki kirişler için DBYBHY 2007'ye göre tasarımda tüm yerel zemin sınıfları için kiriş kesitleri değişmemektedir. TBDY 2019'a göre tasarımda ZA ve ZB yerel zemin sınıflarında kiriş kesitleri değişmezken, ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıfları için kiriş kesitleri artmaktadır.

Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019'a göre tasarımında ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıfları için çelik çaprazlara dik yöndeki kiriş kesitleri, DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerinden büyüktür.

Örnek çelik ofis binası modellerinde tüm yerel zemin sınıfları için TBDY 2019'a göre tasarım için gerekli kiriş kesitleri, sağlam yerel zemin sınıflarında DBYBHY 2007 için gerekli kiriş kesitleri ile aynı iken sağlam yerel zemin sınıflarından zayıf yerel zemin sınıflarına gidildikçe gerekli kiriş kesitleri artmaktadır.

Örnek çelik ofis binası modellerinin çapraz eleman kesitlerinin TBDY 2019 ile DBYBHY 2007'deki farklı yerel zemin sınıfları için değişiminin verildiği Çizelge 30 incelendiğinde DBYBHY 2007'ye göre tasarımda tüm yerel zemin sınıflarında çapraz eleman kesitleri değişmemektedir. TBDY 2019'a göre tasarımda ZA, ZB ve ZC yerel zemin sınıflarında çapraz eleman kesitleri değişmezken, ZD ve ZE yerel zemin sınıflarında çapraz eleman kesitlerinde artış olmaktadır.

Örnek çelik ofis binası modellerinde TBDY 2019'a göre tasarımda ZD ve ZE yerel zemin sınıfları için gerekli çapraz eleman kesitleri, DBYBHY 2007 için gerekli çapraz eleman kesitlerinden büyüktür.

Çizelge 30: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için çelik çapraz eleman kesitlerinin değişimi

Yerel Zemin Sınıfı	Çapraza Dik Yönde Kiriş Kesitleri				
	Zemin Kat	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat
TBDY 2019 ZA	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
DBYBHY 2007 Z1	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
TBDY 2019 ZB	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
DBYBHY 2007 Z1	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
TBDY 2019 ZC	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
DBYBHY 2007 Z2	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
TBDY 2019 ZD	CHS 127×6,3	CHS 127×6,3	CHS 127×6,3	CHS 127×6,3	CHS 127×6,3
DBYBHY 2007 Z3	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5
TBDY 2019 ZE	CHS 133×6,3	CHS 133×6,3	CHS 133×6,3	CHS 127×6,3	CHS 133×6,3
DBYBHY 2007 Z4	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5	CHS 127×5

Tasarım sonuçlarına göre taşıyıcı sistem kesitlerini belirleyen faktörler; binalara etkiyen deprem yükleri, deprem yüklerinin neden olduğu yatay ötelemler, enkesit (kompaktlık) sınırları ve taşıyıcı sistem iç kuvvetlerdir (Serin 2019). Serin (2019) ile Zorlu ve Akbaş (2017) çalışmalara benzer şekilde örnek çelik ofis binası analiz sonuçlarına göre, TBDY 2019’a göre spektral ivme katsayıları, deprem kuvvetleri, iç kuvvetler DBYBHY 2007’ye göre daha büyük olduğu için TBDY 2019’a göre tasarımda taşıma gücü güvenliğini sağlamak için gerekli kolon, kiriş ve çapraz kesitleri, DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerden daha büyük olmaktadır.

DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yapısal analiz sonuçlarına göre örnek çelik ofis binası modellerinin x ve y yönü deprem kuvvetlerinin zemin sınıfına göre değiştiği, zemin kötüleştikçe deprem yükünün arttığı görülmektedir. Zemin sınıfındaki kötüleşme ile deprem yüklerindeki değişim/artış TBDY 2019’da DBYBHY 2007’ye göre daha belirgindir (Çizelge 7). DBYBHY 2007 ve TBDY 2019’a göre tasarımda artan deprem yükleri ile birlikte taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan kesit tesirleri, kesit boyutlarındaki değişim, ZA yerel zemin sınıfından ZE yerel zemin sınıfına gidildikçe artmaktadır. TBDY 2019’da zemin sınıfındaki değişim ile taşıyıcı sistem kesit boyutlarındaki değişimin DBYBHY 2007’ye göre daha belirgin olduğu görülmektedir (Çizelge 27-30).

Zorlu ve Akbaş (2017) çalışmalarına benzer şekilde TBDY 2019’da sismik elemanların enkesit narinlik oranı koşulları, DBYBHY 2007’ye göre elverişsiz yönde değişmiştir. Çalışma kapsamında incelenen örnek çelik ofis binası modellerinde çapraz elemanlar ile kolon ve kiriş elemanları için narinlik oranı uygulama sınırlarının DBYBHY 2007’ye göre elverişsiz yönde değiştiği görülmüştür.

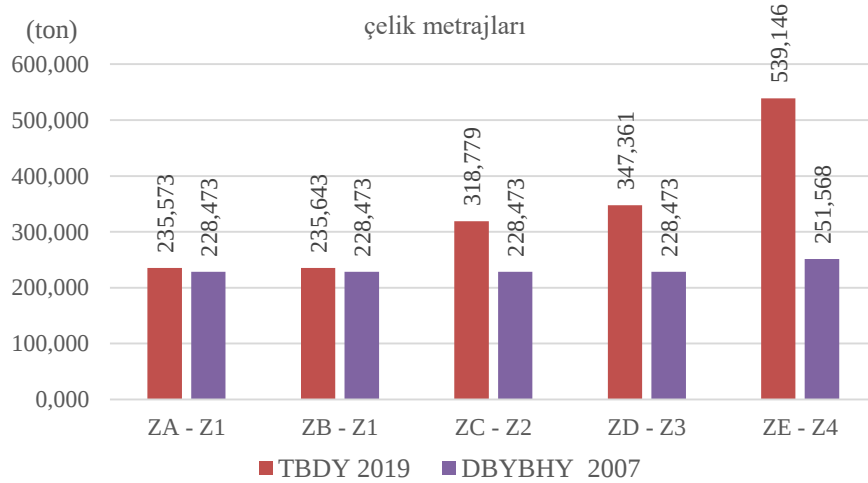
3.1.9. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Taşıyıcı Sistem Metrajlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin çelik taşıyıcı sistem metrajlarının karşılaştırması Çizelge 31’de verilmiştir.

Çizelge 31: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için taşıyıcı sistem metrajları (ton)

Yerel Zemin Sınıfı		Taşıyıcı Sistem Metrajı (ton)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019 DBYBHY 2007
ZA	Z1	235,573	228,473	1,031
ZB	Z1	235,643	228,473	1,031
ZC	Z2	318,779	228,473	1,395
ZD	Z3	347,361	228,473	1,520
ZE	Z4	539,146	251,568	2,143

Örnek çelik ofis binası modellerinin farklı yerel zemin sınıfları için çelik taşıyıcı sistem eleman metrajlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’ye göre değişimi ve karşılaştırılması Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18: Örnek çelik ofis binası modellerinin farklı yerel zemin sınıfları için çelik taşıyıcı sistem metrajlarının TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’ye göre değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin yapısal analiz sonuçlarına göre, TBDY 2019’a göre spektral ivme katsayıları, deprem kuvvetleri, iç kuvvetler DBYBHY 2007’ye göre daha büyük olduğu için TBDY 2019’a göre tasarımda taşıma gücü güvenliğini sağlamak için gerekli kesitler (kolon, çapraz vb.) DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerden daha büyük olmaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019

yönetmeliğine göre tasarımında taşıyıcı sistem iç kuvvetlerini karşılayacak kesitler, DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerden büyük olduğundan, tüm yerel zemin sınıflarında TBDY 2019 çelik taşıyıcı sistem metrajları DBYBHY 2007’den daha fazla olmaktadır (Çizelge 31 ve Şekil 18).

TBDY 2019 yönetmeliğine göre tasarım için çelik taşıyıcı sistem metrajları sağlam yerel zemin sınıfı ZA’dan zayıf zemin sınıfı ZE’ye doğru gidildikçe artmakta, TBDY 2019 ile DBYBHY 2007 çelik taşıyıcı sistem metrajları arasındaki fark zayıf zeminlerde (ZD ve ZE) daha da artmaktadır.

3.1.10. Örnek Çelik Ofis Binası Modellerinin Çelik Taşıyıcı Sistem Maliyetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Farklı Yerel Zemin Sınıfları için Karşılaştırılması

Çalışmada farklı yerel zemin sınıfları için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’ye göre tasarımları yapılan çelik bina modellerinin çelik taşıyıcı sistem yapım maliyetleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Çelik taşıyıcı sistem yapım maliyet hesaplarında farklı taşıyıcı sisteme sahip sanayi ve ofis binalarındaki ortak imalatlar yerine farklı imalatlar dikkate alınmıştır. Böylece örnek çelik bina modelleri üzerinden DBYBHY 2007’den TBDY 2019’a geçişin çelik taşıyıcı sistem maliyetleri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek çelik sanayi ve ofis binası modellerinin çelik taşıyıcı sistem maliyet hesaplarında dikkate alınan imalat kalemleri özet olarak Çizelge 32’de verilmiştir. Örnek çelik bina modellerinin kaba yapım maliyet hesaplarında T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2024 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları’ndan yararlanılmıştır.

Çizelge 32: Çelik taşıyıcı sistem maliyet hesabında dikkate alınan imalatlar ve birim fiyatları

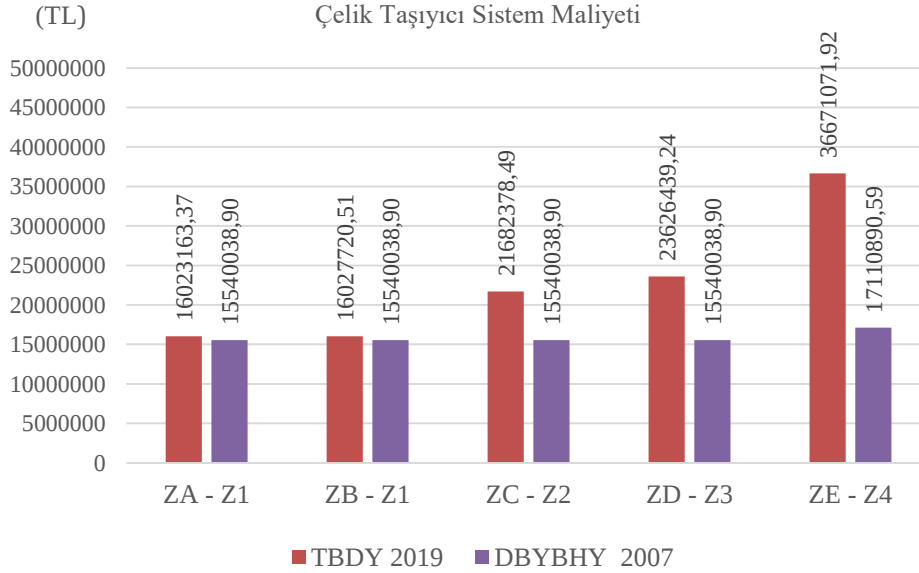
Poz Numarası	Tanımı	Birimi	Birim Fiyatı (TL)
15.165.1001	Her türlü profil demirlerin münferit veya birleşik olarak hazırlanması ve yerine tespit edilmesi	ton	57.634,23
15.540.1113	Demir yüzeylere iki kat solvent bazlı epoksi boya yapılması	m ²	246,10
15.100.1004	1 ton her cins betonarme demiri, profil ve lama demiri ile sacların taşıtlara yükleme, boşaltma ve istifi	ton	107,75
19.100.1113	Mobil vinç'in 1 saatlik ücreti	sa	861,96

Çalışma kapsamında yapısal analizleri farklı yerel zemin sınıfları için yapılan örnek çelik ofis binası modellerinin çelik taşıyıcı sistem maliyetlerinin karşılaştırması Çizelge 33’te verilmiştir.

Çizelge 33: Örnek çelik ofis binası modellerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 farklı yerel zemin sınıfları için çelik taşıyıcı sistem maliyetleri

Yerel Zemin Sınıfı		Çelik Taşıyıcı Sistem Maliyetleri (TL)		
TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019	DBYBHY 2007	TBDY 2019 DBYBHY 2007
ZA	Z1	16.023.163,37	15.540.038,90	1,031
ZB	Z1	16.027.720,51	15.540.038,90	1,031
ZC	Z2	21.682.378,49	15.540.038,90	1,395
ZD	Z3	23.626.439,24	15.540.038,90	1,520
ZE	Z4	36.671.071,92	17.110.890,59	2,143

Örnek çelik ofis binası modellerinin farklı yerel zemin sınıfları için çelik taşıyıcı sistem eleman kaba yapım maliyetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre değişimi ve karşılaştırılması Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19: Örnek çelik ofis binası modellerinin farklı yerel zemin sınıfları için çelik taşıyıcı sistem maliyetlerinin TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre değişimi

Örnek çelik ofis binası modellerinin yapısal analiz sonuçlarına göre, TBDY 2019 yönetmeliğine göre tasarım için gerekli kesitler DBYBHY 2007 için gerekli kesitlerden büyük olduğundan, tüm yerel zemin sınıflarında TBDY 2019 çelik taşıyıcı sistem kaba yapım maliyetleri DBYBHY 2007'den daha fazla olmaktadır (Çizelge 33 ve Şekil 19).

TBDY 2019 için çelik taşıyıcı sistem kaba yapım maliyetleri sağlam yerel zemin sınıfı ZA'dan zayıf yerel zemin sınıfı ZE'ye doğru gidildikçe artmakta, TBDY 2019 ile DBYBHY 2007 yönetmelikleri için kaba yapım maliyetleri arasındaki fark kötü zeminlerde (ZD ve ZE) daha da belirginleşmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye’de yürürlükten kaldırılan deprem yönetmeliği DBYBHY 2007’den mevcut deprem yönetmeliği TBDY 2019’a geçişin çelik bina tasarımına etkilerini örnek çelik bina modelleri üzerinden irdelemek için Türkiye’de yaygın kullanıma sahip çelik binaları temsil edebilecek tek katlı bir çelik sanayi binası modeli ile 5 katlı bir çelik ofis binası modeli seçilmiştir. Seçilen örnek çelik bina modellerinin tasarımları ve yapısal analizleri DBYBHY 2007 ve TBDY 2019’a göre farklı yerel sınıfları için yapılmıştır.

Bu amaçla çalışmada örnek çelik bina modellerinin DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 yönetmeliklere göre farklı yerel zemin sınıfları için bulunan bina ağırlıkları, deprem yükleri, bina doğal titreşim periyodları, bina görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, kiriş ve kolon iç kuvvetleri (N, T ve M), taşıyıcı sistem eleman kesitleri, çelik taşıyıcı sistem metrajları için analiz sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Ayrıca örnek çelik bina modellerinin taşıyıcı sistem elemanlarının DBYBHY 2007 ve TBDY 2019 deprem yönetmelikleri için tasarım sonuçlarına göre çelik taşıyıcı sistem kaba yapım maliyetleri birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Çalışmada yürürlükten kaldırılan deprem yönetmeliği DBYBHY 2007 ve mevcut deprem yönetmeliği TBDY 2019’a göre farklı yerel zemin sınıfları için örnek çelik bina modellerinin yapısal analiz sonuçlarının karşılaştırılmasından aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen Tekirdağ İli Çorlu İlçesi DBYBHY 2007 ve 1996 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası’na göre 3. derece deprem bölgesindedir. TBDY 2019 ve Türkiye Deprem Tehlike Haritaları 2019 (TDTH 2019) yürürlüğe girmesi ile birlikte deprem bölgeleri kavramı tamamen ortadan kalkmıştır. TBDY 2019 ile birlikte deprem tehlikesi tanımında esaslı bir değişikliğe gidilmiş, spektral ivme değerleri yerel deprem ve zemin koşullarını temsil eden değişkenlere bağlı olarak belirlenmektedir. Tekirdağ’ın Çorlu İlçesi’nin DD2 deprem yer hareketi düzeyi için oluşturulan yatay tasarım spektrum eğrileri incelendiğinde, TBDY 2019’a göre belirlenen spektral ivme değerlerinin tüm yerel zemin sınıfları için DBYBHY 2007’nin spektral ivme değerlerinden büyük olduğu görülmüştür. Yerel zemin sınıfları ZA’dan ZE’ye doğru gittikçe TBDY 2019’a göre belirlenen spektral ivme değerleri büyümekte ve DBYBHY 2007’ye göre belirlenen spektral ivme değerleri ile arasındaki farklar artmaktadır.

Çalışmada incelenen örnek çelik sanayi binası ve örnek çelik ofis binası modelleri için TBDY 2019’a göre hesaplanan tasarım spektral değerleri için bulunan eşdeğer deprem yüklerinin, DBYBHY 2007 için bulunan deprem yüklerine kıyasla daha büyük olduğu görülmektedir. Örnek çelik bina modellerinin yapısal analiz sonuçlarına göre spektral değerlerdeki ve eşdeğer deprem yükü değerlerindeki artışın zayıf zeminlerde sağlam zeminlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. TBDY 2019’da deprem yükü hesabında zemin

etkisi kavramı, DBYBHY 2007'ye göre daha gerçekçi yansıtıldığı için sağlam zeminden zayıf zemine doğru gidildikçe eşdeğer deprem yükündeki artış (değişim) miktarı TBDY 2019 yönetmeliğinde DBYBHY 2007 yönetmeliğine göre daha fazladır. TBDY 2019'da yerel zemin sınıfları arasındaki deprem yükü değişimi, DBYBHY 2007'ye kıyasla daha belirgindir.

İncelenen örnek çelik bina modellerinde TBDY 2019'a göre deprem yüklerinin DBYBHY 2007'ye göre daha büyük olması, taşıyıcı sistem elemanlarının iç kuvvetlerinin artmasına sebep olmuştur. Bu durum TBDY 2019'a göre yapılan bina tasarımı artan iç kuvvetleri karşılayacak taşıyıcı sistem eleman kesitlerinin büyümesine sebep olmuştur. Örnek çelik bina modellerinin TBDY 2019'a göre tasarım için gerekli taşıyıcı sistem kesitleri, DBYBHY 2007'ye göre tasarım için gerekli kesitlerden büyük olup, kesitlerdeki değişim sağlam zeminlerden zayıf zeminlere gidildikçe artmaktadır.

Taşıyıcı sistem kesitlerinin büyümesi, TBDY 2019'a göre yapılan tasarımda bina ağırlıklarının ve taşıyıcı sistem metrajlarının, DBYBHY 2007'ye göre daha fazla olmasına sebep olmuştur. İncelenen tüm çelik bina türlerinde TBDY 2019 için hesap sonucu bulunan iç kuvvetler, taşıyıcı sistem kesitleri, bina ağırlığı ve taşıyıcı sistem metrajlarının DBYBHY 2007'ye göre değişiminin (artışın) zayıf zeminlerde (ZD ve ZE) daha fazla olduğu görülmüştür.

Örnek çelik sanayi binası modelleri az katlı basit bina modelleri oldukları için farklı deprem yönetmelikleri için bulunan bina periyodları birbirine oldukça yakın değerler almaktadır. Örnek çelik ofis binası modellerinin her iki deprem yönetmeliği için tasarımında sağlam yerel zemin sınıflarından zayıf yerel zemin sınıflarına gidildikçe artan deprem yüklerini karşılamak için bina rijitliğinin artması sonucu bina periyodları düşmüştür. TBDY 2019'a göre örnek çelik ofis binası tasarımında yerel zemin sınıfları için bina periyodlarındaki değişim, DBYBHY 2007'ye göre daha belirgindir.

Örnek çelik bina modellerinin TBDY 2019'daki tüm yerel zemin sınıfları için x ve y yönü için hesaplanan göreceli kat öteleme değerleri, DBYBHY 2007'deki tüm yerel zemin sınıfları için hesaplanan değerlerden küçüktür.

Örnek çelik bina modellerinin TBDY 2019'daki tüm yerel zemin sınıfları için x ve y yönü için hesaplanan ikinci mertebe etki göstergesi değerleri, DBYBHY 2007'deki tüm yerel zemin sınıfları için hesaplanan değerlerden büyüktür.

Çalışmada incelenen bölgede zemin özelliklerinin çelik binalarının taşıyıcı sistem metrajlarını ve kaba yapı maliyetlerini etkilediği, TBDY 2019'a göre taşıyıcı sistem metraj ve kaba yapı maliyetlerinin DBYBHY 2007'ye göre fazla olduğu gözlenmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları 2019'a göre sağlam yerel zemin sınıflarında çelik bina taşıyıcı sistem metrajlarının zayıf yerel zemin sınıflarına göre daha az

olduğu görülmüştür. Yapısal analiz ve metraj sonuçlarına göre tüm örnek çelik bina modellerinde ZA yerel zemin sınıfından ZE yerel zemin sınıfına gidildikçe kaba yapım maliyetlerinin arttığı gözlenmiştir.

DBYBHY 2007'den TBDY 2019'a geçiş ile örnek bina modellerinin kaba yapım maliyetleri ve taşıyıcı sistem kesitlerindeki değişim örnek çelik ofis bina modellerinde örnek çelik sanayi bina modellerine göre daha belirgindir.

Çalışmada incelenen tüm çelik bina modellerinde DBYBHY 2007'deki zayıf zeminler (Z3 ve Z4) için yapılan tasarımda taşıma gücü güvenliğini sağlayan taşıyıcı sistem kesitlerinin TBDY 2019'daki zayıf zeminler (ZD ve ZE) için taşıma gücü güvenliğini sağlamadığı görülmüştür.

Bu çalışmada seçilen örnek çelik bina modellerinin yapısal analiz sonuçlarına göre DBYBHY 2007'ye göre tasarımı yapılmış, zayıf zeminlerde bulunan mevcut bina stokunun deprem performanslarının gözden geçirilmesi gelecekte meydana gelmesi olası depremlerde can ve mal kayıplarının önlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Not: Bu çalışma Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı "Farklı Zemin Sınıfları için Tasarlanan Örnek Çelik Binaların DBYBHY 2007 ve 2019 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKILARI

B.Y.: Yöntem, yazılım, doğrulama, araştırma, kaynaklar, yazı yazma.

İ.Y.: Yöntem, yazılım, doğrulama, araştırma, kaynaklar, yazı yazma-gözden geçirme ve düzenleme.

KAYNAKLAR

- AFAD (2024). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı İnternet Sitesi, Erişim adresi: <https://www.afad.gov.tr/> Erişim tarihi: 20.10.2024.
- Aydın, M. R. ve Günaydın, A. (2017). Çelik Yapılar Açısından Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağına Bir Bakış, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir.
- Çelik, S. V. (2019). Çelik konstrüksiyon sanayi yapılarının eski ve yeni yönetmeliklere göre karşılaştırmalı analizi (Yüksek Lisans). *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon
- Irgaç, F. (2019). Çok katlı çelik çerçeve türü bir taşıyıcı sistemde eski ve güncel yönetmelik uygulamalarının karşılaştırılması (Yüksek Lisans). *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- İçen, G. (2023). Örnek çelik sanayi yapılarının farklı paket programlarla tasarımlarının karşılaştırılması (Yüksek Lisans). *Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırklareli.
- İdeCad Statik v10. İdecad Statik Paket Programı, *İdeYAPI*, İstanbul, Erişim adresi: <https://www.idecad.com.tr/index/>
- Katmer, İ. E. (2019). Çok katlı çelik bir yapının Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarımının yapılması (Yüksek Lisans). *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Kaya, M. (2024). Farklı zemin sınıfları için tasarlanan örnek çelik binaların DBYBHY 2007 ve 2019 Türk deprem yönetmeliklerine göre karşılaştırılması. (Yüksek Lisans). *Kırklareli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kırklareli.
- Öz, D. (2018). Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Kuralları doğrultusunda çelik yapıların tasarımı. (Yüksek Lisans). *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir
- Özşahin, B. (2021a). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019'a göre Kırklareli için deprem yüklerinin değerlendirilmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 836-863. <https://doi.org/10.29130/dubited.768494>
- Özşahin, B. (2021b). Edirne İli Özelinde 2019 ve DBYBHY 2007 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre Yatay Tasarım İvme Spektrumlarının Değişiminin İncelenmesi. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 7 (4), 590-608. DOI: 10.28979/jarnas.927688
- Polat, A. (2024). Çok katlı betonarme bir yapının 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre tasarımı ve yürürlükten kaldırılan DBYBHY 2007 Deprem Yönetmeliği ile karşılaştırılması, (Yüksek Lisans Tezi, *Kırklareli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü*). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- SAP 2000 V.22, Integrated Software for Structural Analysis and Design, *Computers and Structures Inc.*, California, USA.
- Serin, B. (2019). DBYBY-2007 ve TBDY-2019'a göre tasarlanmış merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin sismik davranışlarının karşılaştırılması. (Yüksek Lisans). *Manisa Celal Bayer Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.
- Seyrek, E. (2020). Yeni Türkiye sismik tehlike haritasının Ege Bölgesi için değerlendirilmesi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1):414-423. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.617268>.
- Zorlu, M. ve Akbaş, B. (2017). Yeni Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Çelik Yapı Tasarımı, Uluslararası Katılımlı 7. Çelik Yapılar Sempozyumu, Gaziantep.
- ÇYTHYEY 2018 (2018). *Çelik Yapıların Tasarım ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190215M1-4.htm>

- DBYBHY 2007 (2007). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- TBDY 2019 (2019). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/03/20190318M1-2-1.pdf>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024). *İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2024*, Erişim adresi: <https://yfk.csb.gov.tr/birim-fiyatlar-i-100468>
- TDTH 2019, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları interaktif web uygulaması, Erişim adresi: <https://tdth.afad.gov.tr/> Erişim tarihi:14.10.2022
- TS 500 (2000). *Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi: <https://www.tse.org.tr/>
- TS 648 (1982). *Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. Erişim adresi: <https://www.tse.org.tr/>