



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019'a Göre Kırklareli İçin Deprem Yüklerinin Değerlendirilmesi

 Burak ÖZŞAHİN^{a,*}

^a Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: burak.ozsahin@klu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.768494

ÖZET

Dünyada ve Türkiye’de yaşanan depremlerden elde edilen tecrübeler, deprem mühendisliği alanındaki gelişmeler, yeni yapım yöntemlerinin ve sistemlerinin Türkiye koşullarında kullanılması için gerekli kurallara olan ihtiyaçlar sonucu Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007)’in kapsamı genişletilerek ve yeni bazı bölümler eklenerek, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019), 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Bu çalışmada Kırklareli Merkezi ve İlçeleri için TBDY 2019 ile DBYBHY 2007 esaslarına göre tasarlanıp, deprem hesabı yapılan örnek betonarme bina modellerinin deprem yükleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla çalışmada, Kırklareli Merkezi ve İlçeleri için DBYBHY 2007 ve TBDY 2019’da tanımlanan betonarme çerçeve ve betonarme perdeli çerçeve bina türleri için örnek bina modellerinin tasarımı yapılarak, deprem yükleri hesaplanmıştır. TBDY 2019’a göre deprem hesapları ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıfları için, DBYBHY 2007’e göre deprem hesapları Z1, Z2, Z3 ve Z4 yerel zemin sınıfları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Örnek betonarme bina modellerinin farklı yerel zemin sınıfları için yapılan deprem hesabı sonucu bulunan deprem yükleri karşılaştırılarak, deprem yüklerinin yerel zemin sınıfına ve her iki deprem yönetmeliğine göre değişimi irdelenmiştir. TBDY 2019’a göre örnek betonarme bina modelleri için hesaplanan deprem yüklerinin, her iki bina türünde de DBYBHY 2007’e göre artış gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Türk Bina Deprem Yönetmeliği, Deprem yükü, Yerel zemin sınıfı

Evaluation of Seismic Loads for Kırklareli According to Turkish Earthquake Code 2019 (TEC2019)

ABSTRACT

The experience gained from the earthquakes in Türkiye and all over the world, developments in earthquake engineering, as a result of the need for the rules to the use of the new construction method and systems in Türkiye conditions, Turkish Building Earthquake Code 2007 (TBEC 2007) in the context of expanding some sections and adding some new sections, Turkish Building Earthquake Code 2019 (TBEC 2019) entered into force on 01.01.2019.

In this study, the earthquake loads of the reinforced concrete building models designed for Kırklareli Center and Districts in according to requirements of TBEC 2019 and TBEC 2007, were evaluated. For this purpose, the reinforced concrete frame and reinforced concrete shear walled frame systems defined in TBEC 2007 and TBEC

2019 were designed for buildings models and the earthquake loads were calculated for Kırklareli Center and Districts.

According to TBEC 2019, earthquake load calculations were made for ZA, ZB, ZC, ZD and ZE site classes, and according to TBEC 2007, earthquake load calculations were made for Z1, Z2, Z3 and Z4 site classes. By comparing the earthquake loads of different reinforced concrete building models for different site classes, the change of earthquake loads according to the site class and both earthquake codes, were examined. The seismic loads calculated for reinforced concrete building models according to TBEC 2019, increased in both building types compared to TBEC 2007.

Keywords: Turkish Building Earthquake Code, Seismic load, Site classes

I. GİRİŞ

18.03.2018 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan, 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019) ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) yürürlükten kaldırılmıştır. 17 bölümden oluşan TBDY 2019, 7 bölümden oluşan DBYBHY 2007’deki mevcut bölümlerin revizyonu ile yüksek bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı, deprem yalıtımlı bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı, hafif çelik bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı, yapısal olmayan bina elemanlarının tasarımı, ön üretilmiş betonarme bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı, ahşap bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı, düzenli yerinde dökme betonarme binalar için basitleştirilmiş tasarım gibi yeni bölümlerden oluşmaktadır. TBDY 2019 ile birlikte 1996 yılından beri kullanılmakta olan Deprem Bölgeleri Haritası yürürlükten kaldırılmış, yerine yeni hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH) yürürlüğe girmiştir [1, 2]. TBDY 2019 ile birlikte deprem bölgesi kavramı terkedilerek, sismik tehlike haritası kavramına geçilmiş, yerçekimi cinsinden verilen PGA ile deprem etkisi tanımlanmıştır. TBDY 2019 ile birlikte bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımına ilişkin yeni kural değişiklikleri yürürlüğe girmiştir [3, 4].

TBDY 2019 taslağının yayınlanması ve yürürlüğe girmesi ile birlikte TBDY 2019 yönetmeliği, TBDY 2019 ile DBYBHY 2007’in karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Bozer çalışmasında TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’ye göre spektral ivme katsayılarını karşılaştırmış, Keskin ve Bozdoğan, çalışmalarında Kırklareli ili özelinde 2007 ve 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerini değerlendirmiş, Başaran çalışmasında Afyonkarahisar için deprem yüklerini TBDY 2019’a göre değerlendirmiş, Özkat ve Kuruşçu çalışmalarında yığma yapıların tasarımını 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri açısından karşılaştırmış, Tunç ve Tanfener çalışmalarında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerini tasarım ile ilgili benzerlikler ve farklılıklar açısından irdelemiş, Seyrek çalışmasında Türkiye Sismik Tehlike Haritası’nı Ege Bölgesi için irdeleyerek eski ve yeni deprem tehlike haritalarını Ege Bölgesi için karşılaştırmış, Öztürk çalışmasında TBDY 2019 yönetmeliği ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası’nın eski yönetmelikle karşılaştırılmasını İç Anadolu Bölgesi için yapmış, Amani vd. çalışmalarında 1998, 2007 ve 2019 Türk Deprem Yönetmeliklerini yığma binalar üzerinde karşılaştırmış, Sucuoğlu çalışmasında TBDY 2019’daki yeni gelişmeleri yönetmelik içerisindeki sırasına uygun olarak sunmuş, Karaca vd. çalışmalarında TBDY 2019’daki yeni yaklaşımların yapı tasarımı üzerine etkisini Niğde ili özelinde incelenmiş, Aydın ve Günaydın, 2017 çalışmalarında çelik yapılar açısından TBDY 2019 yönetmelik taslağını irdelemiştir [1,3-12].

DBYBHY 2007’de deprenselliği az olan bölgeler, özellikle Kırklareli gibi dördüncü deprem bölgesinde yer alan illerde spektral ivme katsayıları ve binalara etki eden deprem yüklerinde TBDY 2019 ile birlikte değişiklikler olmuştur [5]. Bu çalışmada Kırklareli merkez ilçe ve beldelerindeki 25 mahalle, Kırklareli’nin 7 ilçesi ve beldelerindeki 83 mahalle olmak üzere toplam 108 mahalle için TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’de tanımlanan deprem etkilerinin tamamının moment aktaran betonarme çerçeveler ile karşılandığı (betonarme çerçeve) bina ve deprem yükünün tamamının moment aktaran betonarme çerçeve ve boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı (betonarme perde-çerçeve) bina türleri için örnek bina modellerinin hesaplanan deprem yükleri değerlendirilmiştir.

II. MATERYAL ve METOD

A. TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 YÖNETMELİKLERİNE GÖRE EŞDEĞER DEPREM YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007)'de Depreme Dayanıklı Binalar için Hesap Kuralları başlığı altında verilmekte olan deprem hesap esasları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019)'da kapsamı genişletilerek dört bölüm haline getirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde eşdeğer deprem yükü hesap esaslarıyla ilgili TBDY 2019'da yer alan değişiklikler ve eklemeler hakkında bilgi, DBYBHY 2007 ile karşılaştırılmalı olarak verilmektedir.

DBYBHY 2007'de 1. derece en yüksek 4. derece en düşük ve 5. derece ise depremselliğin olmadığı bölge olmak üzere 5 farklı *Deprem Bölgesi* tanımlanmakta ve bu deprem bölgelerine göre *Etkin Yer İvme Katsayıları* (A_0) verilmektedir. Etkin yer ivme katsayısının değeri 1. derece deprem bölgesinden 4. derece deprem bölgesine kadar deprem bölgeleri için sırasıyla 0,4g; 0,3g; 0,2g; 0,1g şeklinde değişmektedir. TBDY 2019 ve *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları (TDTH)* ile birlikte deprem bölgeleri kavramı tamamen ortadan kalkmıştır ve deprem tehlikesi tanımda esaslı bir değişikliğe gidilmiştir. Binanın bulunduğu yerin koordinatlarına bağlı olarak TDTH'da en büyük yer ivmesi (PGA) ile *Spektral İvme Katsayıları*, dört farklı deprem yer hareketi düzeyi için tanımlanmaktadır. TDTH'da binanın bulunduğu yerin koordinatlarına bağlı olarak *0,2 saniye (kısa) Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı* (S_s) ve *1,0 saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı* (S_1) olmak üzere iki farklı spektral ivme katsayısı tanımlanmaktadır. TDTH'dan okunan spektral ivme katsayıları zemin özelliklerini yansıtan *Yerel Zemin Etki Katsayıları* F_s ve F_1 ile çarpılarak *Tasarım Spektral İvme Katsayıları* S_{DS} ve S_{D1} 'e dönüştürülür. DBYBHY 2007'de zemin etkileri yalnızca köşe periyotlarının farklı değerler alması ile dikkate alınarak binanın bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak tek bir değer olan *Spektral İvme Katsayısı* ile belirlenirken, TBDY 2019'da zemin etkileri referans kaya zeminler için verilen S_s ve S_1 spektral ordinatlarının yerel zemin katsayıları ile çarpılması sonucu düzeltilmiş S_{DS} ve S_{D1} spektral ordinatları ile ayrı ayrı belirlenmektedir [8, 9, 13-16].

$$S_{DS} = S_s \cdot F_s \quad (1)$$

$$S_{D1} = S_1 \cdot F_1 \quad (2)$$

DBYBHY 2007'de en iyiden en kötüye doğru zemin özelliklerini ifade eden A, B, C ve D zemin gruplarına ve binanın bulunduğu zemin katmanının kalınlığına göre 4 farklı *Yerel Zemin Sınıfı*, en iyiden en kötüye doğru Z1, Z2, Z3 ve Z4 olarak tanımlanmaktadır. TBDY 2019'da zemin sınıfları ve zemin grupları tek bir tabloda birleştirilerek en iyiden en kötüye doğru ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olmak üzere 6 farklı *Yerel Zemin Sınıfı* tanımlanmaktadır. En kötü zemini ifade eden ZF yerel zemin sınıfı sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler olarak tanımlanmaktadır [13,14].

DBYBHY 2007'de binanın kullanım amacı veya türü başlığı altında sadece *Bina Önem Katsayısı* (I) tanımlanırken, TBDY 2019'da *Bina Önem Katsayısı* (I) ile birlikte aynı tabloda üç tane *Bina Kullanım Sınıfı* (BKS) tanımlanmaktadır. DBYBHY 2007'de dört tane olan bina önem katsayısı (I), TBDY 2019'da üç tanedir. DBYBHY 2007'de ikinci önem düzeyinde bulunan okul, yurt, cezaevi ve müze gibi binaların 1,4 olan önem katsayıları TBDY 2019'da kaldırılarak, bu binaların önem katsayıları 1,5 değerine yükseltilmiştir [13, 14].

DBYBHY 2007'de tanımlanmayan, ilk olarak TBDY 2019'da tanımlanan *Deprem Tasarım Sınıfı* (DTS) binaların sınıflandırılmasına yönelik bir kriterdir. Bina Kullanım Sınıfı (BKS) ve DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi için tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısına (S_{DS}) bağlı olarak yapılan sınıflandırmadır. TBDY 2019'da Deprem Tasarım Sınıfları (DTS), yer hareketi seviyesi en yüksekte en düşüğe olmak üzere $DTS1$, $DTS2$, $DTS3$ ve $DTS4$ olarak verilmektedir [13, 14].

DBYBHY 2007’de tanımlanmayan, ilk olarak TBDY 2019’da tanımlanan *Deprem Yer Hareketi Düzeyleri (DD)*, deprem tasarım sınıfına göre yeni yapılacak veya mevcut binalar için performans hedefleri ve uygulanacak değerlendirme/tasarım yaklaşımının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. DBYBHY 2007’de tanımlanan tek tasarım depremi yer hareketi düzeyine karşılık, TBDY 2019’da deprem yer hareketi, en yüksek düzeyden en düşük düzeye olmak üzere DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak dört farklı düzeyde tanımlanmaktadır. DBYBHY 2007’de 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve tekrarlanma periyodu 475 yıl olan *Tasarım Depremi için Can Güvenliği (CG)* performans hedefi tanımlanmaktadır. TBDY 2019’da DBYBHY 2007’de baz alınan standart tasarım depreminin istatistiksel parametrelerinde bir değişiklik yapılmamıştır. Söz konusu tasarım depreminin TBDY 2019’daki karşılığı DD-2’dir [13-16].

DBYBHY 2007’de tanımlanmayan, ilk olarak TBDY 2019’da tanımlanan *Bina Yükseklik Sınıfları (BYS)*, bina yüksekliği ve deprem tasarım sınıfına (DTS) bağlı olarak 1’den 8’e kadar değerler almaktadır. TBDY 2019’da bina yükseklik sınıfı $BYS=1$ çok katlı (yüksek) binaları, $BYS=8$ az katlı binaları temsil etmek üzere 8 tane bina yükseklik sınıfı tanımlanmaktadır [13-16].

DBYBHY 2007’de tanımlanmayan, ilk olarak TBDY 2019’da tanımlanan *Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)* tüm yapı sistemleri için taşıyıcı sistem özelliklerine ve süneklik düzeyine bağlı olarak tablo halinde verilmektedir. Dayanım fazlalığı katsayısı (D) ile akma dayanımının $[f_y(\mu_k, T)]$ tasarım dayanımına $[f_d(\mu_k, T)]$ göre fazlalığı ifade edilmektedir [13-16].

$$D = \frac{f_y(\mu_k, T)}{f_d(\mu_k, T)} \quad (3)$$

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak deprem yükleri, *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına (Ra)* bölünecektir. DBYBHY 2007’de deprem yükü azaltma katsayısı, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), yapının doğal titreşim periyodu (T) ve zemin sınıfına göre dikkate alınan T_A köşe periyoduna bağlı olarak (4) bağıntısı ile hesaplanmaktadır [13].

$$Ra(T) = \begin{cases} 1,5 + (R - 1,5) \frac{T}{T_A} & \leftarrow 0 \leq T \leq T_A \text{ ise} \\ R & \leftarrow T_A < T \text{ ise} \end{cases} \quad (4)$$

TBDY 2019’da deprem yükü azaltma katsayısı, taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), dayanım fazlalığı katsayısı (D), bina önem katsayısı (I), yapının doğal titreşim periyodu (T) ve zemin sınıfına göre dikkate alınan T_B köşe periyoduna bağlı olarak (5) bağıntısı ile hesaplanmaktadır [14-16].

$$Ra(T) = \begin{cases} \frac{R}{I} & \leftarrow T > T_B \text{ ise} \\ D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} & \leftarrow T \leq T_B \text{ ise} \end{cases} \quad (5)$$

DBYBHY 2007’de deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan *Spektral İvme Katsayısı A(T)*, bina önem katsayısı (I), etkin yer ivme katsayısı (A_0) ve spektrum katsayısına S(T) bağlı olarak (6) bağıntısı ile hesaplanır. %5 sönüm oranı için tanımlanan elastik ivme spektrumunun ordinatları olan *Elastik Spektral İvme $S_{ae}(T)$* , Spektral İvme Katsayısı A(T) ile yerçekimi ivmesi g’nin çarpımına denk gelmektedir.

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (6)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) \cdot g$$

DBYBHY 2007’de spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu (T)’ye bağlı olarak (7) bağıntısı ile bulunur.

$$S(T) = \begin{cases} 1 + 1,5 \frac{T}{T_A} & \leftarrow 0 \leq T \leq T_A \text{ ise} \\ 2,5 & \leftarrow T_A < T \leq T_B \text{ ise} \\ 2,5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0,8} & \leftarrow T_B < T \text{ ise} \end{cases} \quad (7)$$

(7) bağıntısında, yatay tasarım spektrum karakteristik periyodları T_A , T_B yerel zemin sınıfına bağlı olarak belirlenmektedir.

TBDY 2019’da yatay elastik ivme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, bina doğal periyodu (T) ve yerel zemin sınıflarına bağlı olarak (8) bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

$$S_{ae}(T) = \begin{cases} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} & \leftarrow 0 \leq T \leq T_A \text{ ise} \\ S_{DS} & \leftarrow T_A \leq T \leq T_B \text{ ise} \\ \frac{S_{D1}}{T} & \leftarrow T_B \leq T \leq T_L \text{ ise} \\ \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} & \leftarrow T_L \leq T \text{ ise} \end{cases} \quad (8)$$

TBDY 2019’da yatay tasarım spektrumunun köşe periyodları T_A ve T_B , (9) bağıntısı ile hesaplanır. Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu $T_L=6s$ alınmaktadır [13-16].

$$T_A = 0,2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}} ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (9)$$

DBYBHY 2007’de sadece mevcut binaların değerlendirilmesi için kullanılan performans düzeyleri, TBDY 2019 ile birlikte yeni yapılacak binaların tasarım kriterleri arasına girmiştir. TBDY 2019’da 4 farklı bina performans düzeyi, *Kesintisiz Kullanım (KK)*, *Hemen Kullanım (HK)*, *Can Güvenliği (CG)* ve *Göçmenin Önlenmesi (GÖ)* olarak tanımlanmaktadır.

Yeni binaların tasarımı veya mevcut binaların değerlendirilmesi için deprem tasarım sınıfı (DTS) ve bina yükseklik sınıfına (BYS) bağlı olarak bir performans hedefi belirlenerek, bu performans hedefine uygun tasarım yaklaşımı seçilecektir.

DBYBHY 2007’de *Dayanımına Göre Tasarım (DGT)* yaklaşımı esas alınmaktadır. TBDY 2019’da *Dayanımına Göre Tasarım (DGT)* ve *Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (ŞGDT)* olmak üzere iki tasarım yaklaşımı esas alınmaktadır. TBDY 2019’da yüksek binaların tasarımı, yalıtımlı binaların tasarımı ve mevcut binaların değerlendirilmesi dışında kalan tüm binaların tasarımı, DGT hesap esaslarına göre yapılmaktadır.

TBDY 2019’da konut türü yapılar için standart tasarımda DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için can güvenliği (CG) performans hedefi dikkate alınmaktadır [13-16].

DBYBHY 2007’ye göre gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam *Eşdeğer Deprem Yüğü* (V_t) (10) bağıntısı ile belirlenmektedir. (10) bağıntısında W , binanın deprem yüklerinin hesabında kullanılacak toplam ağırlığıdır.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (10)$$

TBDY 2019’a göre gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam *Eşdeğer Deprem Yüğü* (V_{tE}) (11) bağıntısı ile belirlenmektedir.

$$V_{tE} = m_t \cdot S_{aR}(T) \geq 0,04 \cdot m_t \cdot I \cdot S_{DS} \cdot g \quad (11)$$

(11) bağıntısında m_t binanın toplam kütlesi, $S_{aR}(T)$ binanın doğal titreşim periyodu gözönüne alınarak hesaplanan azaltılmış tasarım spektral ivmesidir. Azaltılmış tasarım spektral ivmesi ($S_{aR}(T)$) hesabında (12) bağıntısı kullanılır.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (12)$$

TBDY 2019’da deprem yükü hesaplarına ilişkin önemli değişikliklerden birisi taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ile dayanım fazlalığı katsayısının (D) kullanılması ile ilgilidir. DBYBHY 2007’de kullanılacak taşıyıcı sistem seçimine dair deprem bölgelerine ve bina önem katsayısına (I) bağlı olarak yapılan sınırlandırmalar, TBDY 2019’da deprem tasarım sınıfı (DTS) ve bina yükseklik sınıfına (BYS) bağlı olarak tanımlanmaktadır.

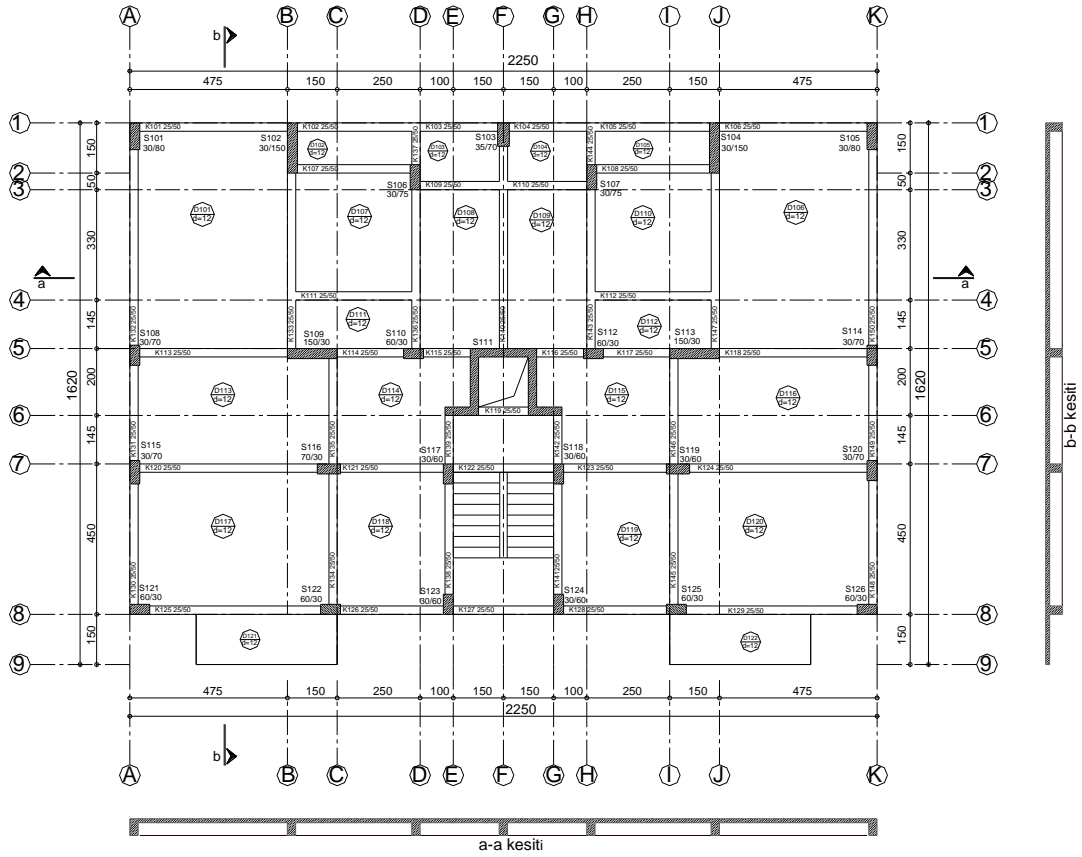
DBYBHY 2007’de tanımlanmayan, ilk olarak TBDY 2019’da tanımlanan diğer bir kavram, *Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları*’dır. Dayanıma göre tasarımda (DGT) betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde TBDY 2019’da tanımlanan etkin kesit rijitliği çarpanları kullanılacaktır [13-16].

B. ÇALIŞMADA İNCELENEN BETONARME ÖRNEK BİNA MODELLERİ

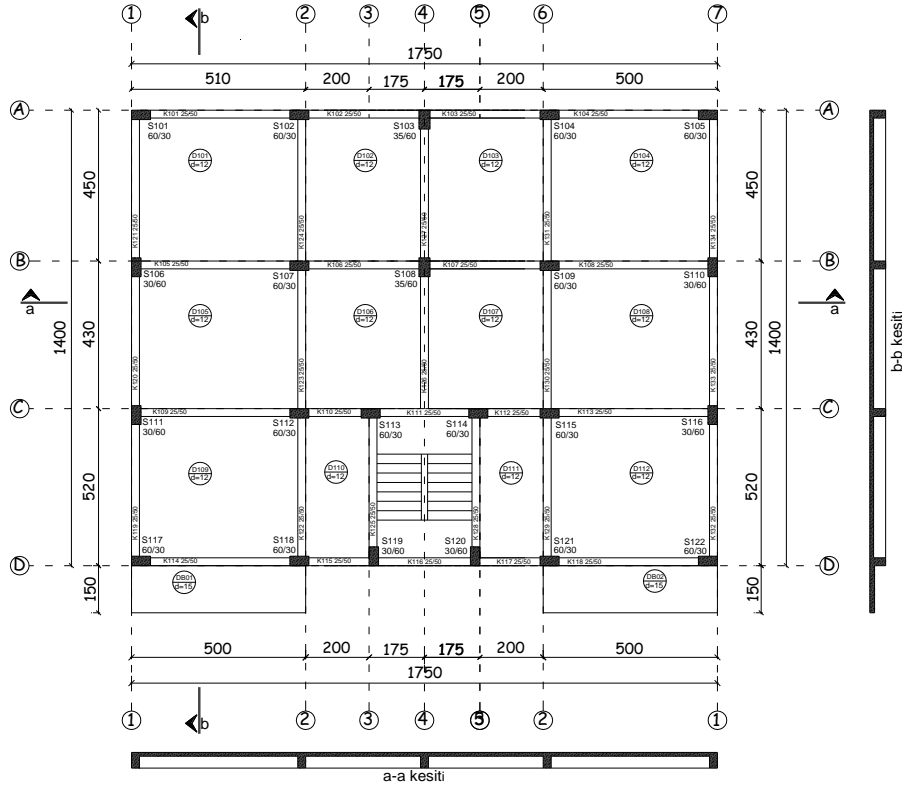
Bu çalışmada, Kırklareli ili Merkez İlçe ve beldelerindeki 25 mahalle ile Kırklareli’nin 7 ilçesi ve beldelerindeki 83 mahalle olmak üzere toplamda 108 mahallede TBDY 2019 ve DBYBHY 2007’de tanımlanan çerçeve sistem betonarme bina ve perde-çerçeve sistem betonarme bina türleri için Kırklareli’ndeki bina stoğunu temsil edebilecek örnek bina modellerinin hesaplanan deprem yükleri değerlendirilmiştir (Şekil 1). Örnek bina modellerinin tasarımı ve yapısal hesapları TS 500, TS 498, DBYBHY 2007 ve TBDY 2019’a göre Sta4Cad V.14.1 programı yardımıyla yapılmıştır [13, 14, 17-19]. Çalışma kapsamında incelenen örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin kalıp planı Şekil 2’de, örnek çerçeve sistem betonarme bina modelinin kalıp planı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 1. Kırklareli ilçeleri haritası [20]



Şekil 2. Örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli kalıp planı



Şekil 3. Örnek çerçeve sistem betonarme bina modeli kalıp planı

Örnek bina modellerinin tasarımında dikkate alınan parametreler, betonarme perde-çerçeve sistem için Tablo 1’de ve betonarme çerçeve sistem için Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli tasarım parametreleri

Parametre	DBYBHY 2007	TBDY 2019
Yapı Türü	Betonarme Perde-Çerçeve Sistem	
Kat Adedi	5 Kat (BK+ZK+3NK)	
Kat Yüksekliği (h_{kat})	3,0 m	
Yapı Yüksekliği (H_N)	12,0 m	
Yapı Boyutları	22,50 m x 14,70 m	
Kiriş Boyutları	25 cm x 50 cm	
Kolon Boyutları	30cmx60cm, 30cmx70cm, 30cmx75cm, 30cmx80cm, 30cmx150cm	
Döşeme Türü ve Boyutları	Kirişli Plak Döşeme Odalarda 12 cm, Balkon, Sahanlık 15 cm	
Beton Sınıfı/Çelik Sınıfı	C30/37, S420	
Bina Önem Katsayısı (I)	1	
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	%5	
Haraketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	0,3	
Deprem Yer Hareket Düzeyi (DD)	-	DD-2
Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0), Maksimum Yer İvmesi (P_{GA})	$A_0=0,10g$	TDTH’ dan her mahalle için okunmuştur.
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	-	BKS=3
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	-	SDS’e bağılı olarak değışiyor.
Bina Yüğüseklik Sınıfı (BYS)	-	7
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	4 (Süneklik Düzeyi Normal) 7 (Süneklik Düzeyi Yüğüsek)	4 (Süneklik Düzeyi Sınırlı) 7 (Süneklik Düzeyi Yüğüsek)
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	-	2 (Süneklik Düzeyi Sınırlı) 2,5 (Süneklik Düzeyi Yüğüsek)
Bina Doğal Titreşim Periyodu (T)	$T_{1V}=0,381$ s	$T_{1V}=0,552$ s
Yerel Zemin Sınıfı	Z1, Z2, Z3 ve Z4	ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE

Tablo 2. Örnek çerçeve sistem betonarme bina modeli tasarım parametreleri

Parametre	DBYBHY 2007	TBDY 2019
Yapı Türü	Betonarme Çerçeve Sistem	
Kat Adedi	4 Kat (BK+ZK+2NK)	
Kat Yüksekliği (h_{kat})	3,0 m	
Yapı Yüksekliği (H_N)	9,0 m	
Yapı Boyutları	17,70 m x 13,50 m	
Kiriş Boyutları	25 cm x 50 cm	
Kolon Boyutları	30 cm x 60 cm, 35 cm x 60 cm	
Döşeme Türü ve Boyutları	Kirişli Plak Döşeme Odalarda 12 cm, Balkon, Sahanlık 15 cm	
Beton Sınıfı /Çelik Sınıfı	C25/30, S420	
Bina Önem Katsayısı (I)	1	
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	%5	
Haraketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	0,3	
Deprem Yer Hareket Düzeyi (DD)	-	DD-2
Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0), Maksimum Yer İvmesi (P_{GA})	$A_0=0,10g$	TDTH'dan her mahalle için okunmuştur.
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	-	BKS=3
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	-	SDS'e bağılı olarak değışiyor.
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	-	7
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	8	8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	-	3
Bina Doğal Titreşim Periyodu (T)	$T_{1y}=0,372$ s	$T_{1y}=0,519$ s
Yerel Zemin Sınıfı	Z1, Z2, Z3 ve Z4	ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

A. EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ HESAP SONUÇLARI

Çalışma kapsamında zemin sınıflarını belirlemek amacıyla arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmadığı için spektral değerlerin belirlenmesinde en sert zeminden en yumuşak zemine kadar zemin koşulları dikkate alınarak, deprem yer hareketi düzeyi DD-2 için her iki örnek bina modelinin eşdeğer deprem yükleri hesaplanmıştır. Her iki örnek bina modeli için her iki deprem yönetmeliğine göre hesaplanan deprem yüklerinin birbiriyle karşılaştırılabilmesi için eşdeğer deprem kuvvetleri (V_i) bina ağırlığına (W) bölünmüştür.

A. 1. TBDY 2019 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyine Bağılı (V_i/W) Oranlarının Değışimi

TBDY 2019 Yönetmeliğine göre eşdeğer deprem yüğü hesabında örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi sınırlı ($R=4$) ve süneklik düzeyi yüksek ($R=7$) seçilirken, örnek çerçeve sistem betonarme bina modelinin taşıyıcı sistemi tüm zemin sınıflarında süneklik düzeyi sınırlı ($R=4$) seçilemediği için sadece süneklik düzeyi yüksek ($R=8$) seçilmiştir.

A.1.1. TBDY 2019 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyi Yüksek Bina Modellerinin (V_i/W) Oranları

Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen örnek perde-çerçeve sistem ve örnek çerçeve sistem betonarme bina modellerinin TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına (V_i/W) oranlarının en küçük, en büyük ve ortalama değerleri süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistem için Tablo 3-10'da verilmiştir.

Tablo 3. Kırklareli merkez ilçe ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonsarmer Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonsarmer Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	4,475	4,692	4,927	5,345	5,608	5,885
ZB	4,475	4,692	4,927	5,345	5,608	5,885
ZC	8,408	9,709	10,258	10,042	10,510	11,014
ZD	14,113	14,638	15,237	14,625	15,157	15,796
ZE	21,197	21,731	22,301	22,100	22,662	23,265

Tablo 4. Babaeski ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre için hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonsarmer Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonsarmer Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	4,927	5,480	5,876	5,885	6,545	7,018
ZB	4,927	5,480	5,876	5,885	6,545	7,018
ZC	10,258	11,412	12,319	11,014	12,253	13,227
ZD	15,197	16,640	17,881	15,756	17,268	18,533
ZE	22,519	23,454	24,391	23,216	24,889	25,476

Tablo 5. Lüleburgaz ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonsarmer Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonsarmer Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	5,786	6,179	7,693	6,910	7,270	8,260
ZB	5,786	6,179	7,693	6,910	7,270	8,260
ZC	12,068	12,706	14,431	12,957	13,639	15,494
ZD	17,834	18,651	20,930	18,511	19,312	21,666
ZE	24,439	25,126	26,938	25,513	26,228	28,122

Tablo 6. Demirköy ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonsarmer Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonsarmer Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	4,385	4,448	4,520	5,237	5,312	5,399
ZB	4,385	4,448	4,520	5,237	5,312	5,399
ZC	8,227	8,353	8,498	9,826	9,977	10,150
ZD	13,729	13,982	14,199	14,231	14,492	14,715
ZE	20,796	21,063	21,299	21,682	21,960	22,207

Tablo 7. Koççaz ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonsarmer Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonsarmer Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	4,249	4,249	4,249	5,075	5,075	5,075
ZB	4,249	4,249	4,249	5,075	5,075	5,075
ZC	7,956	7,956	7,956	9,502	9,502	9,502
ZD	13,468	13,468	13,468	13,953	13,953	13,953
ZE	20,498	20,498	20,498	21,360	21,360	21,360

Tablo 8. Pehlivan köy ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonarme Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonarme Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	5,605	5,605	5,605	6,694	6,694	6,694
ZB	5,605	5,605	5,605	6,694	6,694	6,694
ZC	11,716	11,716	11,716	12,579	12,579	12,579
ZD	16,846	16,846	16,846	17,476	17,476	17,476
ZE	23,647	23,647	23,647	24,670	24,670	24,670

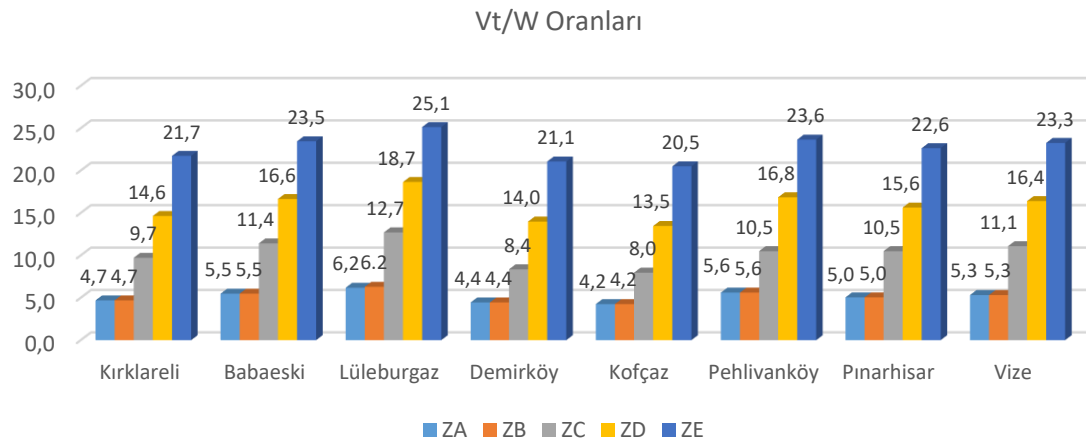
Tablo 9. Pınarhisar ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonarme Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonarme Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	4,972	5,043	5,108	5,939	6,023	6,100
ZB	4,972	5,043	5,108	5,939	6,023	6,100
ZC	10,308	10,495	10,660	11,067	11,268	11,445
ZD	15,389	15,631	15,835	15,950	16,200	16,409
ZE	22,434	22,644	22,821	23,404	23,623	23,810

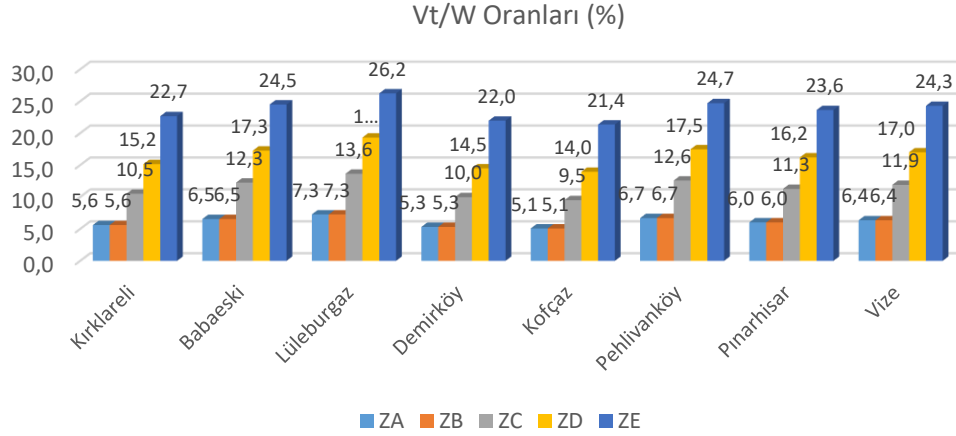
Tablo 10. Vize ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Betonarme Perde-Çerçeve Sistem Modeli			Betonarme Çerçeve Sistem Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	5,063	5,319	5,605	6,047	6,352	6,694
ZB	5,063	5,319	5,605	6,047	6,352	6,694
ZC	10,559	11,087	11,716	11,337	11,904	12,579
ZD	15,697	16,401	17,239	16,268	16,997	17,861
ZE	22,705	23,258	23,853	23,690	24,275	24,905

Tablo 3-10'da verilen Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem ve çerçeve sistem betonarme bina örnek modellerinin TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına oranlarının ilçelere göre değişiminin kolaylıkla yorumlanabilmesi için ortalama (V_t/W) değerleri Şekil 4 ve 5'te toplu olarak verilmiştir.



Şekil 4. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerleri



Şekil 5. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (Vt/W) değerleri

Tablo 3-10 ile Şekil 4, 5 incelendiğinde Kırklareli Merkez ve İlçelerinin TBDY 2019'a göre aynı zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükü değerlerinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün en küçük değerini aldığı Kofçaz İlçesi ile en büyük değerini aldığı Lüleburgaz İlçesi arasında ZA ve ZB yerel zemin sınıflarında %45, ZC yerel zemin sınıfında %60, ZD yerel zemin sınıfında %38 ve ZE yerel zemin sınıfında %23 fark vardır. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün en küçük değerini aldığı Kofçaz İlçesi ile en büyük değerini aldığı Lüleburgaz İlçesi arasında ZA ve ZB yerel zemin sınıflarında %43, ZC yerel zemin sınıfında %44, ZD yerel zemin sınıfında %38 ve ZE yerel zemin sınıfında %23 fark vardır. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na (TDTH) göre Kırklareli'nin güneyinde yer alması sebebiyle deprem kaynağına daha yakın olan Lüleburgaz ilçesinde deprem yükünün en büyük değeri alması, Kırklareli'nin kuzeyinde yer alması sebebiyle deprem kaynağına daha uzak olan Kofçaz ilçesinde deprem yükünün en küçük değeri alması beklenen bir durumdur.

A.1.2. TBDY 2019 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyi Sınırlı Bina Modellerinin (V_t/W) Oranları

Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına oranlarının en küçük, en büyük ve ortalama değerleri süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistem için Tablo 11-18'de verilmiştir. TBDY 2019'a göre tasarımda tüm zemin sınıfları için taşıyıcı sistem süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeve sistem (R=8) seçilebilirken, süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçeve sistem (R=4) seçilemediği için Tablo 11-18'de eşdeğer deprem yükü hesap sonuçları sadece süneklik düzeyi sınırlı betonarme perde-çerçeve sistem için verilmiştir.

Tablo 11. Kırklareli merkez ilçe ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	6,094	6,389	6,710
ZB	6,094	6,389	6,710
ZC	11,450	13,896	14,737
ZD	17,060	20,679	21,639
ZE	29,302	29,989	30,731

Tablo 12. Babaeski ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	6,710	7,463	8,002
ZB	6,710	7,463	8,002
ZC	14,737	16,395	17,699
ZD	21,550	21,629	25,410
ZE	30,649	32,183	33,415

Tablo 13. Lüleburgaz ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	7,879	8,484	11,053
ZB	7,879	8,484	11,053
ZC	17,338	18,255	20,733
ZD	25,504	26,609	29,926
ZE	33,569	34,506	37,002

Tablo 14. Demirköy ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	5,971	6,057	6,156
ZB	5,971	6,057	6,156
ZC	11,203	11,376	11,573
ZD	17,036	19,277	20,188
ZE	28,742	29,115	29,435

Tablo 15. Kofçaz ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	5,786	5,786	5,786
ZB	5,786	5,786	5,786
ZC	10,834	10,834	10,834
ZD	19,182	19,182	19,182
ZE	28,398	28,398	28,398

Tablo 16. Pehlivan köy ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	7,633	7,633	7,633
ZB	7,633	7,633	7,633
ZC	16,832	16,832	16,832
ZD	23,848	23,848	23,848
ZE	32,395	32,395	32,395

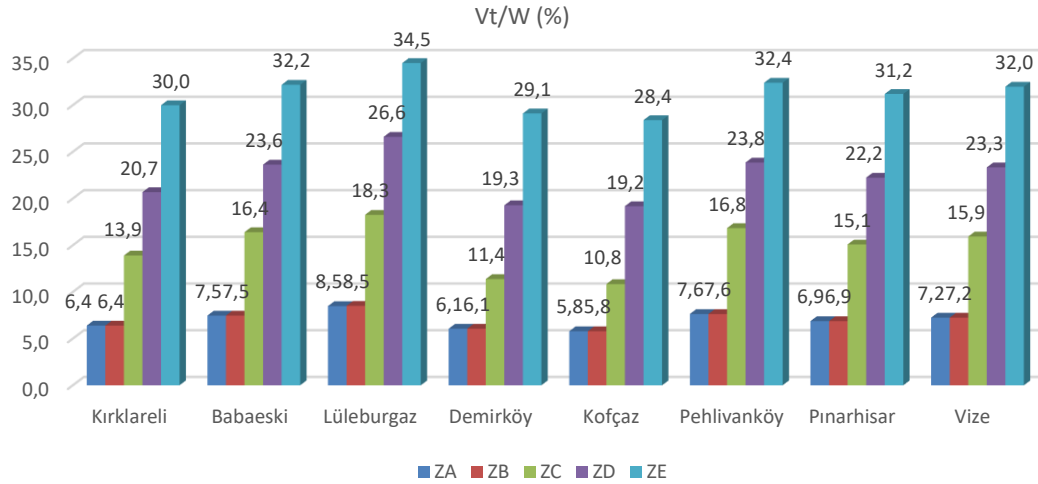
Tablo 17. Pınarhisar ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	6,771	6,868	6,956
ZB	6,771	6,868	6,956
ZC	14,809	15,077	15,315
ZD	21,874	22,233	22,531
ZE	30,917	31,199	31,439

Tablo 18. Vize ilçesi ve beldelerindeki mahallelerin TBDY 2019'a göre hesaplanan (V_t/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Betonarme Bina Modeli		
	En Küçük (%)	Ortalama (%)	En Büyük (%)
ZA	6,894	7,243	7,633
ZB	6,894	7,243	7,633
ZC	15,171	15,929	16,832
ZD	22,320	23,331	24,545
ZE	31,269	31,981	32,739

Tablo 11-18'de verilen Kırklareli Merkez İlçe ve İlçelerini için seçilen süneklik düzeyi sınırlı örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modellerinin TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına oranlarının ilçelere göre değişiminin kolaylıkla yorumlanabilmesi için ortalama (V_t/W) değerleri Şekil 6'da toplu olarak verilmiştir.

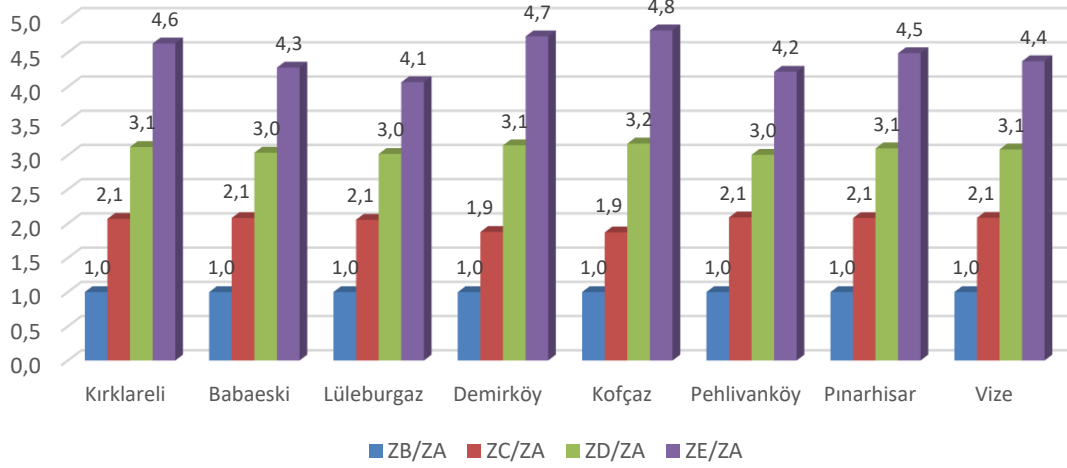


Şekil 6. Süneklik düzeyi sınırlı perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerleri

Tablo 11-18 ile Şekil 6 incelendiğinde süneklik düzeyi yüksek örnek bina modellerine benzer şekilde süneklik düzeyi sınırlı perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün en büyük değerini Lüleburgaz ilçesinde ve en küçük değeri Kofçaz ilçesinde aldığı görülmektedir. Eşdeğer deprem yükünün en küçük olduğu Kofçaz ilçesi ile en büyük olduğu Lüleburgaz ilçesi arasında ZA ve ZB yerel zemin sınıflarında %47, ZC yerel zemin sınıfında %68, ZD yerel zemin sınıfında %39 ve ZE yerel zemin sınıfında %22 fark vardır.

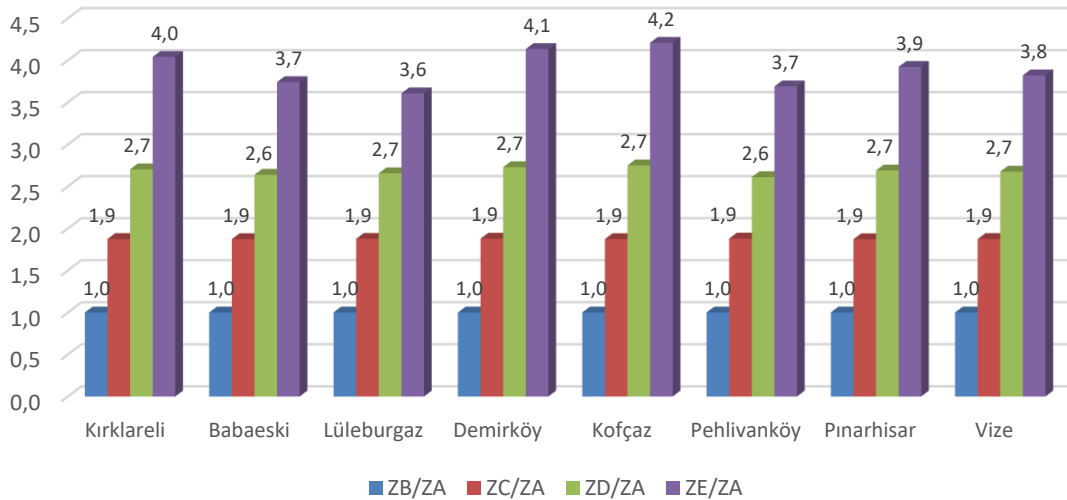
A.1.3. TBDY 2019 Yönetmeliğine Göre Bina Modellerinin (V_t/W) Oranlarının Farklı Zemin Sınıfları İçin Değişimi

Şekil 7 ve Şekil 8’de sırasıyla süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin ve çerçeve sistem betonarme bina modelinin farklı yerel zemin sınıflarına göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin ZA yerel zemin sınıfına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 7. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerlerinin ZA zemin sınıfına göre değişimi

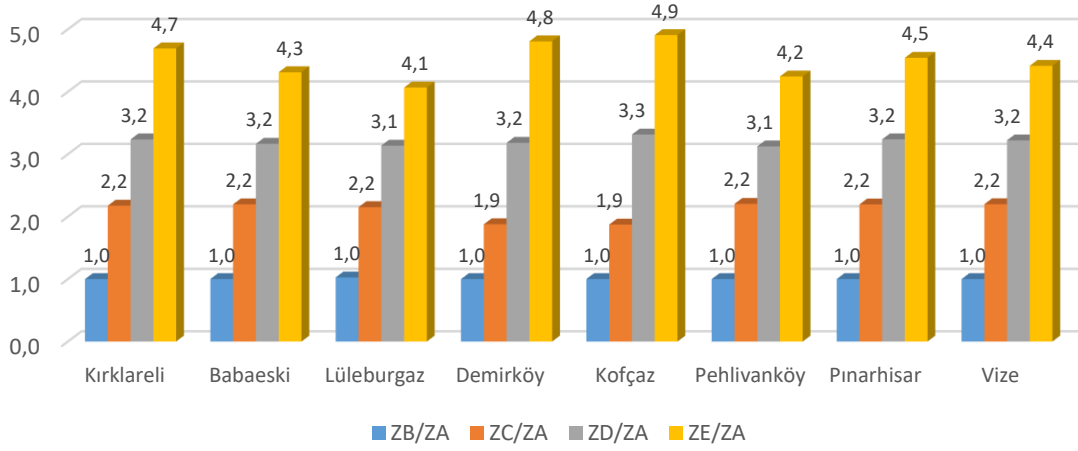
Şekil 7 incelendiğinde süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün ortalama değerinin ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfında, ZA yerel zemin sınıfına göre sırasıyla 1,0; 2,05; 3,08 ve 4,45 kat arttığı görülmektedir.



Şekil 8. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerlerinin ZA zemin sınıfına göre değişimi

Şekil 8 incelendiğinde süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün ortalama değerinin ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfında, ZA yerel zemin sınıfına göre sırasıyla 1,0; 1,90; 2,68 ve 4,40 kat arttığı görülmektedir.

Şekil 9’da süneklik düzeyi sınırlı perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin farklı yerel zemin sınıflarına göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin ZA yerel zemin sınıfına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 9. Süneklik düzeyi sınırlı perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerlerinin ZA zemin sınıfına göre değişimi

Şekil 9 incelendiğinde süneklik düzeyi sınırlı perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün ortalama değerinin, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfında, ZA yerel zemin sınıfına göre sırasıyla 1,0; 2,13; 3,19 ve 4,49 kat arttığı görülmektedir.

A. 2. DBYBHY 2007 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyine Bağlı (V_t/W) Oranlarının Değişimi

DBYBHY 2007 Yönetmeliğine göre eşdeğer deprem yükü hesabında, örnek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için süneklik düzeyi yüksek ($R=7$) ve süneklik düzeyi normal ($R=4$), örnek çerçeve sistem bina modeli için düzeyi yüksek ($R=8$) ve süneklik düzeyi normal ($R=4$) seçilmiştir.

A.2.1. DBYBHY 2007 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyi Yüksek Bina Modellerinin (V_t/W) Oranları

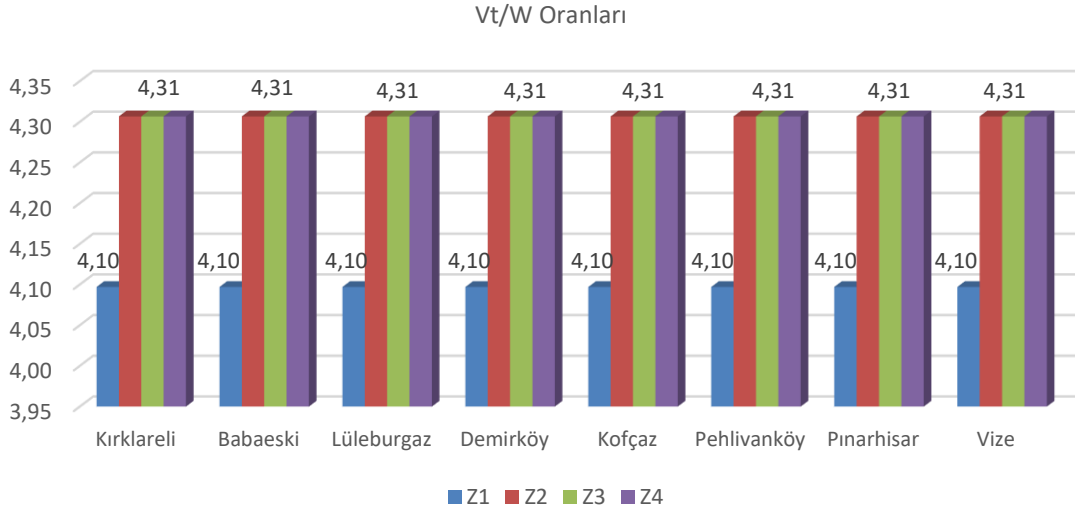
Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen perde-çerçeve sistem ve çerçeve sistem betonarme bina örnek modellerinin DBYBHY 2007’ye göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına (V_t/W) oranları süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistem için Tablo 19’da verilmiştir. DBYBHY 2007’de Kırklareli Merkezi İlçe ve İlçelerinin tamamı 4. deprem bölgesinde olduğu için, aynı zemin sınıfı için deprem hesabı yapılan tüm ilçelerin etkin yer ivme katsayısı, spektrum katsayıları, spektral ivme katsayıları ve eşdeğer deprem yükleri birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır.

Tablo 19. Kırklareli merkez ve ilçelerindeki mahallelerin DBYBHY 2007’ye göre hesaplanan (V_t/W) oranları

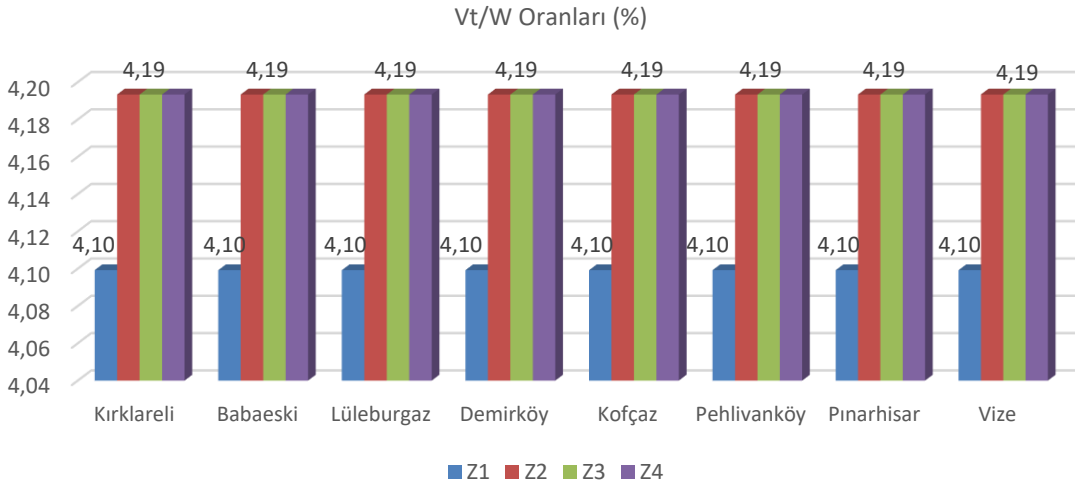
Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Modeli (%)	Çerçeve Sistem Modeli (%)
Z1	4,097	4,099
Z2	4,307	4,193
Z3	4,307	4,193
Z4	4,307	4,193

Tablo 19’da verilen Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem ve çerçeve sistem betonarme örnek bina modellerinin DBYBHY 2007’ye göre hesaplanan

eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına oranlarının ilçelere göre değişiminin kolaylıkla yorumlanabilmesi için ortalama (V_t/W) değerleri Şekil 10 ve 11’de toplu şekilde verilmiştir.



Şekil 10. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerleri



Şekil 11. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (V_t/W) değerleri

Tablo 19 ile Şekil 10, 11 incelendiğinde, TBDY 2019’a göre aynı yerel zemin sınıfı için hesaplanan deprem yükleri her ilçede hatta her mahallede birbirinden farklı değerler alırken, DBYBHY 2007’ye göre tamamı 4. deprem bölgesinde yer alan Kırklareli Merkezi ve İlçeleri için aynı zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer yükü değerleri tüm ilçelerde birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır.

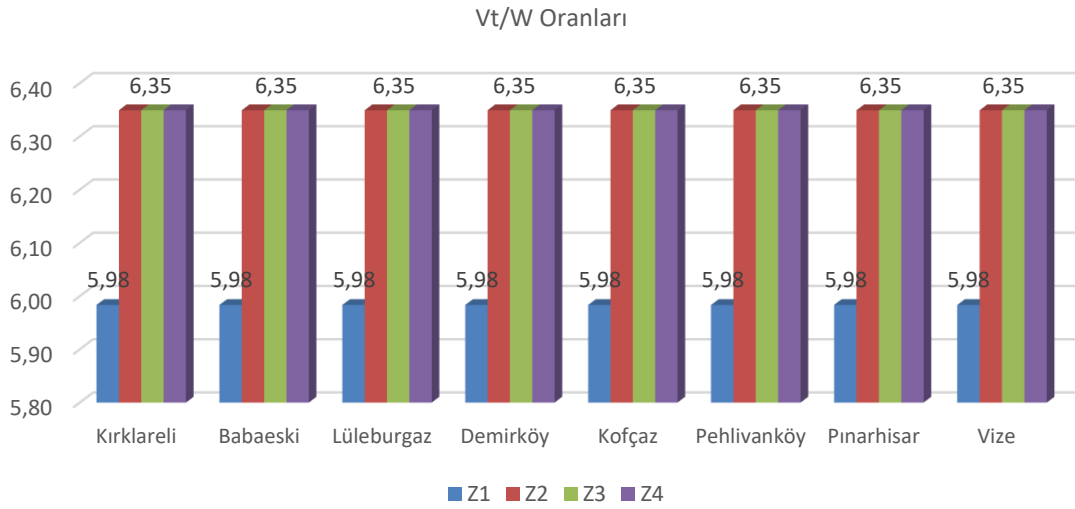
A.2.1. DBYBHY 2007 Yönetmeliğine Göre Süneklik Düzeyi Yüksek Bina Modellerinin (V_t/W) Oranları

Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için seçilen betonarme perde-çerçeve sistem ve betonarme çerçeve sistem örnek bina modellerinin DBYBHY 2007’ye göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına (V_t/W) oranları süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistem için Tablo 20’de verilmiştir.

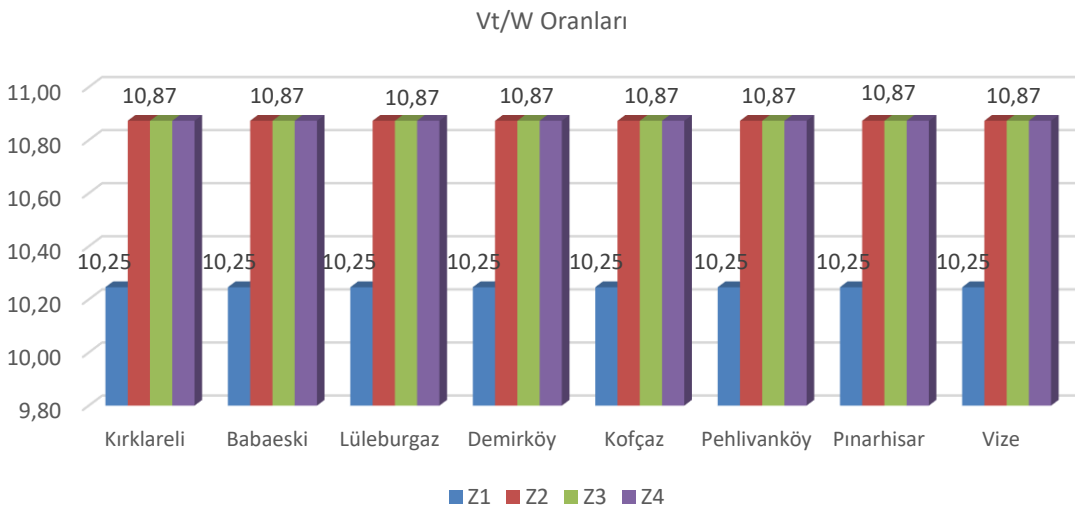
Tablo 20. Kırklareli merkez ve ilçelerindeki mahallelerin DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan (Vt/W) oranları

Zemin Sınıfı	Perde-Çerçeve Sistem Modeli (%)	Çerçeve Sistem Modeli (%)
Z1	5,984	10,246
Z2	6,349	10,873
Z3	6,349	10,873
Z4	6,349	10,873

Tablo 20'de verilen Kırklareli Merkez İlçe ve İlçelerini için seçilen süneklik düzeyi normal betonarme perde-çerçeve ve betonarme çerçeve sistem örnek modellerinin DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin bina ağırlığına oranlarının ilçelere göre değişiminin kolaylıkla yorumlanabilmesi için ortalama (Vt/W) değerleri Şekil 12 ve 13'de toplu şekilde verilmiştir.



Şekil 12. Süneklik düzeyi normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (Vt/W) değerleri

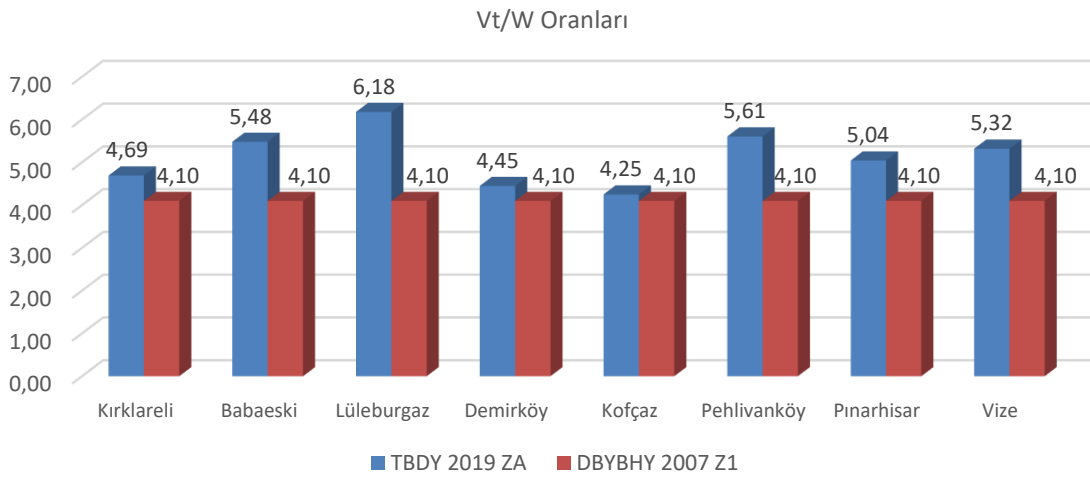


Şekil 13. Süneklik düzeyi normal çerçeve sistem betonarme bina modeli için hesap sonucu bulunan ortalama (Vt/W) değerleri

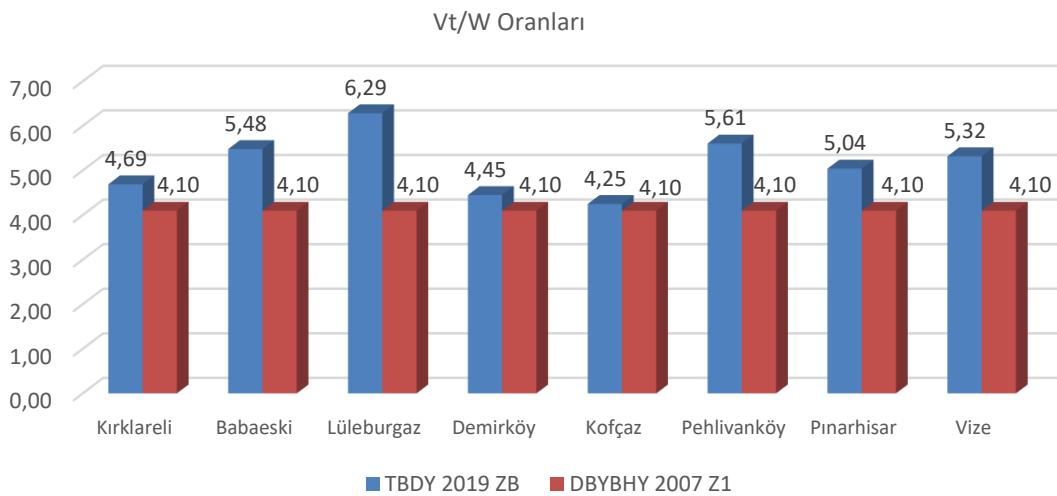
Tablo 20 ile Şekil 12, 13 incelendiğinde, DBYBHY 2007'ye göre tamamı 4. deprem bölgesinde yer alan Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin aynı zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer yükü değerleri tüm ilçelerde birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır.

A. 3. TBDY 2019 ve DBYBHY 2007 Yönetmeliklerine Göre (V_t/W) Oranlarının Karşılaştırılması

TBDY 2019 ile DBYBHY 2007'ye göre perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli ve çerçeve sistem betonarme bina modelinin Kırklareli Merkez İlçe ve İlçeleri için hesap edilen eşdeğer deprem yüklerinin karşılaştırması Şekil 14-28'de verilmiştir. TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin karşılaştırılmasında TBDY 2019'da tanımlanan ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE yerel zemin sınıflarının DBYBHY 2007'deki karşılığı sırasıyla Z1, Z1, Z2, Z3 ve Z4 olarak alınmıştır. TBDY 2019 ve DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin karşılaştırılmasında, TBDY 2019'a göre hesap edilen deprem yüklerinin ortalama değerleri kullanılmıştır.

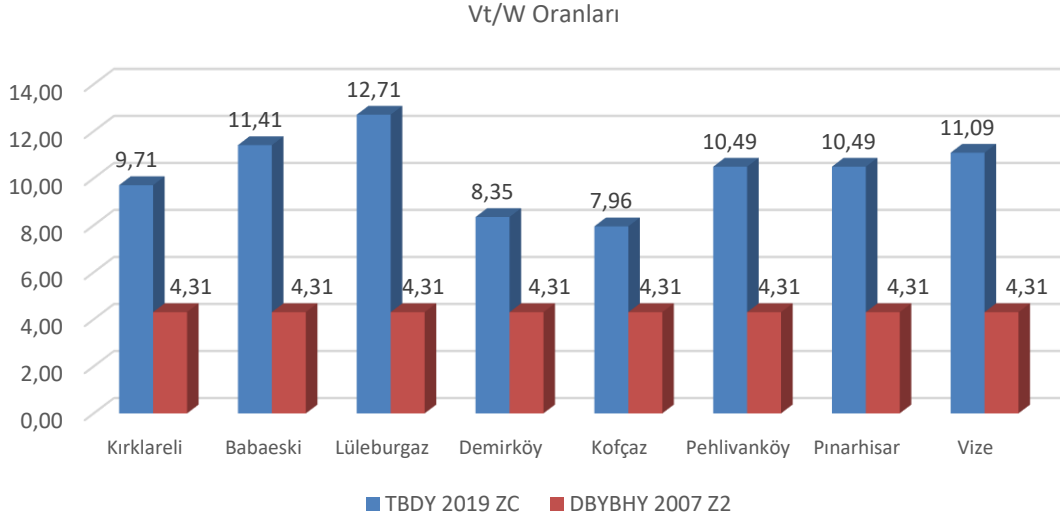


Şekil 14. Süneklilik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZA ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması



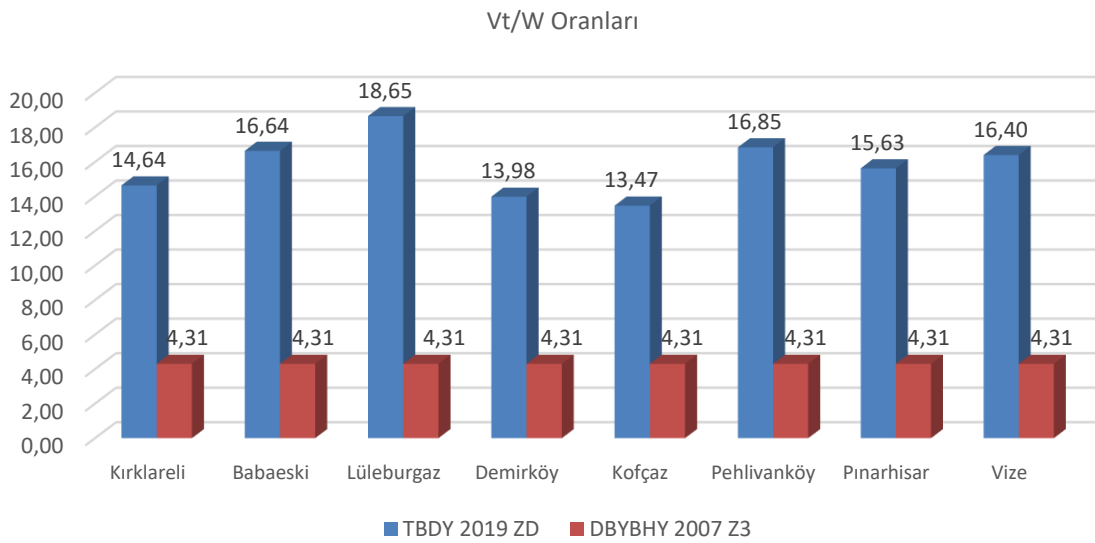
Şekil 15. Süneklilik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZB ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 14 ve 15 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TDBY 2019 ZA ve ZB yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TDBY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 1,05 kat, en çok 1,51 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 1,25 kat arttığı görülmektedir.



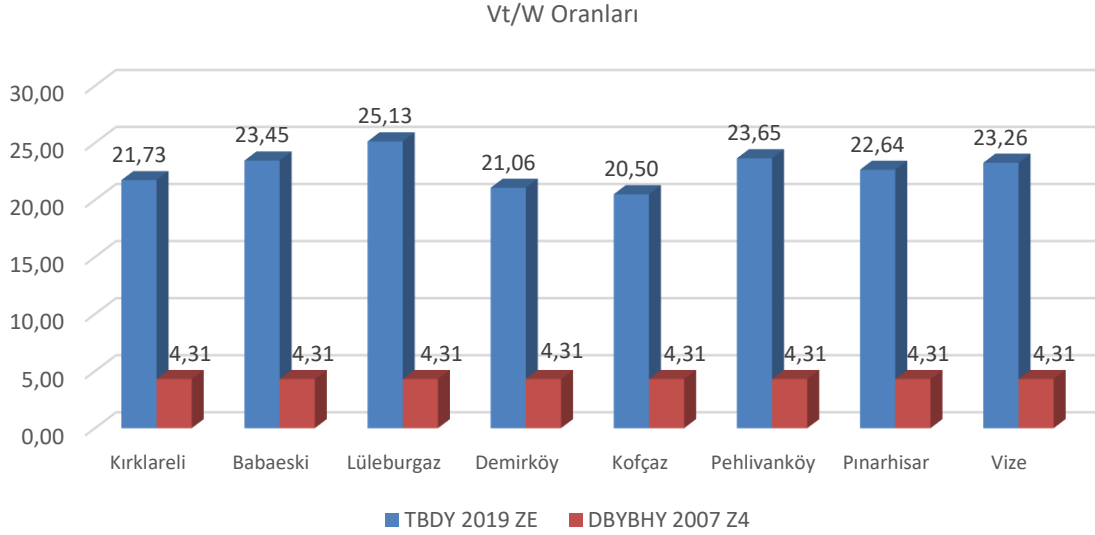
Şekil 16. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZC ve Z2 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 16 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TDBY 2019 ZC yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TDBY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 1,85 kat, en çok 2,95 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 2,39 kat arttığı görülmektedir.



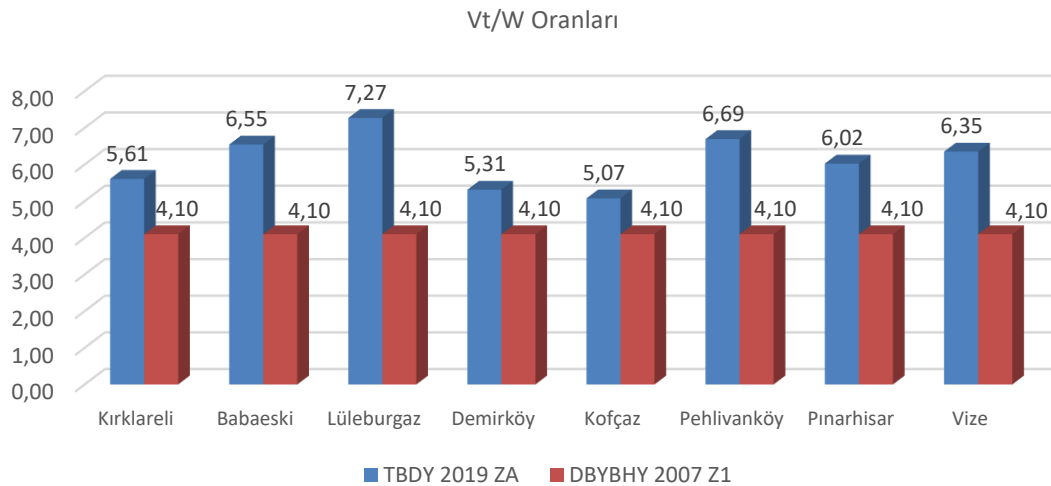
Şekil 17. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZD ve Z3 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 17 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZD yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 3,13 kat, en çok 4,33 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 3,66 kat arttığı görülmektedir.



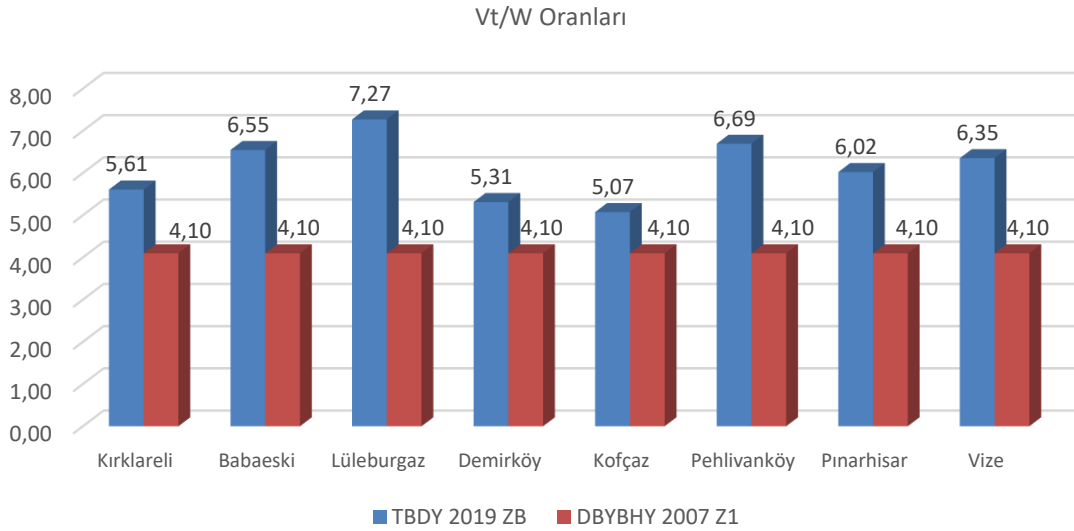
Şekil 18. Süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZE ve Z4 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 18 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZE yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 4,76 kat, en çok 5,83 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 5,27 kat arttığı görülmektedir.

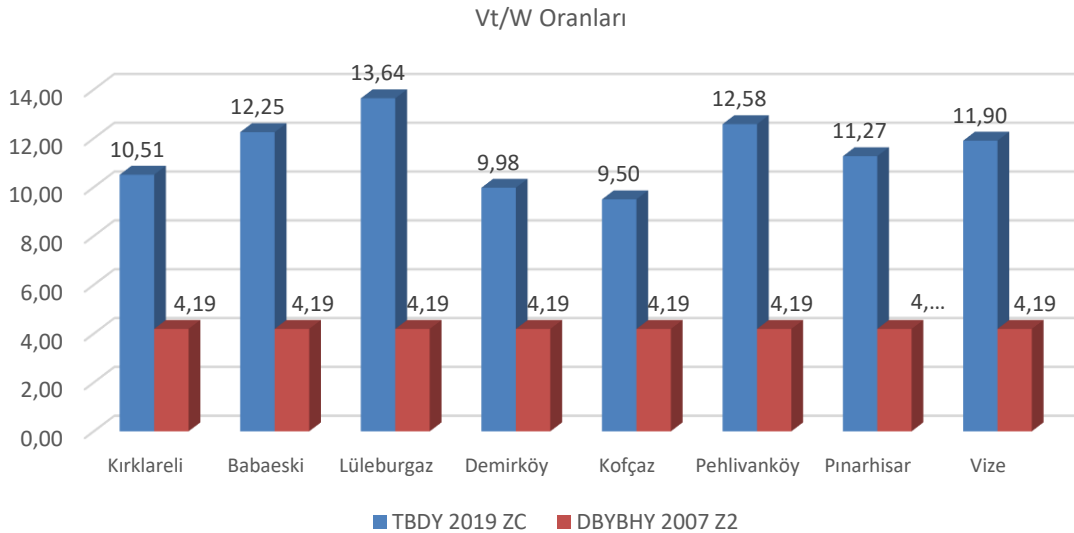


Şekil 19. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZA ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 19 ve 20 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZA ve ZB yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 1,24 kat, en çok 1,77 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 1,49 kat arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer yükünün DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan deprem yüküne göre artış miktarı zemin cinsine göre değişim göstermekte olup, zemin kötüleştikçe deprem yükündeki artış miktarı büyümektedir.



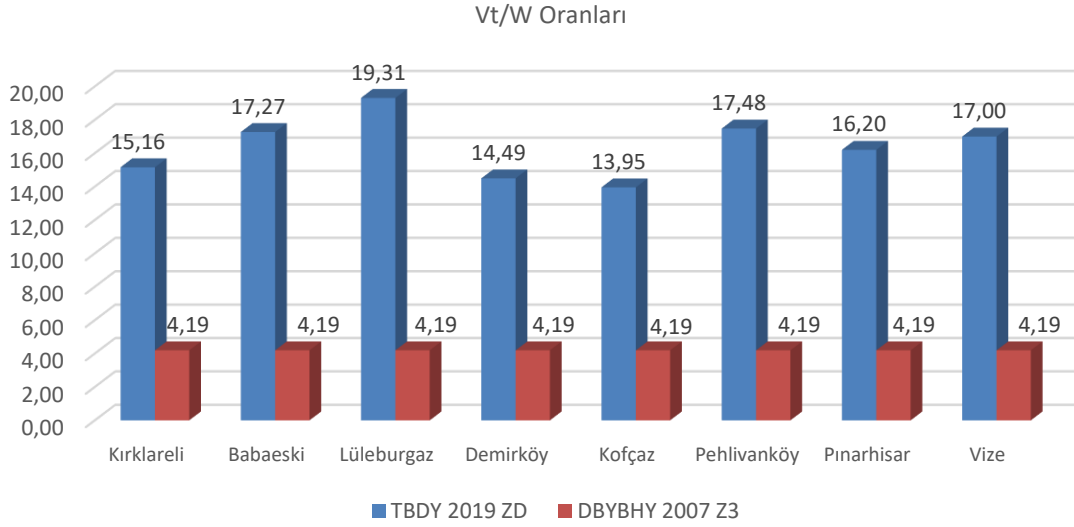
Şekil 20. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZB ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması



Şekil 21. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZC ve Z2 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

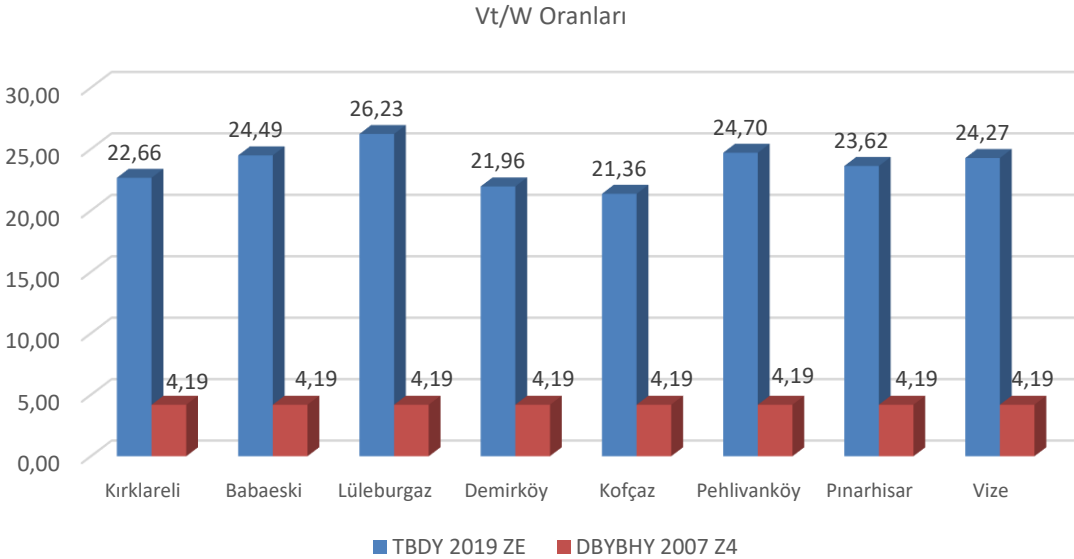
Şekil 21 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZC yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap

edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 2,27 kat, en çok 3,25 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 2,73 kat arttığı görülmektedir.



Şekil 22. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZD ve Z3 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

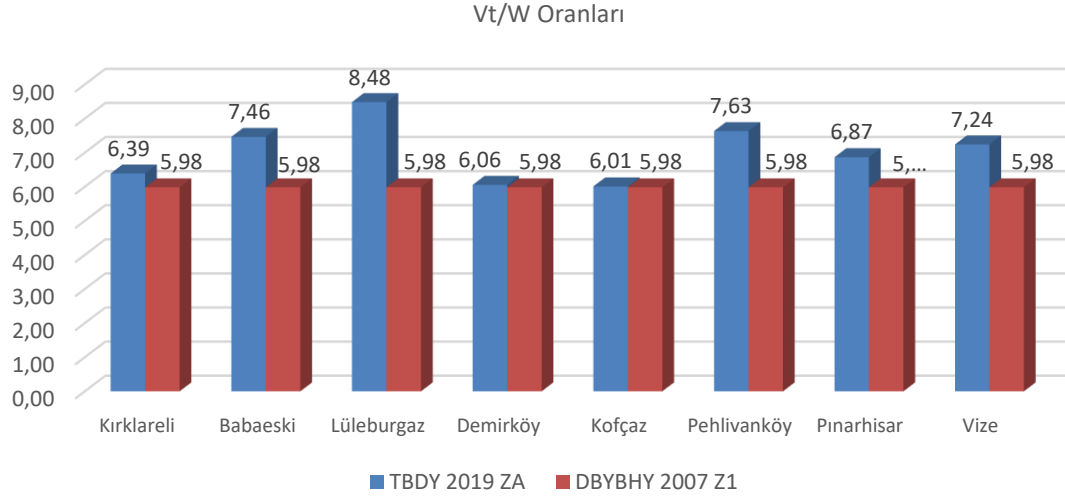
Şekil 22 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZD yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 3,33 kat, en çok 4,61 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 3,90 kat arttığı görülmektedir.



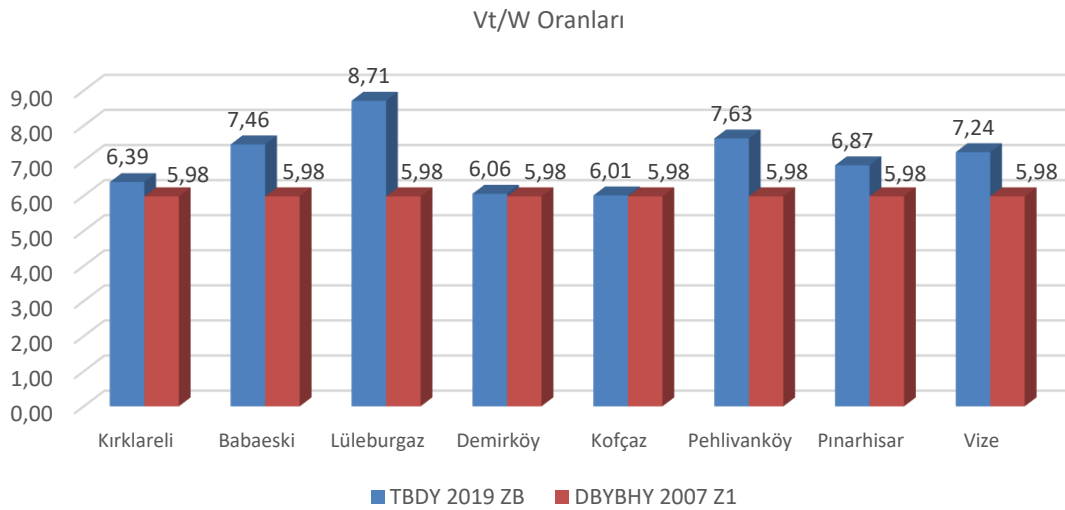
Şekil 23. Süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZE ve Z4 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 23 incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZE yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfı

için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 5,09 kat, en çok 6,25 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 5,64 kat arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer yükünün DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan deprem yüküne göre artış miktarı zemin cinsine göre değişim göstermekte olup, zemin kötüleştikçe deprem yükündeki artış miktarı büyümektedir.

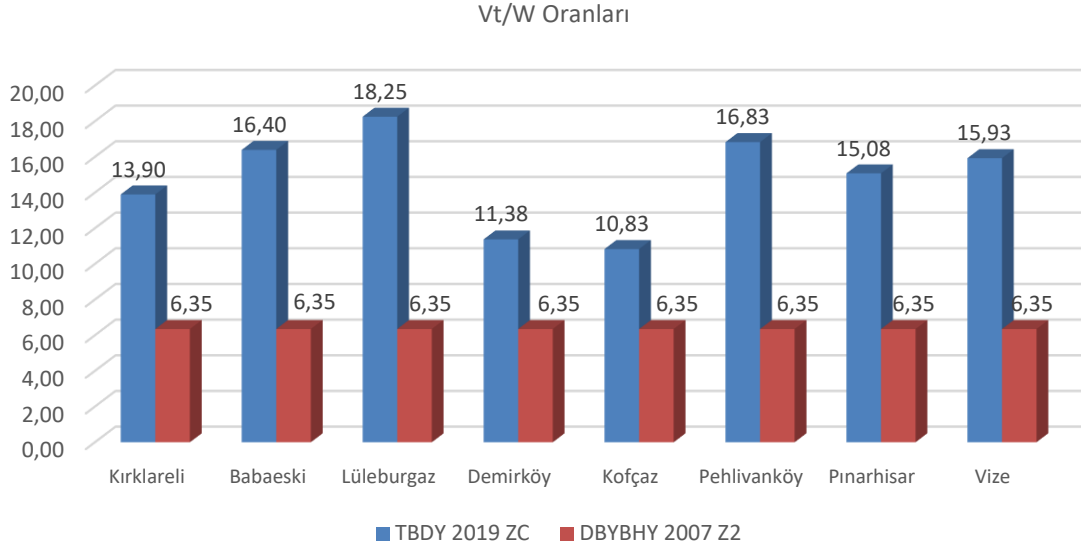


Şekil 24. Süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZA ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması



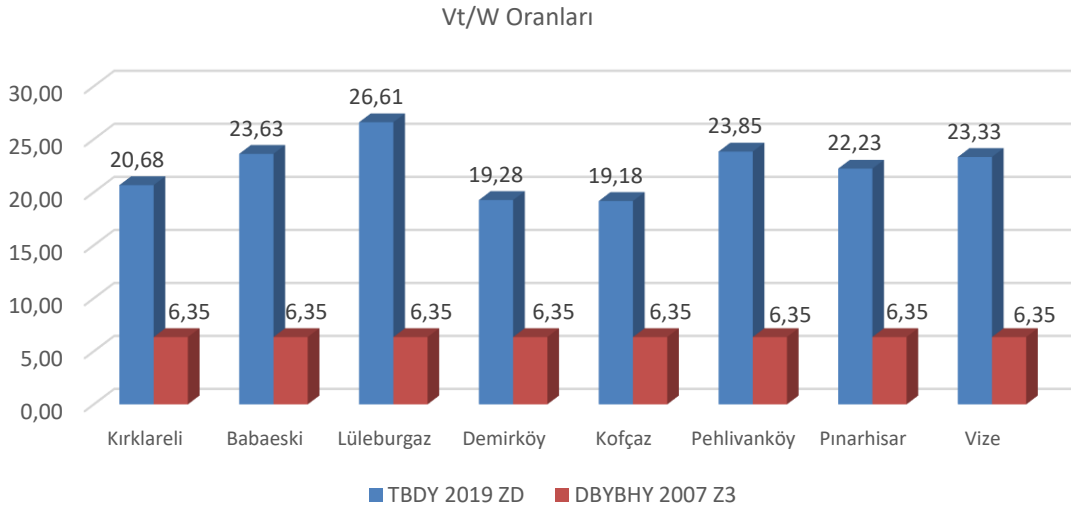
Şekil 25. Süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZB ve Z1 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 24 ve 25 incelendiğinde, süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZA ve ZB yerel zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z1 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 1,01 kat, en çok 1,42 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 1,17 kat arttığı görülmektedir.



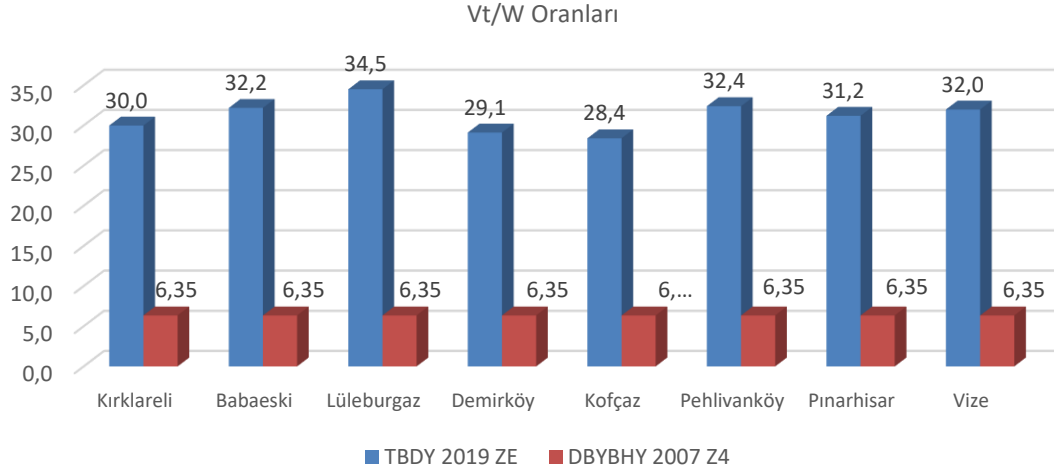
Şekil 26. Süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZC ve Z2 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 26 incelendiğinde, süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZC yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z2 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 1,71 kat, en çok 2,88 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 2,33 kat arttığı görülmektedir.



Şekil 27. Süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZD ve Z3 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 27 incelendiğinde, süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZD yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007 Z3 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 3,02 kat, en çok 4,19 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 3,52 kat arttığı görülmektedir.



Şekil 28. Süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modeli için eşdeğer deprem yüklerinin ZE ve Z4 yerel zemin sınıfı için karşılaştırılması

Şekil 28 incelendiğinde, süneklik düzeyi sınırlı/normal perde-çerçeve sistem betonarme bina modelinin TBDY 2019 ZE yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007 Z4 yerel zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yüküne göre Kırklareli Merkezi ve İlçelerinin tamamında arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün, DBYBHY 2007'ye göre hesap edilen eşdeğer deprem yüküne göre en az 4,47 kat, en çok 5,43 kat ve tüm ilçelerin ortalamasında 4,92 kat arttığı görülmektedir. TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer yükünün DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan deprem yüküne göre artış miktarı zemin cinsine göre değişim göstermekte olup, zemin kötüleştikçe deprem yükündeki artış miktarı büyümektedir.

IV. SONUÇ

Çalışma kapsamında incelenen Kırklareli Merkez İlçe ve beldelerindeki 25 mahalle, Kırklareli'nin 7 ilçesi ve beldelerindeki 83 mahalle olmak üzere toplam 108 mahallenin tamamında TBDY 2019'a göre hesaplanan tasarım spektral değerlerinde ve eşdeğer deprem yüklerinde, DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan değerlere kıyasla artış olduğu görülmektedir. Örnek betonarme bina modellerinin deprem hesap sonuçlarına göre spektral değerlerdeki ve eşdeğer deprem yükündeki artış miktarının zayıf zeminlerde daha fazla olduğu görülmektedir.

DBYBHY 2007'ye göre tamamı 4. deprem bölgesinde yer alan Kırklareli ve İlçeleri için aynı zemin türü için hesaplanan eşdeğer deprem yükü, çalışmada incelenen tüm mahallelerde birbirine eşit olup, tek bir değer olmaktadır. TBDY 2019 deprem tehlike haritası kavramı ile birlikte deprem kaynağına olan mesafenin deprem hesaplarına etki etmesi sonucunda aynı zemin türü için çalışmada incelenen farklı konumdaki mahalleler için eşdeğer deprem yükleri birbirinden farklı değerler almaktadır.

2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritasının (TDTH) oluşturulmasına temel teşkil eden deprem kaynakları ve aktif faylara yakın olan Kırklareli'nin güneyinde yer alan yerleşim bölgelerindeki mahallelerde TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün DBYBHY 2007'ye göre arttığı, söz konusu deprem kaynaklarına daha uzak olan Kırklareli'nin kuzeyinde yer alan yerleşim bölgelerindeki mahallelerde TBDY 2019'a göre hesaplanan eşdeğer deprem yükünün de DBYBHY 2007'ye göre arttığı, fakat artış miktarının daha az olduğu görülmektedir. TBDY 2019'a göre eşdeğer deprem yükünde deprem kaynaklarına daha yakın olan Lüleburgaz, Pehlivan köy, Babaeski ve Vize ilçelerinde TBDY 2007'ye göre daha fazla artış, deprem kaynaklarına daha uzak olan Kırklareli Merkez, Pınarhisar, Kofçaz ve Demirköy ilçelerinde daha az artış meydana gelmektedir.

TBDY 2019’de deprem yükü hesabında zemin etkisi kavramı, DBYBHY 2007’ye göre daha gerçekçi yansıtıldığı için iyi zeminden kötü zemine doğru gittikçe eşdeğer deprem yükündeki artış miktarı TBDY 2019’da DBYBHY 2007’den daha fazladır. TBDY 2019’da yerel zemin sınıfları arasındaki deprem yükü değişimi, DBYBHY 2007’ye kıyasla daha belirgindir.

Aktif fay hattına sahip olmamasına rağmen aktif faylara olan yakınlığından dolayı olası yıkıcı depremlerden dolayı olarak etkilenebilecek olan Kırklareli’nde çalışma sonucu DBYBHY 2007’ye göre TBDY 2019 eşdeğer deprem yükünde önemli derecede artışın meydana geldiği yerleşim bölgelerindeki yapı stoğunun performanslarının değerlendirilmesiyle ilgili gelecekte yapılacak daha detaylı çalışmalar depremde olası can ve mal kayıplarının azaltılması açısından faydalı olacaktır.

Yıllardan beri 4. deprem bölgesinde olması sebebiyle deprem riskinin çok az olduğu hatta hiç olmadığı düşünülen Kırklareli’nde, TBDY 2019’a göre hesaplanan deprem yüklerinin DBYBHY 2007’ye göre kötü zeminlerde yaklaşık 6 kat artış göstermesi, yapısal tasarım, kontrol ve imalatında görev alan teknik elemanların sorumluluklarının çok daha önem kazandığını göstermektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] E. Seyrek, “Yeni Türkiye sismik tehlike haritasının Ege Bölgesi için değerlendirilmesi,” *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 9, s. 1, ss. 414-423, 2020, doi: 10.28948/ngumuh.617268.
- [2] T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2020, 17 Temmuz). *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması* [Çevrimiçi]. Erişim: <https://tdth.afad.gov.tr/>.
- [3] M. Öztürk, “2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Türkiye deprem tehlike haritası ile ilgili İç Anadolu Bölgesi bazında bir değerlendirme,” *Selçuk-Teknik Dergisi*, c. 17, s. 2, ss. 31-42, 2018.
- [4] E. Keskin ve K. B. Bozdoğan, “2007 ve 2018 Deprem yönetmeliklerinin Kırklareli özelinde değerlendirilmesi,” *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, c. 4, s. 1, ss. 74-90, 2018.
- [5] A. Bozer, “Tasarım spektral ivme katsayılarının DBYBHY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerine göre karşılaştırılması,” *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (DÜMF) Dergisi*, c. 11, s. 1, ss. 393-404, 2020, doi: 10.24012/dumf.559965.
- [6] V. Başaran, “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY 2019) göre Afyonkarahisar için deprem yüklerinin değerlendirilmesi,” *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 18, s. 3, ss. 1028-1035, 2018, doi: 10.5578/fmbd.67739.
- [7] S. Özkat ve A. O. Kuruşçu, “Deprem bölgelerinde yapılacak yığma yapıların tasarımı hakkında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılması,” *4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi (UBAK)*, Yalova, Türkiye, 2019, ss. 117-129.
- [8] G. Tunç ve T. Tanfener, “2007 ve 2016 Türkiye bina deprem yönetmeliklerinin örneklerle mukayesesi,” *3. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım, Güvenlik ve Erişebilirlik*, Ankara, Türkiye, 2016, ss. 1-13.
- [9] A. Amani, S. Sağıroğlu ve A. Doğangün, “Örnek bir yığma bina üzerine 1998, 2007 ve 2019 Türk deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılması olarak irdelenmesi,” *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, c. 5, s. 1, ss. 13-26, 2020, doi: 10.17482/uumfd.449775.

- [10] H. Sucuoğlu, “2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde başlıca yenilikler,” *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, c. 1 s. 1, ss. 63-75, 2019.
- [11] H. Karaca, S. M. Oral ve M. Erbil, “Yapısal tasarım bağlamında 2007 ve 2019 deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılması, Niğde rneği,” *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c. 9, s. 2, ss. 989-903, 2020, doi: 10.28948/ngumuh.667365.
- [12] M. R. Aydın ve A. Günaydın, “elik yapılar açısından Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği taslağına bir bakış,” *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Eskişehir, Türkiye, 2017.
- [13] *Deprem bölgelerinde yapılacak hakkında yönetmelik*, Bayındırlık ve İşkan Bakanlığı, 2007.
- [14] *Türkiye bina deprem yönetmeliği*, T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2019.
- [15] TMMOB İnaaat Mühendisleri Odası, *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), Eğitim Sunumları Açıklamalar ve Uygulama rnekleri Kısım-I: Genel Konular*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: TMMOB İMO/18/03, 2018, ss.1-376.
- [16] TMMOB İnaaat Mühendisleri Odası, *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), Eğitim Elkitabı Açıklamalar ve Uygulama rnekleri Kısım-I: Genel Konular*, 1. baskı, Ankara, Türkiye: TMMOB İMO/18/02, 2018, ss.1-672.
- [17] *Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü TS 500, 2000.
- [18] *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Türk Standartları Enstitüsü TS 498, 1997.
- [19] Structural Analysis for Computer Aided Design Program (Sta4Cad), *Bilgisayar Programı*, Versiyon 14.1, İstanbul, Türkiye: Sta Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. şti., 2019.
- [20] Coğrayfa Harita. (2020, 11 Temmuz). *Kırklareli Haritası* [evrimii]. Erişim: http://cografyaharita.com/hari_talarim_/41_kirklareli_ili_haritasi.png.