



YIĞMA BİNALARIN DEPREM HESAPLARININ TÜRK DEPREM
YÖNETMELİKLERİ ÇERÇEVESİNDE İRDELENMESİ

Aminullah AMANİ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YIĞMA BİNALARIN DEPREM HESAPLARININ TÜRK DEPREM
YÖNETMELİKLERİ ÇERÇEVESİNDE İRDELENMESİ

Aminullah AMANI

Orcid: 0000-0003-2091-2552

Dr. Öğr. Üyesi Serkan SAĞIROĞLU

Orcid: 0000-0001-7248-3409

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

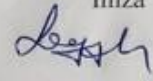
BURSA-2019

TEZ ONAYI

Aminullah AMANİ tarafından hazırlanan YIĞMA BİNALARIN DEPREM HESAPLARININ TÜRK DEPREM YÖNETMELİKLERİ ÇERÇEVESİNDE İRDELENMESİ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bi-limleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr.Öğr. Üye. Serkan SAĞIROĞLU
Orcid: 0000-0001-7248-3409

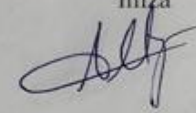
Başkan : Dr.Öğr. Üye. Serkan SAĞIROĞLU
Orcid: 0000-0001-7248-3409
Bursa Uludağ Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Üye : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN
Orcid: 0000-0002-1867-7103
Bursa Uludağ Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Üye : Dr.Öğr.Üye. Altuğ YAVAŞ
Orcid: 0000-0002-2619-8671
Balıkesir Üniversitesi
İnşaat Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza


Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Akşel EREN
Enstitü Müdürü

24/9/2019

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

17/09/2019

Aminullah AMANİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YIĞMA BİNALARIN DEPREM HESAPLARININ TÜRK DEPREM YÖNETMELİKLERİ ÇERÇEVESİNDE İRDELENMESİ

Aminullah AMANİ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serkan SAĞIROĞLU

Yığma yapıların; kullanılan malzemenin doğal olmasından ve basit bir şekilde örülmesinden dolayı, tarihteki ilk yapılar olduğu söylenebilir. Türkiye’de de yığma yapılar halen en fazla olan yapı sistemlerinden biridir. Yığma yapılar son yıllarda özellikle şehir merkezlerinde pek fazla inşa edilmediğinden, sanki ikinci plana atılmış gibi görünse de yeni sistemlerin ömrü henüz tam olarak bilinmemektedir. Oysa yığma yapı sistemi binlerce yıldır uygulanmış ve bu yapılar insanların sağlıklı bir şekilde yaşam ve diğer etkinliklerini yapabildikleri mekânlar olmuştur. Bu nedenle gelecekte tekrar ön plana çıkma ihtimalleri bulunmaktadır. Yığma yapılarda düşey taşıyıcı elemanlar duvarlar olduğundan özellikle deprem gibi yatay yükler altında davranışları, geleneksel betonarme çerçeve sistemlerden oldukça farklıdır. Bu yüzden yığma yapılar deprem yönetmeliklerinde ya ayrı bir bölüm olarak yer almakta ya da bu tür yapılar için özel yönetmelikler hazırlanmaktadır. Ülkemizde yığma yapıların depreme göre hesap ve tasarımı konusunda yönetmeliklerde zaman içinde bazı değişiklikler olmuştur. 1998 yönetmeliği ile 2007 yönetmeliği arasında çok önemli farklar olmasa da, 2019 yönetmeliği önemli farklar içermektedir. Bu çalışmada, ülkemizde uygulanmış olan 1998 ve 2007 yönetmelikleri ile 2019 yılından itibaren yürürlüğe giren deprem yönetmeliği hükümleri örnek iki yığma bina üzerinde karşılaştırılmalı olarak irdelenmektedir. 2019 da yürürlüğe giren yönetmelikte başta deprem bölgesi ve zemin sınıfı gibi yığma yapıların hesap ve tasarımını çok etkileyen değişiklikler olmuştur. Seçilen iki adet örnek bina üzerinde deprem hesapları yapılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Hesap yöntemlerindeki farklılıklar sonuçlara yansımıştır.

Anahtar kelimeler: Deprem Yönetmeliği, Taban Kesme Kuvveti, Yığma Bina, Tasarım Kuralları
2019, viii+123 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE PERFORMANCE OF MASONRY BUILDINGS ACCORDING TO EARTHQUAKE CODES

Aminullah AMANI

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst.Prof.Dr. Serkan SAĞIROĞLU

It can be said that Masonry structures are the first structures in history due to the fact that the material used is natural and can be built in a simple way. Masonry structures in Turkey is still one of the most widely used structure types. Since masonry structures have not been built much in the city centers in recent years, it seems as it has been thrown into the second plan, but the life of the new systems is not yet known. However, the masonry structure system has been used for thousands of years and these buildings have been the places where people can live their lives and do other activities in a healthy way. Therefore, they are likely to come to the fore again in the future. Since the vertical bearing elements in the masonry structures are walls, their behavior under horizontal loads such as earthquakes is quite different from that of conventional reinforced concrete frame systems. Therefore, masonry structures are either included as a separate section in earthquake regulations or special regulations are being prepared for such structures. There have been some changes in the regulations regarding the calculation and design of masonry structures according to the earthquake in our country. Although there are not very important differences between the 1998 regulation and the 2007 regulation, the 2019 regulation contains important differences. In this study, the 1998 and 2007 regulations applied in our country and the earthquake regulations which came into force since 2019 are examined comparatively on two sample masonry buildings. The regulation, which entered into force in 2019, had many changes affecting the calculation and design of masonry structures such as earthquake zone and soil class. Earthquake calculations were made on two selected buildings and the results were compared. Differences in calculation methods are reflected in the results.

Keywords: Earthquake Code, Base Shear Force, Masonary Building, Design Rules
2019, viii+123 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda yardımını, bilgisini, tecrübesini ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen, yoğun çalışma temposu arasında çok değerli vakitlerini bana ayırarak destek olan tez danışmanlığımı yürüten ve yapıcı eleştirileriyle motivasyonumu arttıran değerli hocam, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Serkan SAĞIROĞLU' na, ders ve tez dönemimde çalışmamı ve çabalarımı destekleyen, akademik kariyerimde bana yol gösteren hocam sayın Prof. Dr. Âdem DOĞANGÜN'e, çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak verdiği destek ve yardımlardan dolayı tezime katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi. Melis TAŐKIN'a, bu süreçte her an yanımda olan değerli dostlarım Merve ÇAĞLAR, Pınar ATAŐ, Hüseyin ÇOLAK ve Nasir Ahmad GHAZNAVİ'ye, tüm eğitim ve öğretimim boyunca bana sağladıkları maddi ve manevi tüm imkân ve destekleri için aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aminullah AMANİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Yığma Yapılar İle İlgili Genel Bilgiler.....	3
2.2. Kaynak Özetleri	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	20
3.1. 1998, 2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Yığma Yapılar ile İlgili Hususların Kıyaslanması	20
3.1.1. Yatay Hatıllar.....	38
3.1.2. Deprem Hesabına İlişkin Bazı Kurallar	47
3.2. Yığma Yapıların Deprem Yüğü Hesapları	48
3.3. Deprem Hesabı Yapılan Örnek Binalar Hakkında Bilgiler	54
3.4. Örnek Binalar İçin Yapılan Deprem Hesapları.....	57
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	58
4.1. Birinci Örnek Binanın Deprem Kuvveti Hesabı.....	58
4.1.1. Birinci Örnek Binanın 1998 Yönetmeliğine Göre Deprem Kuvveti Hesabı ..	58
4.1.2. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 1. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	59
4.1.3. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 2. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	60
4.1.4. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 3. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	61
4.1.5. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 4. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	62
4.1.6. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 1. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	63
4.1.7. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 2. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	66

4.1.8. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 3. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	68
4.1.9. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	69
4.1.10 Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZB zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	71
4.1.11. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZC zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	74
4.1.12. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZD zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	76
4.1.13. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZE zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	79
4.2. İkinci Örnek Binanın Deprem Kuvveti Hesabı.....	83
4.2.1. İkinci Örnek Binanın 1998 Yönetmeliğine Göre Deprem Kuvveti Hesabı...	83
4.2.2. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 1. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	85
4.2.3. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 2. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	86
4.2.4. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 3. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	86
4.2.5. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 4. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı.....	87
4.2.6. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 1. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	88
4.2.7. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 2. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	92
4.2.8. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 3. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı	94
4.2.9. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı...	95
4.2.10 İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZB zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	97
4.2.11. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZC zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	100
4.2.12. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZD zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	103
4.2.13. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZE zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı.....	106

4.3. Bulguların Karşılaştırılması.....	109
5. SONUÇ.....	118
KAYNAKLAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	122



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Kat Sayısı
$S(T_1)$	Elastik Tasarım Spektrumu
Z_1	Yerel Zemin Sınıfı
E_c	Beton Elastisite Modülü
ν_c	Poisson Oranı
I	Bina Önem Katsayısı
A_o	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
ΔF_N	Ek Eşdeğer Deprem Yüğü
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
G	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
G_i	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
Q_i	Kat Hareketli Yüğü
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliğı
m_i	Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
n	Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı
q_i	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yüğü
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
PGA	En büyük yer ivmesi (g)
PGV	En büyük yer hızı (cm/sn)
$S_{ae}D(T)$	Düşey Elastik Tasarım Spektrumu
H_N	Toplam Bina Yüksekliğı
$S_{ae}(T)$	Elastik spektral ivme[m/s ²] Yatay Elastik Tasarım Spektrumu
T_A, T_B	Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
DD-2	Standart tasarım deprem yer hareketi.
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_1	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
F_s	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{D1}	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
m_t	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam kütlesi [t]
W	Binanın, hareketli yüğü katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
V_t	E ş değeri Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti)
F_{fi}	Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkileyen fiktif yüğü
F_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yüğü

D_{fi}	Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
D_i	Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
H_i	Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i 'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
H_N	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
$S_{aR}(T)$	Azaltılmış tasarım spektral ivmesi
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı,
D	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
$A(T_1)$	Spektral ivme katsayısı

Kısaltmalar

Açıklama

BKS	Bina Kullanım Sınıfı
DTS	Deprem Tasarım Sınıfının
BYS	Bina Yükseklik Sınıfları

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Taş duvar yapım teknikleri	3
Şekil 2.2. Mısır'daki Büyük Piramit	4
Şekil 2.3. Puro şeklinde elle yapılmış çamur tuğlalar	5
Şekil 2.4. Roma döneminde kalıplanan tuğla çeşitleri	5
Şekil 2.5. 21.yy'da kullanılan kil tuğlalar	5
Şekil 2.6. Boşluklu bloklar.....	6
Şekil 2.7. Kerpiç blokların kalıplanma şekli.....	7
Şekil 2.8. Taş tuğla karışımı taşıyıcı kargir duvar.	8
Şekil 2.9. Afganistan da kerpiçten yapılan savunma maksatlı surlar.....	11
Şekil 3.1. Donatılı yığma duvarların basınç etkileri altında kesitte şekil değiştirme ve gerilme dağılımı	27
Şekil 3.2. Taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler.....	36
Şekil 3.3. Taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler.....	37
Şekil 3.4. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşluklar.....	37
Şekil 3.5. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşluklar.....	37
Şekil 3.6. Yığma yapıların çatı katlarında kullanılan hatıllar	39
Şekil 3.7. Kuşatılmış yığma binalarda yatay ve düşey hatıllar	42
Şekil 3.8. Kuşatılmış yığma binalarda yatay ve düşey hatıllar	42
Şekil 3.9. Maksimum düşey donatı aralığı.....	43
Şekil 3.10. Duvar kesitlerinin en uç kısımlarında kullanılan donatıların etrafından, çapı 4 mm'den az olmayan açık etriye şeklinde yatay donatılar geçirilmesi	43
Şekil 3.11. Duvar kesitlerinin en uç kısımlarında kullanılan donatıların etrafından, çapı 4 mm'den az olmayan açık etriye şeklinde yatay donatılar geçirilmesi	44
Şekil 3.12. Örnek yığma yapının plan görünüşü	54
Şekil 3.13. İncelenen yapıya ait bodrum kat plan görünüşü	55
Şekil 3.14. İncelenen yapıya ait zemin kat plan görünüşü	55
Şekil 3.15. İncelenen yapıya ait birinci kat plan görünüşü	56
Şekil 4.1. 1. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri.....	112
Şekil 4.2. 1. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	113
Şekil 4.3. 1. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri	113
Şekil 4.4. 1. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	114
Şekil 4.5. 2. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri.....	115
Şekil 4.6. 1. ve 2. Binanın bulunduğu konumlara ait yatay ivme spektrumları (a) Bingöl-Merkez (b) Konya-Akşehir	116

Şekil 4.7. 2. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	116
Şekil 4.8. 2. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri	117
Şekil 4.9. 2. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	117



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (TBDY-2019),.....	22
Çizelge 3.2. 1,0 Saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (TBDY-2019),.....	23
Çizelge 3.3. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY-2019)	23
Çizelge 3.4. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY-2019, Çizelge 3.2)	24
Çizelge 3.5. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY-2019)	24
Çizelge 3.6. Bina taşıyıcı sistemleri için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), dayanım fazlalığı katsayısı (D) ve izin verilen bina yükseklik sınıfları (BYS) (TBDY-2019)	24
Çizelge 3.7. Yığma yapılar için izin verilen en çok kat sayısı	25
Çizelge 3.8. Duvar malzemesinin serbest basınç dayanımına ve harç sınıfına bağlı duvar basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY-2007)	28
Çizelge 3.9. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmesi (DBYBHY-2007)	28
Çizelge 3.10. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları (DBYBHY-2007)	28
Çizelge 3.11. Duvarların kayma emniyet gerilmesi (DBYBHY-2007)	29
Çizelge 3.12. Duvarların başlangıç kesme dayanımları, F_{vko} (MPa) (TBDY-2019)	29
Çizelge 3.13. kargır birimlerin delik oranlarına göre gruplandırılması (TBDY-2019) ..	31
Çizelge 3.14. Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı F_k (MPa) (TBDY-2019)	33
Çizelge 3.15. Taşıyıcı duvarların minimum kalınlıkları (DBYBHY-2007)	34
Çizelge 3.16. Kesme kuvveti etkisindeki yığma duvarlarda uygulanacak geometrik şartlar (TBDY-2019)	35
Çizelge 3.17. Etkin yer ivme katsayısı A_0 (DBYBHY,2007)	49
Çizelge 3.18. Bina önem katsayısı (I)(DBYBHY 2007)	49
Çizelge 3.19. Yerel zemin sınıfları ve spektrum karakteristik periyotları(DBYBH2007)	50
Çizelge 3.20. Yerel zemin sınıfları	50
Çizelge 3.21. Hareketli yük katılım katsayısı (n)(DBYBHY 2007)	52
Çizelge 3.22: İncelenen yapıya ait genel özellikler	54
Çizelge 3.23: İncelenen yapıya ait genel özellikler	56
Çizelge 4.1. İncelenen yapıya ait genel özellikler ve deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler	58
Çizelge 4.2. Kat ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı	58
Çizelge 4.3. Kat seviyelerine etkiyen yatay kuvvetler	59
Çizelge 4.4. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	60
Çizelge 4.5. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	61
Çizelge 4.6. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	62
Çizelge 4.7. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	62
Çizelge 4.8. İncelenen yapıya ait genel özellikler	65
Çizelge 4.9 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	66

Çizelge 4.10. İncelenen yapının ikinci derece deprem bölgesine ait genel özellikler	67
Çizelge 4.11. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	68
Çizelge 4.12. İkinci derece deprem bölgesine ait genel özellikler.....	68
Çizelge 4.13. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	69
Çizelge 4.14. Dördüncü derece deprem bölgesine ait genel özellikler.....	70
Çizelge 4.15. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	71
Çizelge 4.16. Türkiye deprem tehlike haritaları interaktif web uygulaması sayfasından alınan veriler.....	71
Çizelge 4.17. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	73
Çizelge 4.18. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	74
Çizelge 4.19 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	76
Çizelge 4.20. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	77
Çizelge 4.21. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	79
Çizelge 4.22. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	80
Çizelge 4.23. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	82
Çizelge 4.24. İncelenen yapıya ait genel özellikler ve deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler.....	83
Çizelge 4.25. Kat ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı.....	84
Çizelge 4.26. Kat seviyelerine etkiyen yatay kuvvetler.....	84
Çizelge 4.27. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	85
Çizelge 4.28. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	86
Çizelge 4.29. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	87
Çizelge 4.30. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	88
Çizelge 4.31. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	90
Çizelge 4.32 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	92
Çizelge 4.33. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	92
Çizelge 4.34. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	93
Çizelge 4.35 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	94
Çizelge 4.36. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	95
Çizelge 4.37 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	96
Çizelge 4.38. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	97
Çizelge 4.39. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	98
Çizelge 4.40 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	100
Çizelge 4.41. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	101
Çizelge, 4.42. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	103

Çizelge 4.43 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	104
Çizelge 4.44. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	106
Çizelge 4.45. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler	106
Çizelge 4.46 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	108
Çizelge 4.47. 1. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri.....	109
Çizelge 4.48. 2. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetler.....	110
Çizelge 4.49. 1. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	110
Çizelge 4.50. 1. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri	110
Çizelge 4.51. 1. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	110
Çizelge 4.52. 2. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	111
Çizelge 4.53. 2. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri	111
Çizelge 4.54. 2. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri.....	111

1. GİRİŞ

Yığma yapılar geçmişten bu güne bilinen ve kullanılan en eski yapı türlerindedir. Yığma yapıların en önemli özelliği basitliğidir. Harç malzemesi kullanılarak tuğlalar veya taşlar tekniğine uygun olarak üst üste konarak yapı oluşturulabilir. Yığma yapılar herhangi bir iskelete sahip olmayan, yük taşıyıcı elemanları sadece duvarlar olan yapılardır. Yığma yapılar tekniğine uygun olarak inşa edilirse birçok avantajı vardır. Bunlar arasında estetik olması, sağlam ve dayanıklı olması, az bakım gerektirmesi, çok yönlülüğü, ses yalıtımı, yangına dayanıklı olması, yazın serin kışın sıcak olması sayılabilir. Yığma yapıların geçmişi çok eski olmakla birlikte günümüzde halen yapılmaya devam etmektedir.

Ülkemiz de dâhil olmak üzere dünyanın birçok yerinde yığma yapılar yaygın olarak kullanılmaktadır. Geçmişte tuğla, kerpiç, doğal taş, yapay taş ve benzer malzemelerden yapılan yığma binalar rüzgâr yükü, kar yükü ve deprem yükü hesaba katılmaksızın yapılmıştır. Dolayısıyla bunlardan en etken olan rüzgâr ve depreme karşı dayanıksız olabilmektedirler. Türkiye’de yığma yapılar, çoğunlukla kırsal bölümlerde ve o bölgelerin yerel malzemesi kullanılarak ve başka bir mühendislik hizmeti alınmaksızın yapılmışlardır.

Türkiye’deki yığma yapıların yapımında kullanılan malzeme çeşitliliğine ve çeşitli mimarı işçiliğine rastlamak mümkündür. Gelişmiş ülkelerde donatılı yığma binalar her ne kadar yaygın olsa da, bu tür yığma yapılar Türkiye’de nerede ise hiç yoktur. Bu durumun en ciddi sebeplerinden biri Türk toplumunun yığma yapıların herhangi bir analiz ve hesaba ihtiyaç duymadan yapılabileceğini zannetmesindedir (Kaptan, V. 2010).

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile beraber, yığma yapıların depreme dayanıklılıkları hakkında araştırmalar yapılmaktadır. Günümüz koşullarında yığma yapıların tamamını analiz etmek maliyet açısından mümkün değildir ancak tarihi yapıların deprem analizlerinin yapılması önemlidir. Bu sebeple günümüzde deprem analizi yapılan yığma binalar genelde tarihi yapılardır. İlgili uzman mühendisler tarafından gerekli araştırma ve analizler yapıldıktan sonra gerek görülen yapılar için onarım ve güçlendirme işlemleri yapılmaktadır. Günümüzde yığma yapılar şehir merkezlerinde yok denecek derecede az yapılmaktadır. Bunun başlıca nedenleri arasında yığma yapılarda kat sayısının sınırlı olmasından ötürü mali açıdan betonarme ve çelik yapılar kadar getiri sağlamaması sayılabilir.

Bu gün teknoloji her ne kadar gelişse de dünyanın birçok ülkesinde hala insanlar yığma yapılarda oturmakta ve yeni yığma yapılar inşa etmektedirler. Ülkemizin birçok ilinde yığma yapılar mevcuttur. Hatta bazı illerimizde betonarme yapıya oranla yığma yapı daha çoktur (Türer ve ark., 2005). Günümüzde yapılan yığma binalar genellikle insanların az yaşadığı, arsa fiyatının düşük olduğu yerlerde yapılmaktadır. Dağlık veya ormanlı bölgelerde ulaşım sıkıntısından dolayı beton, demir, çelik gibi yapı malzemelerinin taşınması maliyeti daha fazla yükselteceği için yığma yapılar insanlara daha cazip ve ekonomik gelmektedir.

Kırsal bölgelerde yığma yapıların tercih sebeplerinden bazıları yerel malzemenin tedarik uygunluğu, ekonomik olması, yapımının kolay olması ve hızlı bir şekilde hizmete açılması şeklinde sıralanabilir. Bu tür avantajlar olumlu özellikleri arasında yer almakta olup, günümüzde ekonomik sorunlardan dolayı ülkenin genellikle kırsal bölgelerinde yığma yapıların yapımı yaygındır. Ancak, bu binalar hakkında önemli olan şey, birçoğunun muhtemel depremlere karşı dayanıklı şekilde tasarlanmamış olmasıdır.

Bu tezde, Türkiye’de yürürlüğe 1998, 2007 ve 2019 yıllarında girmiş olan üç deprem yönetmeliğinde yer alan eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak birincisi konut, ikincisi okul olan iki farklı yığma yapının deprem hesapları yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulamaya konu olan birinci yapı Bingöl merkezde olup 2007 deprem yönetmeliğine göre birinci derece deprem bölgesindedir. Yapı zemin ve birinci kat olup toplam iki kattır, zemin kat ve birinci kat yükseklikleri aynı olup 2.70 m’dir. Uygulamaya konu olan ikinci yapının ise Konya merkezde olduğu varsayılmıştır. İkinci örnek yapı 2007 deprem yönetmeliğine göre dördüncü derece deprem bölgesindedir. Bodrum kat dâhil üç kattan oluşmaktadır kat yükseklikleri sırasıyla 5 m, 5 m ve 4,5 m’dir. Binaların toplam ağırlıkları malzeme birim ağırlıklarından ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak belirlenmiştir. Eşdeğer deprem yükü metoduna göre önce yapı tabanına etkileyen toplam kesme kuvvetleri hesaplanmış daha sonra kat seviyelerine etkileyen yükler bulunmuştur. Her iki yapı için 2007 yönetmeliğinde tanımlanan 4 farklı derecede deprem bölgesinde olmaları durumlarına göre deprem kuvvetleri hesaplanmıştır. Ayrıca her iki yapı için 2019 yönetmeliğinde tanımlanan 5 farklı zemin sınıfına sahip olmaları durumlarına göre de deprem kuvvetleri hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Yığma Yapılar İle İlgili Genel Bilgiler

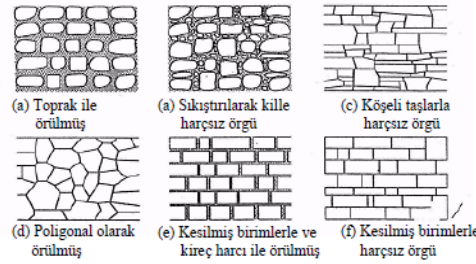
Günümüzde büyük ölçüde kırsal alanlarda, eski yerleşim yerlerinde tercih edilen yığma yapılar, duvarların taşıyıcı olduğu, ekonomik açıdan bakıldığında da daha avantajlı olan yapı çeşididir. Genel olarak geçmişten bu güne yığma yapıların kullanımında hangi tür malzemelerin kullanıldığına dair aşağıda kısa bilgilere yer verilmiştir.

Yığma Yapı Malzemelerinin Kısa Tarihi

Yığma yapıların ortaya çıkması, doğada bulunan malzemeleri kullanarak temel ihtiyaçların en önemlilerinden biri olan barınma ihtiyacını karşılamaya yöneliktir. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte taş ile başlayan süreç fabrikalarda kimyasallarla dayanımı arttırılan beton birikete kadar geniş yelpazeye yayılmıştır. Yığma yapıda duvarların taşıyıcı nitelikte olması ve her elamanın yükünü doğrudan diğer elemana aktarması durumundan dolayı özellikle duvarı oluşturan malzemelerin dayanımı önem arz etmektedir. Geçmişten günümüze kadar taş, tuğla ve briket gibi çeşitli yapı malzemeleri kullanılmıştır.

Taş

İnsanlığın ilk çağlarında günümüzde olduğu gibi betonarma binalar yoktu. İnsanlar ahşaptan ve yerleri kazarak barınabilecekleri yerler yaparlardı. İlk yapılan yığma yapılar, bulunması çok kolay olan doğal taşların birbirlerinin üstüne konulması ve aralarında samanla çamur karıştırılarak yapılan harcın kullanılması ile yapılmıştır. Şekil 2.1’de ilk çağlara ait olduğu düşünülen taş duvar yapım teknikleri gösterilmektedir (Yıldırım, 2007).



Şekil 2.1. Taş duvar yapım teknikleri (Yıldırım 2007)

İnsanoğlu tarih boyunca tüm ihtişamlı binaları doğal taşlardan yapmıştır. 20. Yüzyıla kadar dünya yapılarının içinde en yüksek yapılar olarak yerini almış olup her birinin ağırlıkları yaklaşık olarak 2,5 ton olan iki milyona yakın taştan istifade edilmiştir (Yıldırım 2007, Binan 1994).



şekil 2.2. Mısır'daki Büyük Piramit

Tuğla

Tuğla kelimesinin kökeni Latinceye uzanmaktadır. Latince de tuğla kelimesinin karşılığı “tegula” dır.

Tuğla, kil ve ince milin ocaklarda çıkarılarak harman edilip, daha sonra kalıplanıp fırınlanmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir. Tuğlalar "Seramik" olarak tanımlanan bir malzeme türüdür ve inorganik, yüksek ısıda işlem görmüş silikatlar ve metal oksitlerdir. Oksitlenmiş bir malzeme olduğundan kimyasal bakımdan denge noktasındadır ve yeni bir kimyasal tepkimeye girmez. Fiziki olarak sert, gevrek ve ısıya dayanıklıdır (Salek Zamankhanı J. 2010).

Tuğlanın ana malzemesi olan kil doğada üç türde bulunmaktadır.

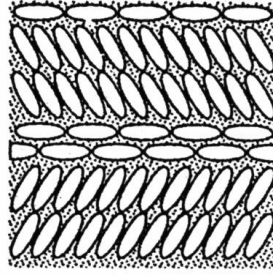
- Toprak seviyesinde bulunan kil
- Fazla basınca maruz kalarak katılaşmış kil ve killi topraklar
- Toprak seviyesinin çok altında bulunan ve sıcaklıktan dolayı katılaşmış kil

Yapılan araştırmalar, Roma döneminden çok önce bile tuğlanın önemli bir yığma yapı malzemesi olarak kullanıldığını göstermektedir. O dönemde kullanılan tuğlalar, kil ve kaolinin harmanlanıp fırınlanmasıyla oluşmuştur (Kuruşçu 2012).

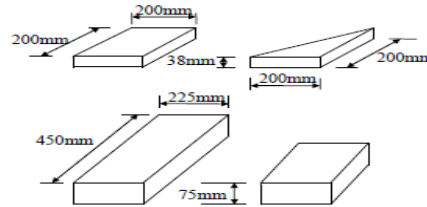
Tuğlanın geçmişi net bilinmese de ilk kullanımının, yapılan tarihi binalara dayanarak 10-12 bin yıldır var olduğunu söyleyebiliriz. Eski dönemlerde tuğlalar kil veya çamurdan yapılıp güneşte suyu çekilip sertleşene kadar bekletilip kullanılmış olup, İspanya, Babil, Mısır, Hindistan, Güney Amerika, Türkiye ve Afganistan gibi ölkelerde yararlanılmıştır.

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi puro şeklindeki tuğlalar çamur harçla örülmüştür. Geometrik olarak puro şekli, dairesel şekil, dikdörtgen ve kare şekli denenmiştir.

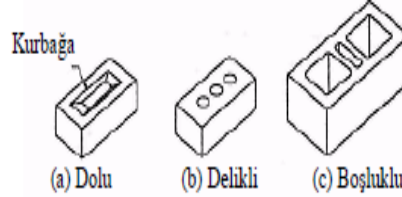
Yaklaşık M.Ö. 3000’li yıllarda tuğlalar çerçeve sistemli yapılmıştır ve yüzeyleri daha sivri olması için tuğlalara çeşitli aparatlarla şekil verilmiştir. Tuğla, Avrupa’da Romalılar zamanında yapılmaya başlanmıştır. İlk kez makineyle üretim için 1619’da patent alınmasına rağmen, ilk makineli üretim 1858’de Hoffman’ın girişimi ile başlamış; böylece ilk zamanlarda üretimi çok uzun süren üretim süresi bir haftaya kadar düşürülmüştür. Şekil 2.4’te Romalılara ait tuğlalar ve Şekil 2.5’te ise günümüz tuğlaları gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Puro şeklinde elle yapılmış çamur tuğlalar (Yıldırım 2007).



Şekil 2.4. Roma döneminde kalıplanan tuğla çeşitleri (Yıldırım 2007).

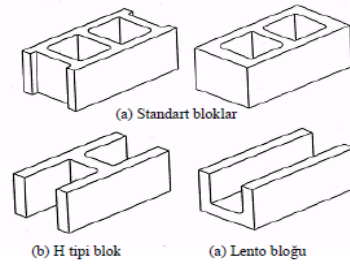


Şekil 2.5. 21.yy’da kullanılan kil tuğlalar (Yıldırım 2007)

Beton Blok (Briket)

İlk beton bloklar kalsiyum-silisten yapılırken daha kaliteli çimentonun yapılmaya başlanması ile beton blok yapımında çimento kullanılmaya başlanmıştır. İlk beton

blokların dolu olarak yapılması ağırlığının artmasına neden olmuş ve bu nedenle kullanımı yaygınlaşmamıştır. Boşluklu blokların yapılmasına 1866'da ağaçtan kalıpların yapılmasıyla başlanmıştır. Bu kalıplara kum, çimento ve su karıştırıldıktan sonra konmuş ve sıkıştırılma işlemi ise elle yapılmıştır. Kalıpların sökülmesinden sonra beton blok havada küre bırakılmıştır (Jafarov 2012). Üretim için ilk patentler İngiltere ve Amerika'da alınmıştır. Basit makineler kullanılmasına rağmen 1914 yılına dek sıkıştırma işleminin elle yapılmasına devam edilmiştir. Kalıp olarak sökülebilen makinelerin 1924'de başarı ile yapılması ile üretim hızı artmış; böylece kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Esas gelişmesi 1939'da titreşim altında betonu karıştırıp yerleştiren makinelerin yapılması ile olmuştur. Günümüzde tamamen otomatik makineler kullanılarak üretim yapılmaktadır. Günümüzde kullanılan başlıca beton blok (briket) türleri Şekil 2.6'da gösterilmiştir (Yıldırım 2007, Kuruşçu 2012).



Şekil 2.6. Boşluklu bloklar (Yıldırım 2007).

Harç

İlk çağlarda harçlar duvarlardaki veya herhangi bir yapının çatlaklarını doldurmak ve yığma yapı birimine düzgün bir yüzey veya güzel bir estetik sağlamak için kullanılmıştır. Çoğu harçlar kilden, bitümden ya da kil saman karışımından ve bunların su ile karıştırılmasından yapılmıştır. Bölgesel şartlar kullanım ve yapım şeklinde çok önemli bir etken olmuştur. Modern harç öncesinde harçlar alçıtaşı, kireç ve doğal puzolanın kullanılması ile yapılmıştır. Mısırlılar 5000 yıl önce kireçtaşını kullanmışlardır. Yunanlılar ve Romalılar kireç ve suya, kum, taş ya da tuğla parçaları ekleyerek ilk betonu üretmişlerdir. 19. yy. ilk çeyreğinde İngiltere'de Joseph Aspdin tarafından portland çimentosunun bulunması ile bugün, kum, kireç, çimento ve su karışımı ile daha güçlü harç yapılması mümkün olmuştur (Yıldırım 2007).

Kerpiç

Arkeolojik araştırmalara göre İnan'da kerpiç kullanımı M.Ö. 3000 yıllarına dayanmaktadır ve her zaman önemli bir yapı malzemesi olmuştur (Salek Zamankhani, J. 2010).

Günümüzde köy binalarının yapımında kerpiç hala yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bölgede kolaylıkla elde edilmesi ve iklimsel açıdan bu malzemenin bölgeye uygun olması nedenleri ile hemen hemen tüm köylerde kerpiç kullanımı yaygındır. Kerpiç yapı malzemesinin en önemli özelliği üstün bir teknoloji gerekmeden en basit olanaklarla ve birçok bölgede kolaylıkla elde edilebilir olmasıdır. Ayrıca ısı yalıtımı sağlayan bir malzeme olduğu için kerpiç ile yapılan binalar sıcak ve soğuk havanın etkilerinden oldukça iyi korunmaktadır. Bunun yanında kerpiç çevre şartlarından çok etkilenen ve sürekli bakım gerektiren bir malzemedir. Dış etkilerden korumak için kerpiç binaların cephe ve çatı yüzeyleri balçık sıvayla korunur. Mevcut istatistiklere göre kerpiç binalar genelde doğru bir şekilde yapılmadığı için İnan'ın geçmiş depremlerinde büyük hasar görmüştür. Şekil 2.7'de kerpiç blokların kalıplanarak kurutulması gösterilmektedir (Kuruşcu 2005).



Şekil 2.7. Kerpiç blokların kalıplanma Şekli

Yığma yapılarla ilgili Bazı Tarifler

Yığma yapıyı irdelerken karşımıza çıkacak bazı terimlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Yığma Yapı Elemanları

Yığma yapıların tasarımında çözülmesi gereken önemli iki sorun vardır: Birincisi, yığma yapıda yüksekliklerin nasıl elde edileceğidir; ikincisi ise, açıklıkların nasıl geçileceğidir. Yığma yapıda ilk olarak kolonlar, kuleler ve duvarlar daha sonraları lentolar, kirişler ve kemerler kullanılmıştır. Tonozlar ve kubbeler aynı zamanda düşey ve yatay açıklıkları geçmek için kullanılan yapı formlarıdır. Bu formların çoğunu tarihi yapılarda görmek mümkündür (Yıldırım 2007).

Kargir Duvar

Kargir duvar, kerpiç, yeryüzünde bulunan taşların, kireç kumtaşı, çimento vb. bir mineral kullanılarak meydana gelen adına şerbet denen bağlayıcı madde ile örülmesiyle oluşan yapı elemanıdır. Aynı zamanda harç kullanılmadan yönetmelikte açıklandığı gibi yapılan kuru duvarlar da kargir sayılır (Yıldırım 2007).

Yığma Kargir Yapı

Yük alan duvarları kargir duvar olan ve mukavemeti yüksek olup bir bütün olarak davranış sergileyen yapı çeşididir (Yıldırım 2007).

Taşıyıcı Duvar

Taşıyıcı duvar, binaya gelen yatay ve düşey yükleri karşılar aynı zamanda bu yükleri temel zeminine kadar aktarılmasını sağlayıp basınç gerilmelerini karşılayan duvarlardır. Şekil 2.8’de taşıyıcı duvarlar gösterilmektedir (Yıldırım 2007).



Şekil 2.8. Taş tuğla karışımı taşıyıcı kargir duvar.

Taşıyıcı Olmayan Duvar

Bu tür duvarlar sadece koruma amaçlı olup kendi ağırlığından başka yük taşımayan duvarlardır (Yıldırım 2007).

Narinlik

Duvarın ardarda iki döşeme plağından oluşan kiriş veya hatıllar arasındaki kısmının asıl yüksekliğinin, duvar anma kalınlığına oranıdır (Yıldırım 2007).

Yığma yapıda taşıyıcı katmanlar

Taşıyıcı olarak nitelendirilen yapı elemanları, doğal taş duvarlar, pişmiş toprak (kil) tuğla duvarlar, beton blok (beton briket, gazbeton blok, dekoratif yüzlü beton blok) duvarlar, kireç kumtaşı (kalsiyum silikat) tuğla duvarlar ve kerpiç duvarlardır (Timmur 2011).

Doğal Taş Duvarlar

Doğal taşlar çok kullanışlı oldukları için geçmişten günümüze aktif olarak kullanılmış ve halen kullanmaya devam edilmektedir. Doğal taşların en çok kullanılma sebeplerinden biri ise ulaşılabilme kolaylığıdır bunun yanı sıra işlenebilirliği, sertlik, sürdürülebilirliği ve estetik görünmesi ile beraber birçok faydaya sahiptir.

Doğal taşlar her ne kadar basınç kuvveti altında yüksek dayanıma sahip olsa da çekme mukavemeti bir o kadar düşüktür. Bu sebepten dolayı çekmenin etki ettiği kısımlarda bu mukavemeti karşılayabilecek malzemelerin kullanılması elzemdir.

Doğal taşın içeriğindeki silis miktarı fazlaştıkça sertlik artmakta ve süreç özelliği giderek zorlaşmaktadır. Doğal taşın sertliğin artmasıyla dayanıklılık da aynı doğrultuda artmaktadır ve böylece çevresel etkilere karşı daha aşınması beklenenden daha az olur.

Bu nedenden dolayı başka malzemelerle kıyaslandığında dayanım açısından daha önde bir malzeme olduğu söylenebilir (Aslan 2006).

Duvar örgüsünde kullanılan doğal taş türleri

Taş duvarların örgüsünde kullanılan taşlar kullanım kolaylığı ve işlevselliği bakımından kalker, trakit, andezit, kumtaşı, volkanik tüfler, bazalt gibi belli bir biçime ve düzene sahip taşlar olmalıdır (Uğuz 2006).

Örülme kuralları aşağıdaki gibidir:

- Duvar örülmeden önce taşlar toz topraktan temizlenmeli.
- Duvar kalınlığı en az 45-50 cm arasında olmalı.
- Taşın uzunluğu yüksekliğinden az olmamalıdır
- Taşlar asla birbirine temas etmemeli aynı zamanda kullanılan yapıştırma harcı uygulandığı derz aralığı 4 cm'yi geçmemelidir.
- Hem cephede hem de kesitte boyuna derzler şaşırtmalı olarak yapılmalıdır. En çok iki derz üst üste konulabilir.
- Kesit veya plan da yan yana en fazla iki taş konulabilir.
- Köşelerde yani başlangıç ve bitişlerde bağ taşı denen büyük taşlar kullanılmalıdır.

Doğal Taş Duvarlarda Bağlantı yöntemleri:

Bu tür duvarlarda her bir taşın birbirine geçirilmesiyle taşların bağlantıları kenetlenerek sağlanmalıdır. Duvar örülürken çimento harcı veya kireç harcı kullanarak taşlar birbirine iyice bağlanmalıdır. Kireç harcı ve çimento harcı karıştırılarak elde edilen karma harcın mukavemeti fazla olup su gibi çevresel etkilere karşı daha dayanıklıdır. Taşları birbirine bağlamak için metal bağlayıcılar uygulanabilir. Yapboz parçaları gibi birbirine uyumlu taşlar geçme şeklinde bağ ile oluşturulur ve çoğunlukla kesme taş olarak nitelendirilen duvarlarda uygulanır (Chamaky, 2014).

Taş Duvarlarda Hatıl:

Hatıllar taşların her iki yönden gelen yüklere karşı rijitliğini koruyup bütün olarak davranış göstermesinde oldukça etkilidir. Hatıllar duvar ile bir bütünleşip, farklı malzemelerden yapılabilir. Yüksekliği 150 cm' den fazla olması uygun görülmez (Yıldırım, 2007).

Kerpiç

Günümüzde kullandığımız kerpicingin geçmişini araştırdığımızda tarihin bilinen ilk zamanlarına kadar gider. Kullandığımız kerpiç killi topraktan yapılmış olup, doğal yöntemlerle içindeki su muhteviyatının azalmasıyla dayanımı artıp taşıyıcı duvar olarak kullanılır. Şekil 2.9’de geçmişi yüzyıllara dayanan kerpiçten yapılan savunma maksatlı surlardır.

Harç, taneli malzemeler ve bu taneli malzemelerin bağlanması sağlamak amacıyla çimento ve kireçten oluşmuş olup kerpiçte ise farklı olarak bu bağlayıcılık kil ile oluşturtulmaktadır.

Kerpiçlerin mukavemetini artırmak için geçmişten günümüze bazı doğal veya yerel ek malzemeler kullanılmıştır, bunlardan bazıları ot, çam iğneleri, saman, ağaç dalları, kaya kırıntıları, kum, taş, çakıl vb. İlk çağlarda kerpiçteki nemin dışarı püskürtülmesi için bitkisel katkılar kullanılmıştır. Günümüzde bitkisel katkılar çürüyerek yapıya zarar verildiği görüldüğünden mukavemeti yükseltmek için mineral ve taş malzemeleri killi toprak ile karıştırmak daha uygun görülmüştür. Kerpiç üniteler, %30-%40 oranında kil ve %60-%70 oranında toprağın su ile birlikte karıştırılması ile genellikle 300/400/120 mm boyutlarında üretilmektedir.

İnsanlık tarihi ile hemen hemen aynı yaşta olan yapı gereci kerpicingin uzun ömrünün sebepleri iyi sorgulanmalıdır. Kerpiç açık hava şartlarında, yapısındaki çekme elemanları ile oluşun dokusu, bloklarının dağılmaya karşı direncini oluşturmuştur. Dağılmaya karşı direncinin olması yapılardaki uzun ömrünün sebebidir. İnsan eli ile oluşturulan hiçbir yapı malzemesi kerpiç kadar uzun ömürlü olamamıştır (Uğuz 2016).



Şekil 2.9. Afganistan da kerpiçten yapılan savunma maksatlı surlar

2.2. Kaynak Özetleri

Yığma yapıların tasarımı ve deprem hesabı ile ilgili geçmişten günümüze çalışılan bazı tez ve makalelerin kaynak özetleri aşağıda tarih sıralamasına göre yazılmıştır.

Batur (1999), çalışmasında donatısız yığma binaların yatay yükler altındaki davranışını ve uluslararası yığma yapılarla ilgili şartnameleri irdelemiştir. Bu çalışmalar çerçevesinde Eurocode 8 AII, ACI ve BS 5628 ile Türk şartnameleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Türk Şartnamelerinin eksik olduğu kısımlar için önerilerde bulunmuştur. Çalışmanın sonunda örnek bir donatısız yapı üzerinde yatay ve düşey yükler altında analiz yapılmıştır.

Timmur (2001), çalışmasında yığma yapılardaki hasar türleri ve nedenleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu araştırma ile birlikte hasarlı yapıların onarım ve güçlendirme yöntemlerini de irdelemiştir. Güçlendirme yöntemlerinden özellikle sismik yalıtım tekniğini geniş biçimde ele almıştır. Yapılan bu çalışmada tüm analizlerde SAP90 ve SAP2000 sonlu eleman programı kullanılmıştır.

Akgündüz (2004), çalışmasında deprem bölgelerinde bulunan yığma binaların deprem sonrasında mevcut durumlarını inceleyerek yeni yapılaşmalar için yığma yapıların deprem güvenliğinin artırılması yönünde çalışmalarda bulunmuştur.

Sallıo (2005), çalışmasında yığma yapıların deprem etkisi altındaki davranışını analiz ederek, mevcut yapıların güçlendirilmesi konusunda araştırmalarda bulunmuştur. Çalışmasında hastane olarak kullanılan eski bir yığma yapı üzerine yoğunlaşmıştır. Yaptığı analizler sonucunda binanın mevcut durumunun yapının maruz kaldığı kesme kuvvetlerini karşılayacak kadar yeterli duvar alanına sahip olmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu yapıda yetersiz olan elemanlarda dayanımı arttıracak teknikler araştırmıştır. Araştırmalarının sonucunda bu bina için püskürtme beton yöntemini en uygun çözüm olarak görmüştür. Eski durum ile güçlendirilmiş yeni durumu analiz programıyla karşılaştırarak, sayısal verilerle güçlendirmenin etkilerini yorumlamıştır.

Kuruşcu (2005), çalışmasında öncelikle yığma yapıları oluşturan, yapı malzemeleri, yapı elemanları ve yapının mekanik özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarının devamında 1998 deprem yönetmeliğinde bulunan deprem tasarım kurallarını irdelemiştir. Eşdeğer deprem yükü metodu ve deprem yönünde binanın tamamını etkileyen kümülatif eşdeğer deprem yükünü derinlemesine ele almıştır. Bu çalışmasında son olarak yığma duvarların modellenmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuçları matematiksel yöntemin altında, makro modelleme ve mikro modelleme yöntemleri kullanarak göstermiştir.

Bayraktar (2005), çalışmasında tarihi yığma yapıların deprem güvenliğini araştırmış ve bu yapıların depreme karşı güçlendirilmesi konusunda değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu çalışmada farklı tiplerde bulunan tarihi yığma binaların bina türlerine bağlı olarak her birine uygun güçlendirme yöntemleri ele almıştır. Tarihi yığma yapılara sismik güçlendirme yapılırken uyulması gereken hesap ve yapım kurallarını detaylı bir şekilde sunmuştur.

Bayraktar (2005), çalışmasında tarihi yığma yapıların deprem güvenliğini araştırmış ve bu yapıların depreme karşı güçlendirilmesi konusunda değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu çalışmada farklı tiplerde bulunan tarihi yığma binaların bina türlerine bağlı olarak her birine uygun güçlendirme yöntemleri ele almıştır. Tarihi yığma yapılara sismik güçlendirme yapılırken uyulması gereken hesap ve yapım kurallarını detaylı bir şekilde sunmuştur.

Mahrebel (2006), çalışmasında yığma yapıları dinamik ve statik etkiler altında incelemiş olup güçlendirme hakkında bilgi vermiştir. Osmanlı döneminden günümüze dek yapılan yığma binaların nasıl korunduğu konusu üzerinde durmuştur. Yapıların var olduğu zaman içerisinde çıkan yönetmelikleri araştırmıştır. Bu çalışmalarla birlikte taşıyıcı sistem özellikleri, oluşan tahribatlar ve o günkü dönemde uygulanan tahribat tespit yöntemlerini anlatmıştır. Basit deneylerle tarihi yapılarda malzeme özelliklerinin özelliklerini belirlemiş ve etkilerini yorumlamıştır. Bu kapsamlı çalışmanın pekiştirme niteliğinde üç ayrı tarihi yığma bina üzerinden uygulanan güçlendirme tekniklerini anlatmıştır.

Batur (2006), çalışmasında yığma yapıda oluşan gelen çekme kuvvetleri hesaplamıştır. Öncelikli olarak bir deprem bölgesi seçerek yapının modelini oluşturmuştur. Döşeme,

hatıl ve duvar kalınlığına göre yapının ağırlığını bulmuş daha sonra eşdeğer deprem yükü yöntemini kullanarak binaya gelen deprem yükünü hesaplamıştır. Yapıda oluşan yüklere tepki olarak duvarlarda oluşan gerilmeler bulunmuş, emniyet gerilmeleri ile mukayese edilmiştir.

Onar (2007), çalışmasında yığma binalarda görülen hasar türlerini ve bu hasarların meydana gelme nedenlerini araştırmış, daha sonra güçlendirme kavramını ele alarak uygulamada bunun metotlarını anlatmıştır. Bu çalışmanın devamında geliştirilmiş fiber karbon şerit ve dokuma malzemesi kullanarak güçlendirmenin duvar hareketleri ve mukavemeti üzerindeki etkisi ayrıntılarıyla irdelenmiştir. Bu çalışma model tuğla duvar üzerinde yapılmıştır. Modelde kullanılan tuğla harman tuğlasıdır. Yapılan çalışmalarda geliştirilmiş fiber karbon ile yapılan güçlendirme tuğla duvar dayanımı ciddi miktarda artış gösterdiği ortaya konmuştur.

Durak (2008), çalışmasında ülkemizde yapılan yığma yapıların belli bir kesimini ele alarak mevcut yapının depreme karşı güvenliğini araştırmıştır. Bu araştırmada öncelikle DBYBHY 2007'nin kısım beşte yığma yapılar için depreme dayanıklı tasarım kurallarını göz önüne almıştır. Envanter için seçilen 741 adet yığma yapı için değerlendirme yapılmıştır. Çalışmasında ege bölgesindeki yığma yapıların genel karakteristik özelliklerini ve deprem davranışına etki edebilecek durumlar üzerine yoğunlaşmıştır.

Dabanlı (2008), çalışmasında öncelikli olarak tarihi yığma yapıların deprem performanslarını belirlemiştir. Araştırmada tarihi yığma yapıların güvenlik seviyelerinin üzerinde durmuş olup yapısal değerlendirme sürecinde izlenmesi gereken metot ve yaklaşımlar üzerinde durmuştur. Tarihi binaların korunması konusunda bilgiler vermiş bununla birlikte koruma ilkeleri ve hedeflerini anlatmıştır. Sonrasında tarihi yapıların modelleme teknikleri konusunda bilgiler vermiştir.

Kara (2009), çalışmasında tarihi yapıları sınıflandırmış, bu yapılarda kullanılan malzemeler hakkında bilgi vermiş daha sonra yığma yapıların yatay ve düşey yükler altındaki davranışlarını incelenmiştir. Çalışmada eski yığma binaların taşıyıcı elemanları ve bunlar arasındaki yük iletimi ile ilgili detaylı bir çalışma yapılmıştır. Eski yığma yapılarda görülen hasar çeşitleri ve hasarların meydana geliş nedenleri üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. 2007 DBYYHY' da yığma yapıların tasarım ve yapım kuralları

konusu altında deprem güvenliği hakkında bilgiler sunulmuş olup malzeme özellikleri ve hasarın tanımlanmasında çeşitli yöntemler önerilmiştir. Ayrıca kullanılan düzeltmeye yönelik çözüm teknikleri ve dayanım artırıcı yollar sunulmuştur. Bu çalışmada çeşitli örneklere yer verilmiştir.

Karaşın ve ark. (2009), yüksek yığma binaların deprem güvenliklerinin analizini kapsayan çalışmada bulunulmuştur. Bingöl ve Diyarbakır'da denetim olmaksızın yapılmış yüksek yığma binaların oluşturduğu kentsel doku hasarları ve meydana gelebilecek depremlerden dolayı oluşabilecek zararları masaya yatırılmıştır. Sonrasında mevcut binalarda deprem sonrası oluşan hasarları incelenmiştir. Bu çalışmada yığma binaların 1975 ve 1997 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ile 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe göre büyük ölçüde uymadığını tespit edilmiştir.

Öztaş (2009), çalışmasında ağırlıklı olarak onarım ve güçlendirme ile ilgili analizler yapmıştır. İlk aşamada örnek bir bina ele alarak analiz yapmış daha sonra bu yapıya betonarme güçlendirme perdeleri ekleyerek tekrar yeni bir analiz yapmıştır. Sonuçları karşılaştırarak yorumlamıştır. Bu analizlere ilave olarak yapıyı cam lifli polimerle güçlendirerek bir analiz daha yapmış elde edilen yer değiştirmeler ile momentleri karşılaştırmış, sonuçları sayısal veriler ile de desteklemiştir.

Kaya (2010), çalışmasında ayrıntılı olarak donatısız yığma duvarların doğrusal olmayan analizi ile ilgili modelleme tekniklerini araştırmıştır. Yığma yapıların elastik-plastik hesapta kırılma kriteri olarak Drucker-Prager modeli kullanılmıştır.

Ercan (2010), tarihi binalar üzerinde gerek analitik gerekse deneysel yöntemler kullanılarak çalışmalar yapmıştır. İlk olarak İzmir'de bulunan iki örnek bina üzerinde uygulama yapılmıştır. Sonrasında ise iki farklı tarihi taş kemer köprüde uygulama yapılmıştır. Uygulamalarında yığma binaların malzeme özelliklerini belirlemek için deneysel yöntemler kullanmıştır. Öncelikle malzeme özelliklerini belirlemeden önce yapıların geçmişine dair tarihsel incelemelerde bulunulmuştur. Malzemelerin tahribatlı veya tahribatsız testleri, dinamik inceleme ve darbe-eko yöntemleri uygulamış sonrasında mikro tremor ölçümleri ile zemin incelemeleri yapılmıştır. Bölgedeki deprem etkisini de göz önüne almıştır. Binaların taşıyıcı sistemini oluşturan tuğla, taş ve harç üzerinde

yapılan malzeme testleri ile malzeme parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen verileri kullanarak bir paket programı yardımıyla yığma yapıların sonlu elemanlar yöntemi ile modal analizini yapmış ve dinamik karakteristiklerini elde etmiştir. İncelemelerinin sonunda analitik ve deneysel her iki yöntemden elde edilen dinamik sonuçları karşılaştırmış ve malzeme testlerinin yeterliliği incelemiştir. Böylelikle, ele alınan iki tarihi bina ile birlikte bu tür yapıların deprem davranışlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi konularında katkılar sağlanmıştır.

Can ve ark. (2011), yapılan çalışmada tarihi yığma yapıların depreme karşı davranışlarını belirleyebilmek için sayısal analiz yöntemlerini ayrıntılarıyla anlatmıştır. Bu konunun belli bir altyapısı olan kesimlerce anlaşılır olmasını amaçlamışlardır.

Demirel (2011), çalışmasında taşıyıcı sistem malzemesi olarak tuğla kullanılan yığma yapı duvarlarının performansına dayalı yeni bir değerlendirme yöntemi oluşturmaya çalışmıştır. Öncelikle sonlu eleman metodu kullanılarak taşıyıcı özelliği olan yığma duvarların kuvvet-yer değiştirme eğrilerini oluşturmuştur. Daha sonra bu eğrileri FEMA 356'de tavsiye edilen doğrusallaştırma yöntemi ile basitleştirmiştir. Bu çalışmanın sonunda dört parametre ile idealize edilmiş, sonrasında duvar veri tabanından yararlanılarak lineer olmayan regresyon analizleri kullanarak deneye dayalı denklemler elde etmiştir.

Öncü (2011), çalışmasında mevcut yığma ve betonarme yapıların depreme karşı onarım ve güçlendirme yöntemlerini DBYYHY 2007'ye göre incelemiştir. Her bir yöntemin yapı sistemine katkısını araştırmış ve yöntemlere ait uygulama detaylarına yer vermiş, daha sonra söz konusu yönetmelikte sunulan düzensizlik durumlarını ve kurallarını irdelemiştir. Bu çalışma kapsamında örnek yığma ve betonarme yapıları ele alarak deprem dayanımlarının yeterlilikleri saptanmıştır.

Çırak (2011), çalışmasında yığma yapılarda oluşan hasarları incelemiş ve bu hasarların sebepleri üzerine araştırmalarda bulunmuştur. Yığma yapıların bulunduğu yerlerin çoğunlukla kırsal kesimlerde olduğunu, dolayısıyla mühendislik hizmeti alınmadan ve herhangi bir yönetmeliğe uyulmadan inşaa edildiğini tesbit etmiştir. Bu durumun sonucunda hasarları oluşturan başlıca nedenlerin, duvar köşe bağlantıları iyi yapılmaması, duvarların simetrik olmaması ve duvarların üst üste gelmemesi olduğu

kanısına varmıştır. Ayrıca duvar örülürken belirli bir tekniğe uygun örülmemesinin yapıda hasar oluşmasını sağlayan bir başa önemli nokta olduğunu netleştirmiştir. Çalışmalarının devamında çatının etkisini irdelemiş, hafif malzemelerin kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiği sonucuna varmıştır.

Kuruşçu (2012), çalışmasında yığma yapıların zemin ve üst yapı etkileşimini içine alan üç boyutlu yapısal analizlerini yapmıştır. Yığma yapılarda farklı temel ve temel altı zemin düzenlemeleri incelemiş, yapı malzemeleri ve zeminlere ait tasarım parametreleri belirlenerek binaların paket programı ile sonlu eleman analizleri yapılmıştır. Kırılma kriteri olarak Drucker-Prager modeli kullanılmış ve altı farklı çalışma yapılarak elli bir duvarın detaylı çözümlenmeleri yapılmıştır. Ayrıca zemin ile ilgili parametreler irdelenmiştir.

Gür ve ark. (2012), taşıyıcı özelliği olan malzeme ve bileşenlerini irdeleyen bir çalışma yapmıştır. Üretilen farklı duvarların yapım şekli ve yapı elemanı özellikleri konuları ele alınmıştır. Elde edilen sonuç değerlendirerek tartışılmıştır.

Çarhoğlu (2013), çalışmasında yığma bir binanın deprem etkisi altında davranışını incelemiştir. Örnek olarak mevcut bir tuğlalı yığma yapıyı ele almıştır. Yapının deprem davranışını sonlu elemanlar yöntemini kullanarak dinamik analizler ile belirlemiştir. Yapının çözümlenmesinde yirmiye yakın ivme kaydı elde edilerek, dinamik analiz yöntemi zaman tanım alanında uygulamıştır. Yapılan analiz sonuçlarında yığma binaların deprem etkisi altındaki davranışlarını ve etkilerini değerlendirmiştir.

Demirkan (2014), çalışmasında yığma yapılarda duvar örme tekniklerini ve derz kalınlığının binaya etkisini irdelemiştir. Genel olarak yığma yapılarda taş duvarlar üzerinde durulmuş ve taş duvar örme biçimlerine sadık kalarak binanın anizotrop ve izotrop malzeme özellikleri ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu çalışmanın ana amacı modellemede yapılan kabullerin yapıya etkisini nasıl olacağını anlamaktır. Burada anizotrop ve izotrop modelleme ile hesabı yapılan bir binanın sonuçlarını mukayese edilmiştir. Sap2000 programı kullanılarak duvar modelleri oluşturulup anizotrop malzeme özellikleri bulunmuştur. Aynı paket program kullanılarak yığma binaya farklı malzeme bilgileri girilerek yapıdaki davranış değişiklikleri incelemiştir. Çalışmanın sonunda kullanılan malzemenin boyutlarındaki değişkenliği, anizotrop veya izotrop

modellemenin elde edilen sonuçlara tesiri ve derz kalınlığının sonuca tesiri birbirleri ile mukayese edilerek, sonuçlar yorumlanmıştır.

Korkmaz ve ark (2014), değişik yapısal malzeme özellikleri yığma bina hareketine tesiri başlığı altında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada pomza, tuğla, gaz beton ve taş, gibi muhtelif tipte malzemeler kullanılarak tasarım yapılmıştır. Bu malzemeler ile aynı örnek yapı için farklı modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modellerin yapısal davranışlarını incelemiş olup, zaman tanım alanı yöntemi uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalardan çıkan sonuçları değişik malzemeler için karşılaştırılarak mukayeselerde bulunulmuştur.

Değirmenci ve ark (2014), DBYBHY 2007 tasarım kuralları kullanılarak yığma bir binanın deprem hareketini analiz etmek için basit bir ön değerlendirme sunulmuştur. Bu çalışmada ilk olarak yığma yapılarla ilgili tasarım kurallarını anlatılmış, daha sonra da örnek yığma yapı üzerinde adım adım kuralları uygulanmıştır. Yapılan çalışmada yığma yapıyla ilgili olarak ilk bakışta detaylı bir analize girmeden yapılabilecek basit bir ön değerlendirme sunulmuştur.

Chamaky (2014), çalışmasında yığma yapıların deprem analizi, onarım ve güçlendirme yöntemlerini çeşitli yapılar üzerinde deneyler yapılarak anlatmıştır. Yapıların modellenmesinde sonlu elemanlar yöntemini uygun görmüş, analiz yöntemi olarak Sap2000 kullanmış, elde ettiği matamatiksel sonuçları çeşitli görsellerle de destekleyerek yorumlamıştır.

Çalışkan ve ark (2014), çalışmalarında DBYBHY 2007 kuralları doğrultusunda yığma binanın deprem hareketini incelemek için basit bir ön değerlendirme sunmuştur. Daha sonra örnek bir bina üzerinde deprem tasarım kuralları uygulanmıştır ve değerlendirilmiştir.

Atabey (2014), çalışmasında mevcut yığma yapı olan okul binasının depreme karşı güvenliğini ve analizini yapmıştır. Bu yapıyı Sivas şehri, Suşehri ilçesinde olup birinci derece deprem bölgesinde seçmiştir. Burada DBYBHY 2007 esasları kullanılarak hem analitik yöntem ile hem de StatiCAD-Yığma paket programı ile performans analizi yapmıştır. Burada yapılan her iki yöntemin sonuçları birbirleri ile karşılaştırmıştır. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlarda bina göçme sınırında bulunmuştur.

Kuran (2015), çalışmasında DBYBHY 2007 deprem yönetmeliğinin yığma yapılarla ilgili tasarım kuralları ve deprem güvenliği için bazı öneriler üzerinde çalışmıştır. Yaptığı analizlerle deprem tehlikesi yüksek olan Avrupa, İtalya, Amerika ve Yeni Zelanda gibi ülkelerin yönetmelikleri ile karşılaştırmıştır. Deprem yönetmeliğinin(DBYBHY 2007) yığma yapılarla ilgili tasarım ve deprem güvenliğinin değerlendirilmesine yönelik bazı önerilerde bulunmuştur.

Yüksek (2015), geleneksel Türk binalarının depreme karşı gösterdiği mukavemet üzerine araştırmalar gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada geleneksel konut örneğinde, geleneksel yapıım teknikleri ve sistemlerini analiz etmiştir. Bu alan ile ilgili çalışmaları ile birlikte mevcut yapıları da incelemiş olup mukavemetleri açısından ayrıntılı bir şekilde irdelemiştir. Çalışmanın sonunda geleneksel yapıım yöntemlerinin deprem etkisi altında gösterdiği olumlu ve olumsuz taraflarını belirtmiştir.

Uğuz (2016), çalışmasında Konya’da bulunan tarihi Gazi Lisesi binasının (eski adıyla Darü’l Muallim) mevcut durumuna göre deprem güvenliğini incelemiştir. Yapının günümüze kadar olan depremlerde ne tür hasarlar gördüğünü irdelemiş, onarım ve güçlendirme yapıp yapılmadığını incelemiş ve bundan sonra gelebilecek depremlerden nasıl korunması gerektiği noktasında bazı önerilerde bulunmuştur.

Karaşın ve ark. (2016), farklı şehirlerde yer alan mevcut yığma binaların değişik hız inceleme yolları ile incelenmesi başlığı altında bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmalarda örnek yığma bina için iki farklı hızlı değerlendirilme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ilki 2013 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmelikte yer alan yığma binalar için 1. aşama değerlendirmesi olup diğeri ise Kanada sismik tarama yöntemidir. Değerlendirmeler ve karşılaştırmalar sonucunda yığma binalar için öneride bulunan 1ç aşama değerlendirme yöntemlerinin kullanılabilirliğini ispat etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. 1998, 2007 ve 2019 Deprem Yönetmeliklerinde Yığma Yapılar ile İlgili Hususların Kıyaslanması

Depreme dayanıklı yığma yapı tasarım kuralları son üç deprem yönetmeliğinde aşağıda verilen bölümlerinde ele alınmıştır.

ABYYHY-1998: Bölüm 10: Yığma Kâgir Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

DBYBHY-2007: Bölüm 5: Yığma Binalarda Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

TBDY-2019: Bölüm 11: Deprem Etkisi Altında Yığma Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı İçin Özel Kurallar

Bu yönetmeliklerde yığma yapıların deprem hesabı aşağıda verilen bölümlerinde ele alınmıştır.

ABYYHY-1998: Bölüm 6. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

DBYBHY-2007: Bölüm 2. Depreme dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

TBDY-2019: Bölüm 4. Deprem Etkisi Altında Binaların Dayanıma Göre Tasarımı İçin Hesap Esasları

Yığma yapılarla ilgili üç yönetmelikte geçen hususlar kıyaslamalı olarak ayrıntıları ile aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

Spektrum katsayıları ($S(T_1)$)

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: Her iki yönetmelikte spektrum katsayıları eşit olup, yığma binaların deprem hesabi yapılırken Spektrum Katsayısı $S(T_1) = 2.5$ olarak alınır.

TBDY-2019: Burada spektrum katsayısı iki şekilde elde edilir.

“Biri yatay elastik tasarım spektral ivmesi ikincisi ise düşey elastik tasarım spektral ivmesi olarak Denklem (3.1) ve (3.2) ile işlem sonucu ile elde edilir.” (TBDY 2019)

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu:

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

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

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

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

(3.1)

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu:

$$S_{aeD}(T) = \left(0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}} \right) S_{DS} \rightarrow (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \rightarrow (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \rightarrow (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

(3.2)

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T_1)$

ABYYHY-1998: Deprem yüğü azaltma katsayısı $R_a(T_1)=2,5$ 'tir

DBYBHY-2007: Deprem yüğü azaltma katsayısı $R_a(T_1)=2,0$ 'dir

TBDY-2019: Yeni yönetmelikte deprem yüğü azaltma katsayısı Denklem (3.3) ve (3.4) ile işlem sonucu ile elde edilir.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow T > T_B \quad (3.3)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \rightarrow T \leq T_B \quad (3.4)$$

Yığma Yapı Türleri

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: Bu iki yönetmelikte yığma yapı türü yoktur.

TBDY-2019: Bu yönetmelikte yığma yapı türü vardır. TBDY-2019'da dört çeşit yığma bina türü aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

“ a. Donatısız yığma bina, taşıyıcı duvarların donatı kullanılmadan sadece kargir birim ve harç kullanılarak oluşturulan süneklik düzeyi sınırlı bina cinsini tanımlar. b. Donatılı

yığma bina, kargir birim ve harç kullanılarak oluşturulan taşıyıcı duvarlarda bu Bölüm’de verilen kurallara uygun olacak şekilde donatı yerleştirilmesi ile elde edilen süneklik düzeyi yüksek binaları tanımlar. c. Kuşatılmış yığma bina, birbirlerine ve döşemeye betonarme olarak bağlı, taşıyıcı duvarların örülmesinden sonra ve bunları kalıp olarak kullanarak hazırlanan yatay ve düşey hatılların, yine bu yönetmeliğin 11. bölümün’de verilen kurallara uygun olacak şekilde teşkil edilmesi ile oluşturulan süneklik düzeyi sınırlı binaları tanımlar. d. Donatılı panel sistemli bina ise, ön üretimli donatılı gaz beton paneller arası yivlerde bulunan donatıların temele ve kat seviyelerindeki betonarme hatıllara bağlandığı ve düşey gaz beton panellerin yan yana getirilerek taşıyıcı duvarları teşkil ettiği, yine donatılı gaz beton panellerin betonarme hatıllara bağlanarak döşemeleri meydana getirdiği süneklik düzeyi yüksek binaları kapsar.” (TBDY 2019)

Deprem Bölgesi

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: Bu iki yönetmelikte deprem bölgesi kavramı mevcut olup, yapının inşa edileceği konumda beklenen maksimum yer ivmesi dört deprem bölgesinden biri ile ifade edilmektedir.

TBDY-2019: Deprem bölgesi yoktur. Ancak deprem tasarım sınıfları vardır. Deprem tadarım sınıfı aşağıda verilen Çizelge 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5 yardımıyla bulunur.

Çizelge 3.1. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (TBDY-2019, Çizelge 2.1)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5).					

Çizelge 3.2. 1,0 Saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (TBDY-2019, Çizelge 2.2)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5).</i>					

Çizelge 3.3. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY-2019, Çizelge 3.1)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<p>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>c) Müzeler</p> <p>d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
BKS = 2	<p>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.</p>	1.2
BKS = 3	<p>Diğer binalar</p> <p>BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>	1.0

Çizelge 3.4. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) (TBDY-2019, Çizelge 3.2)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Çizelge 3.5. Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY-2019, Çizelge 3.3)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

Çizelge 3.6. Bina taşıyıcı sistemleri için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), dayanım fazlalığı katsayısı (D) ve izin verilen bina yükseklik sınıfları (BYS) (TBDY-2019, Çizelge 4.1)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	R	D	BYS
E. YIĞMA BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
E1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
E11. Donatılı yığma binalar	4	2	BYS \geq 7
E12. Donatılı gazbeton panel binalar	4	2	BYS \geq 7
E2. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler			
E21. Kuşatılmış yığma binalar	3	2	BYS = 8
E22. Donatısız yığma binalar	2.5	1.5	BYS = 8

Yapımına İzin Verilen En Fazla Kat Sayıları

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: İzin verilen en fazla katsayı aşağıda Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Yığma yapılar için izin verilen en çok kat sayısı

Deprem Bölgesi	En Çok Kat Sayısı
1	2
2,3	3
4	4

TBDY-2019: Bu yönetmelikte yapımına izin verilen en fazla kat sayısı belirtilmemiştir.

Çatı Katı

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: Bu iki yönetmelikte çatı katları ile ilgili kısım aşağıda verilmiştir:

“Brüt kat alanı temeldeki bina brüt alanının %25’inden az olmak koşulu ile tek bir çatı katı ve ayrıca tek bir bodrum katı yapılabilir. Minimum %25 koşulunu sağlamayan çatı katı, tam kat olarak sayılacaktır. Birden fazla bodrum yapılması durumunda ise, izin verilen en fazla kat sayısı bir kat azaltılacaktır.” (ABYYHY-1998, DBYBHY-2007)

Buraya kadar her iki yönetmelik aynı olup sadece DBYBHY 2007’de kerpiç binalarla ilgili ekstra aşağıda bir kural tanınmıştır.

“Kerpiç duvarlı yığma binalar bütün deprem bölgelerinde, bodrum katı sayılmaksızın, en çok bir katlı yapılabilir.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Bu yönetmelikte çatı kat kuralı ile ilgili kısım aşağıda verilmiştir:

“Yapılacak çatı kat alanı, temeldeki bina brüt alanının %25’inden büyük olamaz, tek bir bodrum kat yapılabilir.”(TBDY-2019)

Kat Yüksekliği

ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007: Her iki yönetmelik için döşeme üstünden döşeme üstüne 3 m’dir. DBYBHY 2007’de farklı olarak kerpiç duvarlar aşağıdaki kural geçerlidir.

“Kerpiç duvarlı yığma binalarda tek katın yüksekliği 2,70 m’den, eğer yapılmış ise bodrum kat yüksekliği 2,40 m’den daha çok olamaz.” (DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Yeni yönetmelikte kat yüksekliği ile ilgili her hangi bir koşul bulunmamaktadır. Fakat bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan yığma bina yüksekliği Çizelge 3.1, 3.2, 3.3 ve 4.1 kullanılarak bulunur. Toplam kat yüksekliği 1, 1a ve 2, 2a deprem tasarım sınıfları ve $BYS=8$ için $H_N \leq 7$ m ve 3, 3a Ve 4, 4a deprem tasarım sınıfları ve $BYS=8$ için $H_N \leq 10,50$ m olarak verilmektedir.

Yığma Duvar Gerilmelerinin Hesabı

ABYYHY-1998: Gerilme hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin gerilme hesabı aşağıda anlatılmıştır:

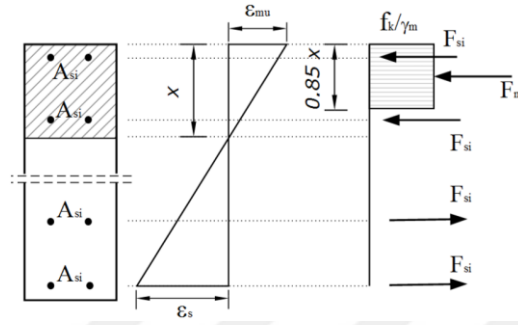
“Hesaplanacak düşey yükler ve deprem hesap yüklerinin etkisi altında oluşacak basınç ve kayma gerilmelerinin, duvarda kullanılan yığma duvar cinsine göre izin verilen basınç ve kayma gerilmelerini aşmadığı gösterilecektir. Gerilmeler aşırsa taşıyıcı dolu duvar alanları artırılarak yeniden hesap yapılacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda gerilme hesabı yapılmayacaktır.” (DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin gerilme hesabı aşağıdaki şekilde anlatılmıştır:

“Düzlem içi eğilme ve düşey yüklere maruz donatılı yığma duvar ve panellerin tasarımı sırasında yığma ve gazbeton malzemenin çekme dayanımı ihmal edilecektir. Donatılı yığma duvarların basınç etkileri altında kesitte şekil değiştirme ve gerilme dağılımı Şekil 3.1’de verildiği gibi dikkate alınarak M_{Rd} tasarım dayanım momenti hesaplanacaktır. Donatılı gazbeton paneller ile teşkil edilmiş duvarın moment kapasitesi, duvarı oluşturan panellerin ayrı ayrı hesaplanacak eğilme momenti kapasitelerinin toplamı kadar alınacaktır. Her bir panelin moment kapasitesi hesaplanırken, panele etkiyen eksenel yük ve panelin çekme bölgesinde kalan düşey yiv donatısının katkıları dikkate alınacak, iki panel arasında kalmayan yiv donatılarının katkıları ise ihmal edilecektir. Yığma duvar tasarım dayanım momenti M_{Rd} , duvara etkiyen tasarım momenti, M_{Ed} ’den daha büyük olacaktır. Tümüyle basınç etkisinde olmayan kesitler için sınır basınç şekil değiştirmesi, kargir birimi Grup I olması durumunda $\epsilon = 0,0035$ ’den daha büyük alınmayacaktır. Diğer

durumlar için $\epsilon = 0,002$ 'den daha büyük olmayacaktır. Taşıyıcı duvarlarda donatının akmasından önce duvarda basınç kırılması olmayacağı hesapla gösterilmelidir.” (TBDY 2019)

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma d \leq 0,10 f_b \quad (3.5)$$



Şekil 3.1. Donatılı yığma duvarların basınç etkileri altında kesitte şekil değiştirme ve gerilme dağılımı (TBDY 2019)

Düşey Gerilmelerin Hesabı

ABYYHY-1998: Düşey gerilme hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: Düşey gerilme hesabı aşağıda anlatılmıştır:

“Duvarların kesme dayanımı, duvarlarda var olan düşey gerilmelere de bağlı olduğu için yığma bina duvarlarının düşey yükler altında taşıdıkları gerilmelerin hesaplanması gereklidir. Duvarlarda oluşan basınç gerilmelerinin yığma duvar cinsine göre izin verilen gerilmelerle karşılaştırılması yapılacaktır. Bu hesapta duvarlardan ve döşemelerden gelen yükler göz önüne alınacaktır. Duvardaki kapı ve pencere boşluk enkesitleri kadar azaltılmış duvar en kesit alanına bölünerek bulunacak gerilme, duvar cinsine göre izin verilen basınç gerilmesinden büyük olmayacaktır.” (DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Duvar karakteristik kesme dayanımı f_{vk} , duvar numuneleri üzerinde yapılacak deneylerden veya yukarıda verilen denklem 3.5 ile elde edilecektir.

Yığma Duvarlarda Basınç Emniyet Gerilmesi

ABYYHY-1998: Bu yönetmelikte basınç emniyet gerilme hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: Çizelge 3.8, 3.9 ve 3.10 kullanılarak işlem sonucu ile elde edilir.

Çizelge 3.8. Duvar malzemesinin serbest basınç dayanımına ve harç sınıfına bağlı duvar basınç emniyet gerilmeleri (DBYBHY-2007, Çizelge 5.2)

Duvar Malzemesi Ortalama Serbest Basınç Dayanımı (MPa)	Duvarda Kullanılan Harç Sınıfı (MPa)				
	A (15)	B (11)	C (5)	D (2)	E (0.5)
25	1.8	1.4	1.2	1.0	0.8
16	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7
11	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

Çizelge 3.9. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmesi (DBYBHY-2007, Çizelge 5.3)

Duvarda Kullanılan Kargir Birim Cinsi ve Harç	Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi f_{em} (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	1.0
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35- 45 arasında, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %45'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.5
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Taş duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.3
Gazbeton (tutkal ile)	0.6
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.8

Çizelge 3.10. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları (DBYBHY-2007, Çizelge 5.4)

Narinlik oranı	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Azaltma katsayısı	1.0	0.95	0.89	0.84	0.78	0.73	0.67	0.62	0.56	0.51

TBDY-2019: Bu yönetmeliğin basınç emniyet gerilmesi aşağıda anılmıştır.

Kagir birimlerin TS EN 772-1'e göre belirlenecek olan standartlaştırılmış en küçük basınç dayanımları, yatay derzlere dik doğrultuda $f_{b,min} = 5,0$ MPa değerinden, yatay derzlere paralel doğrultuda $f_{bh,min} = 2,0$ MPa değerinden daha küçük olmayacaktır

Kayma Gerilmesinin Hesabı

ABYYHY-1998: Kayma gerilme hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: (Çizelge 3.11) kullanılarak kayma gerilmesi değeri elde edilir.

Çizelge 3.11. Duvarların kayma emniyet gerilmesi (DBYBHY-2007, Çizelge 5.5)

Duvarda Kullanılan Kargir Birim Cinsi ve Harç	Duvar Çatlama Emniyet Gerilmesi τ_0 (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.25
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.12
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.15
Taş duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.10
Gazbeton (tutkal ile)	0.15
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.20

TBDY-2019: Çizelge 3.12 kullanılarak kayma gerilmesi değeri elde edilir.

Çizelge 3.12. Duvarların başlangıç kesme dayanımları, F_{vko} (MPa) (TBDY-2019, Çizelge 11.3)

Kargir birim	Genel amaçlı harç ^(*)		İnce tabaka harç
Tuğla	M10-M20	0.30	0.30
	M2.5-M9	0.20	
	M1-M2	0.10	
Beton	M10-M20	0.20	0.30
Gazbeton	M2.5-M9	0.15	0.30
Doğal veya Yapay Taş	M1-M2	0.10	Kullanılmaz

Elastisite Modülü

ABYYHY-1998: Elastisite modülü hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: Elastisite modülü aşağıda ifade edilen fomülden bulunur:

“Duvar yapımında kullanılan kargir birimlerin elastisite modülü (E_d) Denklem (3.6) ile hesaplanacaktır.”(DBYBHY 2007)

$$E_d = 200 f_d \quad (3.6)$$

TBDY-2019: Elastisite modülü hesabı aşağıda anlatılmıştır:

“Taşıyıcı duvarların elastisite modülü, E_{duv} , TS EN 1052-1’e göre yapılacak deneyler yolu ile belirlenebilir. Bu deneylerin yapılmadığı durumlarda E_{duv} değeri yapısal çözümleme için $750f_k$ değerine eşit alınacaktır. Donatılı paneller ile oluşturulmuş duvarların elastisite modülü $450f_k$ olarak alınacaktır. Duvar kayma modülü, G_{duv} , elastisite modülünün %40’ı olarak alınacaktır.”(TBDY 2019)

Taşıyıcı Duvar Yapımı

ABYYHY-1998: Bu yönetmeliğin taşıyıcı duvar yapımı aşağıda belirtilmiştir:

“Taşıyıcı duvar yapımında yığma kargir malzemeleri olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS-705’te tanımlanan maksimum boşluk oranlarını sağlayan düşey boşluklu tuğlalar, dolu beton briket veya benzeri bloklar kullanılacaktır.” (TBDY 2019)

DBYBHY-2007: Taşıyıcı duvar yapımı aşağıda belirtilmiştir:

“Taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimler kullanılabilir.

Boşluklu beton briket, hafif agregalı beton kargir birimler, TS-2510 ve TS-705 (TS EN 771-1)’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarının üzerinde boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, TS-4377 (TS EN 771-1)’e göre dolgu duvarları için üretilmiş diğer tuğlalar ve benzeri biçim verilmiş bloklar hiçbir zaman taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamaz.”(DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Türk Bina Deprem Yönetmeliğinde taşıyıcı duvar yapımı aşağıda belirtilmiştir:

“Yığma taşıyıcı duvarlar tuğla kargir birim (TS EN 771-1), yoğun veya hafif agregalı beton kargir birimler (TS EN 771-3), gazbeton kargir birimler (TS EN 771-4), doğal taş birimler (TS EN 771-6) veya yapay taş birimler (TS EN 771-5) ile oluşturulacaktır. Kargir birimler kullanılan malzeme tipi ve delik oranına göre iki gruba ayrılmıştır (Çizelge 3.13). Donatı yerleştirilecek ve tamamen harçla doldurulacak olan birimlerdeki boşluklar, delik

oranı hesabında dikkate alınmayacaktır. Ancak, dikkate alınmayan bu delik oranı %15'den fazla olmayacaktır.

Donatısız yığma binalar, donatılı yığma binalar, kuşatılmış yığma binalar ve donatılı panellerden oluşan binalarda taşıyıcı duvar etkin rijitlikleri brüt rijitliklerin %50'si kadar azaltılarak belirlenecektir. Bu etkin rijitlikler kullanılarak hesaplanan yer değiştirmeler sonucu oluşan görelî kat öteleme oranının R/I katsayısı ile çarpımının 0,007 değerinin altında olması sağlanacaktır.

Her bir taşıyıcı duvar üzerindeki yeniden dağılıma, duvardaki kesme kuvveti %25'ten daha fazla azalmamak ve %33'ten daha fazla artmamak şartı ile izin verilecektir.”(TBDY 2019) Çizelge 3.13'te kullanılarak elde edilir.

Çizelge 3.13. kargir birimlerin delik oranlarına göre gruplandırılması (TBDY-2019, Çizelge 11.1)

Kargir Birim Cinsi ^(*)	Grup I	Grup II
Tuğla	$\alpha \leq \%35$	$\%35 < \alpha \leq \%50$
Beton	$\alpha \leq \%35$	$\%35 < \alpha \leq \%50$

Doğal Taş

ABYYHY-1998: Sadece bodrum ve zemin katta taşıyıcı malzeme olarak kullanılabilir

DBYBHY-2007: Bu yönetmelikte doğal taş aşağıda verilmiştir:

“Yığma binaların yalnızca bodrum ve zemin katlarında yapılabilir.” (DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Türk Bina Deprem Yönetmeliğindeki doğal taş aşağıda anlatılmıştır:

“Yığma taşıyıcı duvarlar tuğla kargir birim (TS EN 771-1), yoğun veya hafif agregalı beton kargir birimler (TS EN 771-3), gazbeton kargir birimler (TS EN 771-4), doğal taş birimler (TS EN 771-6) veya yapay taş birimler (TS EN 771-5) ile oluşturulacaktır.”(TBDY 2019)

Duvar Malzemesi Dayanımları

ABYYHY-1998: Duvar malzeme dayanım hesabı yoktur.

DBYBHY-2007: Duvar malzeme dayanımları aşağıda verilmiştir:

“Duvar yapımında kullanılan doğal ve yapay kargir birimlerin ve bunları bağlayan harçların dayanım ve diğer özellikleri, taşıyıcı duvarlarda kullanılacak doğal ve yapay kargir birimlerin en düşük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre, en az 5,0 MPa olacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı en az 10,0 MPa olacaktır. Bodrum katlarda beton duvar yapılması durumunda, kullanılacak en düşük beton kalitesi C16 olacaktır. Bu koşullar kerpiç için geçerli değildir. Kerpiç sadece kerpiç binalarda kullanılabilir.”(DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Türk deprem yönetmeliğindeki duvar malzeme dayanımları aşağıda verilmiştir.

“Taşıyıcı yığma duvarlarda hem yatay hem de düşey bütün derzler bağlayıcı harç ile doldurulacaktır. Donatılı panel sisteme sahip binalarda paneller arası yivlere, panel uzun doğrultusunda uzanan donatı yerleştirilecek ve yivler bağlayıcı harç ile doldurulacaktır.

Kargir birimlerin TS EN 772-1’e göre belirlenecek olan standartlaştırılmış en küçük basınç dayanımları, yatay derzlere dik doğrultuda $f_{b,min} = 5,0$ MPa değerinden, yatay derzlere paralel doğrultuda $F_{bh,min} = 2,0$ Mpa değerinden daha küçük olmayacaktır

Donatılı panel sisteme sahip binalarda kullanılacak panellerin tasarım ve üretimleri TS EN 12602’ye uygun olarak yapılacaktır. Duvar ve döşeme panellerinde Gazbeton 5 sınıfından daha düşük bir gazbeton kalitesi kullanılmayacaktır. Bitişik paneller arasındaki yivlere yerleştirilecek donatılar S420, B420C veya B500C sınıfında olacak ve donatı çapı 12 mm’den küçük olmayacaktır. Yiv çapı ise donatı çapının 5 katından az olmayacaktır.”(TBDY 2019)

Basınç Dayanımları

ABYYHY-1998: Basınç dayanımları aşağıda anlatılmıştır:

“Brüt basınç alanına göre 50 kg/cm^2 ’den daha az olmayacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı ise en az 100 kg/cm^2 olacaktır. Bodrum katlarda beton duvar yapılması durumunda, kullanılacak en düşük beton kalitesi C16 olacaktır.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: En az basınç dayanım hesabı yoktur.

TBDY-2019: Türkiye bina deprem yönetmeliğindeki basınç dayanımları aşağıda verilmiştir:

“Kullanılacak harcın TS EN 1015-11’e göre belirlenecek olan en küçük küp basınç dayanımı değerleri donatısız ve kuşatılmış yığma için $f_{m,min} = 5,0$ MPa’dan, donatılı yığma için $f_{m,min} = 10,0$ MPa’dan daha düşük olmayacaktır. Donatılı panel sistem için paneller arasındaki yivlere doldurulacak çimento şerbetinin basınç dayanımı 10,0 MPa’dan daha düşük olmayacaktır. Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k , iki yolla belirlenebilir:

Birincisi duvar numuneleri üzerinde TS EN 1052-1’e göre yapılacak deneyler yolu ile, İkincisi ise kargir birim ve harç üzerinde sırasıyla TS EN 772-1 ve TS EN 1015-11 standartlarına göre yapılacak ayrı deneylerden elde edilen basınç dayanımları Çizelge 3.14 kullanılarak elde edilir.”(TBDY 2019)

Çizelge 3.14. Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı F_k (MPa) (TBDY-2019, Çizelge 11.2)

Birim-Birim Sınıfı	Harç sınıfı	Harç basınç dayanımı, f_m (MPa)*	Kargir birim basınç dayanımı, f_b (MPa)					
			5	10	15	20	25	30
Grup I	Genel amaçlı harç	M10-M20	3.4-4.2	5.5-6.8	7.3-9.0	8.9-11.0	10.4-12.9	11.9-14.6
		M2.5-M9	2.2-3.3	3.6-5.3	4.8-7.1	5.9-8.7	6.9-10.1	7.8-11.5
		M1-M2	1.7-2.1	2.8-3.4	3.7-4.5	4.5-5.5	5.2-6.4	5.9-7.3
Grup II ve Kesme taş		M10-M20	2.8-3.4	4.5-5.5	6.0-7.4	7.3-9.0	8.5-10.5	9.7-12.0
		M2.5-M9	1.8-2.7	3.0-4.4	3.9-5.8	4.8-7.1	5.6-8.3	6.4-9.4
		M1-M2	1.4-1.7	2.3-2.8	3.0-3.7	3.7-4.5	4.3-5.3	4.9-6.0
Tuğla (Grup I)	İnce tabakalı harç**		2.9	5.3	7.5	9.6	11.6	13.5
Tuğla (Grup II)			2.2	3.5	4.7	5.7	6.7	7.6
Beton (Grup I), Gazbeton			3.1	5.7	8.0	10.2	12.3	14.4
Beton (Grup II)			2.6	4.6	6.5	8.3	10.0	11.7

(*) Harçlar M harfini takip eden rakam MPa cinsinden karakteristik basınç dayanımlarını gösterecek şekilde isimlendirilmiştir.

(**) İnce tabakalı harç, birimler arası harç tabakası 0.5 mm ile 3.0 mm olan harç.

Taşıyıcı Duvarlarda Harç Malzemesi

ABYYHY-1998: Taşıyıcı duvarlarda harç malzemesi aşağıda ifade edildiği şekildedir:

“Çimento takviyeli kireç harcı (çimento/kireç/kum hacimsel oranı=1/2/9) veya çimento harcı (çimento/kum hacimsel oranı =1/4) kullanılacaktır.”(ABYYHY-1998)

DBYBHY-2007: Taşıyıcı duvarlarda harç malzemesi aşağıda verilmiştir:

“Taşıyıcı duvarlarda çimento takviyeli kireç harcı (çimento/kireç/kum hacimsel oranı = 1/2/9) ya da çimento harcı (çimento/kum hacimsel oranı = 1/4) kullanılacaktır.”(DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Türk bina deprem yönetmeliğinde taşıyıcı duvarlarda harç malzemesi aşağıda verilmiştir:

“Taşıyıcı yığma duvarlarda hem yatay hem de düşey bütün derzler bağlayıcı harç ile doldurulacaktır. Donatılı panel sisteme sahip binalarda paneller arası yivlere, panel uzun doğrultusunda uzanan donatı yerleştirilecek ve yivler bağlayıcı harç ile doldurulacaktır.”(TBDY 2019)

Taşıyıcı Duvarlarda Uygulanması Zorunlu Olan Minimum Duvar Kalınlıkları

ABYYHY-1998- DBYBHY-2007: Her iki yönetmelikte duvar kalınlıkları eşit olup Çizelge 3.15’de verilmektedir.

Çizelge 3.15. Taşıyıcı duvarların minimum kalınlıkları (DBYBHY-2007, Çizelge 10.2)

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>İzin Verilen Katlar</i>	<i>Doğal Taş (cm)</i>	<i>Beton (cm)</i>	<i>Tuğla (kalınlık)</i>	<i>Diğerleri (cm)</i>
1, 2, 3, 4	Bodrum kat	50	25	1	20
	Zemin kat	50	—	1	20
1, 2, 3, 4	Bodrum kat	50	25	1.5	30
	Zemin kat	50	—	1	20
	Birinci kat	—	—	1	20
2, 3, 4	Bodrum kat	50	25	1.5	30
	Zemin kat	50	—	1.5	30
	Birinci kat	—	—	1	20
	İkinci kat	—	—	1	20
4	Bodrum kat	50	25	1.5	30
	Zemin kat	50	—	1.5	30
	Birinci kat	—	—	1.5	30
	İkinci kat	—	—	1	20
	Üçüncü kat	—	—	1	20

TBDY-2019: Türk bina deprem yönetmeliğinde minimum duvar kalınlıkları aşağıda ifade edilmiştir:

“Tek katmanlı, çift katmanlı ve sandviç duvarların etkin kalınlığı TS EN 1996-11 standardı, 5.5.1.3’e göre belirlenecektir. Duvar kalınlığı (t) belirlenirken sıva kalınlığı dikkate alınmayacaktır.

Duvarın etkin yüksekliği, TS EN 1996-1-1 standardı, 5.5.1.2’ye göre belirlenecektir. Ayrıca Çizelge 3.16’de verilmiştir”(TBDY 2019).

Çizelge 3.16. Kesme kuvveti etkisindeki yığma duvarlarda uygulanacak geometrik şartlar (TBDY-2019, Çizelge 11.4)

Yığma Tipi	$(t_{ef})_{min}$ (mm)	$(h_{ef} / t_{ef})_{max}$
Donatısız yığma, doğal veya yapay kesme taş ile	350	9
Donatısız yığma, diğer kargir birimler ile	240	12
Kuşatılmış yığma	240	15
Donatılı yığma	240	15
Donatılı panel sistemler	200	15

Çatı Kat Duvar Kalınlığı

ABYYHY-1998: Bir alttaki kat için tanımlanan duvar kalınlığı uygulanacaktır.

DBYBHY-2007- TBDY-2019: Bu yönetmeliklerde her hangi bir tanımlama yapılmamıştır.

Taşıyıcı Duvarların Minimum Toplam Uzunluğu

“Eşdeğer çubuk yöntemi kullanılarak yapılacak çözümlemede, yığma duvarın rijitliği kayma ve eğilme deformasyonları dikkate alınarak hesaplanacaktır. Duvar serbest yüksekliği, H, döşeme üst kotundan döşeme (varsa hatıl) alt kotuna kadar olan uzunluk olarak alınır. Duvar uzunluğu ise boşluklar arasında kalan duvar parçası uzunluğu olarak alınır. Dikdörtgen kesitli bir duvar parçası için elastik rijitlik her iki ucun ankastre olduğu kabul edilerek (Denklem 3.7) ile hesaplanacaktır” (TBDY 2019).

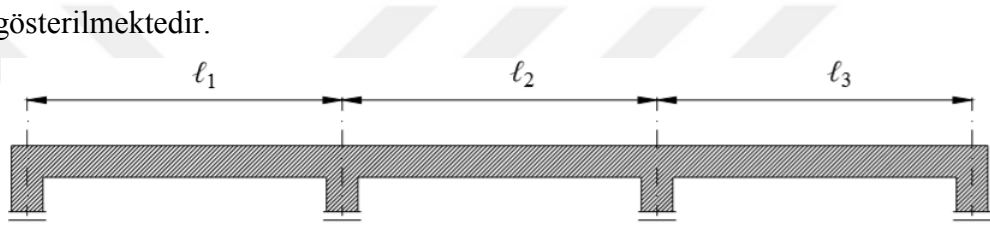
$$k_{duv} = \frac{1}{\left(\frac{H^3}{12E_{duv}I} + \frac{H}{1.2G_{duv}A} \right)} \quad (3.7)$$

E_{duv} ve G_{duv} aşağıda verildiği gibi hesaplanacaktır.

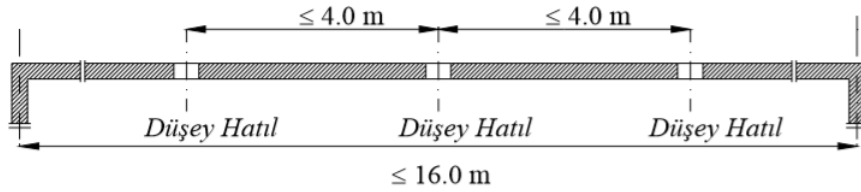
“A dolu duvar parçasının yatay en kesit alanını ve I dolu duvar parçasının atalet momentini göstermektedir. Taşıyıcı duvarların elastisite modülü, E_{duv} , TS EN 1052-1’e göre yapılacak deneyler yolu ile belirlenebilir. Bu deneylerin yapılmadığı durumlarda E_{duv} değeri yapısal çözümleme için $750f_k$ değerine eşit alınacaktır. Donatılı paneller ile oluşturulmuş duvarların elastisite modülü $450f_k$ olarak alınacaktır. Duvar kayma modülü, G_{duv} , elastisite modülünün %40’ı olarak alınacaktır.” (TBDY 2019)

Taşıyıcı Duvarların Maksimum Mesnetlenmemiş Uzunluğu

ABYYHY-1998- DBYBHY-2007: Her iki yönetmelikte de uzunluk aynı olup şekil 3.2’de gösterilmektedir.

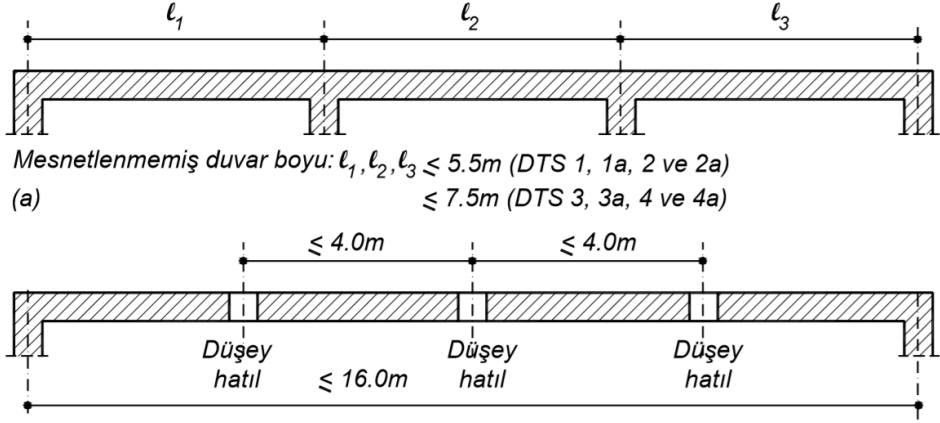


Mesnetlenmemiş duvar boyu : l_1, l_2 ve l_3 $\begin{cases} \leq 5.5 \text{ m (1. derece deprem bölgesi)} \\ \leq 7.5 \text{ m (2,3 ve 4. derece deprem bölgesi)} \end{cases}$
(Bkz. 5.4.5.1)



Şekil 3.2. Taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatlılar arası mesafeler

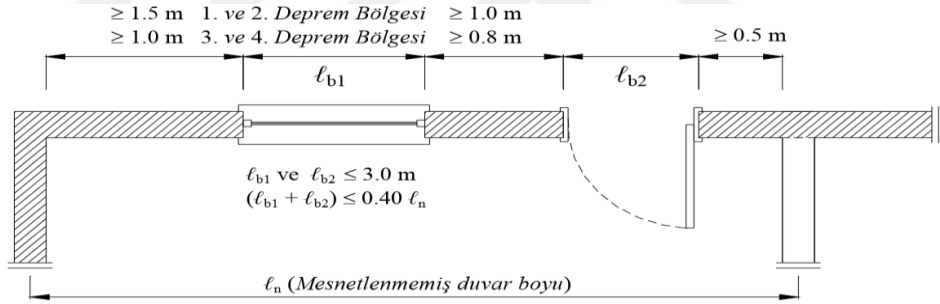
TBDY-2019: Taşıyıcı duvarların maksimum mesnetlenmemiş uzunluğu Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Taşıyıcı duvarların desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatlılar arası mesafeler

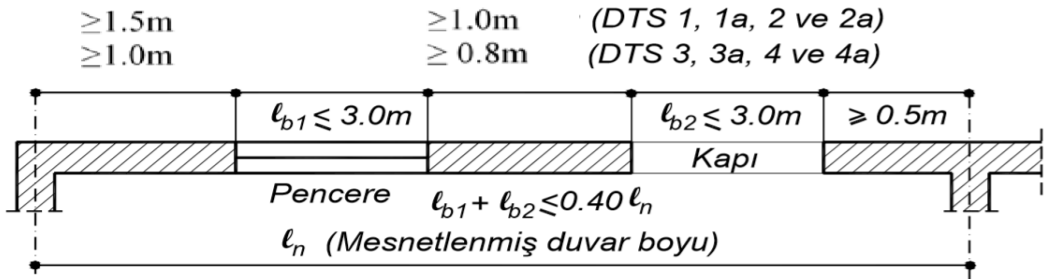
Taşıyıcı Duvarlar Boşlukları

ABYYHY-1998- DBYBHY-2007: Her iki yönetmelikte de taşıyıcı duvar boşlukları aynı olup Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşlukları

TBDY-2019: Taşıyıcı duvar boşlukları Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşlukları

Lentolar Ve Hatıllar

ABYYHY-1998: Lento ve hatıl koşulları aşağıda açıklanmıştır:

“Pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan kısımlarının her birinin uzunluğu, serbest lento açıklığının %15’inden ve 20 cm’den az olmayacaktır.”(ABYYHY-1998)

DBYBHY-2007: Lento ve hatıl koşulları aşağıda açıklanmıştır:

“Pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan kısımlarının her birinin uzunluğu, serbest lento açıklığının %15’inden ve 20 cm’den az olmayacaktır. Kerpiç duvarlı binalarda kapı üst ve pencere üst ve altlarına ahşap lento yapılabilir. Ahşap lentolar ikişer adet 100 mm×100 mm kesitinde ahşap kadronla yapılacaktır. Ahşap lentoların duvarlara oturan kısımlarının her birinin uzunluğu 200 mm’den az olmayacaktır.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Lento ve hatıl koşulları aşağıda açıklanmıştır:

“Kapı ve pencere boşluklarının üstünde betonarme lentolar yapılacaktır. Lentoların duvara oturan bölümlerinin boyu 200 mm’den az olmayacaktır. Lento yüksekliği 150 mm’den az olmayacaktır. Taşıyıcı duvarlarda bırakılacak kapı ve pencere boşluklarında Şekil 3.5’de verilen kurallara uyulacaktır.”(TBDY 2019)

3.1.1. Yatay Hatıllar

ABYYHY-1998: Yatay hatıllar konusunda aşağıda bilgiler verilmiştir:

“Merdiven sahanlıkları da dâhil olmak üzere, her bir döşemenin taşıyıcı duvarlara oturduğu yerlerde, betonarme döşeme ile birlikte (monolitik olarak) dökülmek üzere, aşağıdaki koşulları sağlayan betonarme yatay hatıllar yapılacaktır. Birinci olarak yatay hatılların genişliği taşıyıcı duvar genişliğine eşit olacak, yüksekliği ise 20 cm’den az olmayacaktır.

İkinci ise hatıllarda beton kalitesi en az C olacak, içlerine taş duvarlarda en az üçü altta, üçü üstte olmak üzere 6Ø10, diğer taşıyıcı duvarlarda ise en az 4 Ø 10 boyuna donatı ile birlikte en fazla 25 cm ara ile Ø 8’lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği sağlayacak biçimde bindirilecektir.

Moloz taş duvarlarda, döşeme ve merdiven sahanlıkları dışında, düşeyde eksenden eksene aralıkları 1,5 m’yi geçmemek üzere betonarme yatay hatıl yapılacaktır.”(ABYYHY-1998)

DBYBHY-2007: Yatay hatıllar hakkında aşağıda bilgiler verilmiştir:

“Merdiven sahanlıkları da dâhil olmak üzere, her bir döşemenin taşıyıcı duvarlara oturduğu yerlerde, betonarme döşeme ile birlikte (monolitik olarak) dökülmek üzere, aşağıdaki koşulları sağlayan betonarme yatay hatıllar yapılacaktır. İlk olarak yatay hatılların genişliği taşıyıcı duvar genişliğine eşit olacak, yüksekliği ise 20 cm’den az olmayacaktır

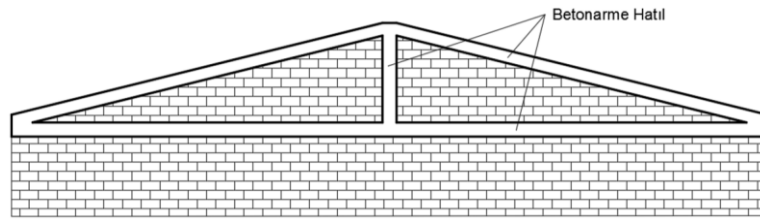
İkinci ise hatılarda beton kalitesi en az C olacak, içlerine taş duvarlarda en az üçü altta, üçü üstte olmak üzere 6 Ø 10, diğer taşıyıcı duvarlarda ise en az 4 Ø 10 boyuna donatı ile birlikte en fazla 25 cm ara ile Ø8’lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği sağlayacak biçimde bindirilecektir.

Moloz taş duvarlarda, döşeme ve merdiven sahanlıkları dışında, düşeyde eksenden eksene Aralıkları 1,5 m’yi geçmemek üzere betonarme yatay hatıl yapılacaktır.

Kerpiç yığma duvarlarda ahşap hatıl yapılabilir. Ahşap hatıl için, 100 mm× 100 mm kesitindeki iki adet kadron, dış yüzleri duvar iç ve dış yüzeyleri ile çakışacak aralıkta konulacaktır. Bu kadronlar boylamasına doğrultuda 500 mm’de bir 50 mm× 100 mm kesitinde dikine kadronlarla çivili olarak birleştirilecek ve araları taş kırıntıları ile doldurulacaktır.”(TYBHY 2007)

TBDY-2019: Yatay hatıllar ile ilgili aşağıda bilgiler verilmiştir:

“En üst kattaki yatay hatıla oturan çatı kalkan duvarının yüksekliği 0,80 m’den büyük ise düşey ve eğik hatıllar yapılacaktır Şekil 3.6. Donatısız ve kuşatılmış yığma binalarda en üst kat parapet duvarlarının plandaki desteklenmemiş en büyük uzunlukları ve düşey hatıllar arası mesafeler, Şekil 3.3’de verilen şartlara uyacaktır. Donatılı yığma ve donatılı panel sistemli binalarda Şekil 3.3’de verilen boyut sınırları %20 arttırılabilir. Parapet yüksekliği 1,00 m’den büyük ise parapet yüksekliği boyunca her 1,00 m’de bir yatay hatıl oluşturulacaktır. Bu şartlara uyulmaması durumunda parapet duvarının yüksekliği duvar kalınlığının dört katını aşmayacaktır.”(TBDY-2019)



Şekil 3.6. Yığma yapıların çatı katlarında kullanılan hatıllar

Düsey Hatıllar

ABYYHY-1998: Düsey hatıllar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

“Yığma kargir binaların depreme dayanıklılıklarının arttırılması amacı ile bina köşelerinde, taşıyıcı duvarların düsey arakesitlerinde, kapı ve pencere boşluklarının her iki yanında kat yüksekliğince betonarme düsey hatıllar yapılması uygundur. Düsey hatıllar, her iki yandan gelen taşıyıcı duvarların örülmesinden sonra duvarlara paralel olarak konulacak kalıpların arasındaki kısmın donatılarak betonlanması ile yapılacaktır Bina köşelerinde ve taşıyıcı duvarların arakesitlerinde düsey hatılların en kesit boyutları kesişen duvarların kalınlıklarına eşit olacaktır. Pencere ve kapı boşluklarının her iki yanına yapılacak düsey hatıllarda ise, hatılın duvara dik en kesit boyutu duvar kalınlığından, diğer en kesit boyutu ise 20 cm'den az olmayacaktır. Düsey hatıllarda beton kalitesi en az C16 olacak, içlerine taş duvarlarda her iki duvar yüzüne paralel en az üç adet olmak üzere 6 Ø 12, diğer taşıyıcı duvarlarda ise en az 4 Ø 12 boyuna donatı ile birlikte en fazla 20 cm ara ile Ø 8'lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar için temelde ve katlar arasında filiz bırakılacak, donatı uçları sürekliliği sağlamak üzere uygun şekilde kenetlenecektir.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: Düsey hatıllar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

“Yığma kargir binaların depreme dayanıklılıklarının arttırılması amacı ile bina köşelerinde, taşıyıcı duvarların düsey arakesitlerinde, kapı ve pencere boşluklarının her iki yanında kat yüksekliğince betonarme düsey hatıllar yapılması uygundur.

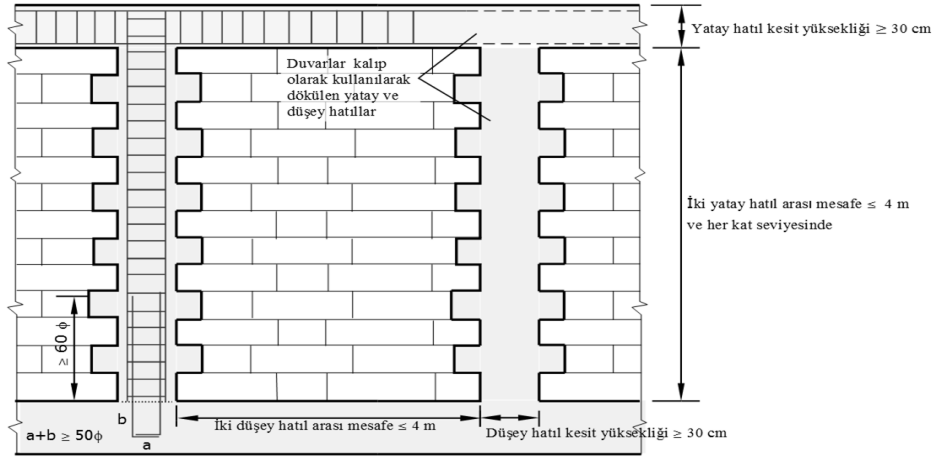
Düsey hatıllar, her iki yandan gelen taşıyıcı duvarların örülmesinden sonra duvarlara paralel olarak konulacak kalıpların arasındaki kısmın donatılarak betonlanması ile yapılacaktır

Bina köşelerinde ve taşıyıcı duvarların arakesitlerinde düsey hatılların enkesit boyutları kesişen duvarların kalınlıklarına eşit olacaktır. Pencere ve kapı boşluklarının her iki yanına yapılacak düsey hatıllarda ise, hatılın duvara dik enkesit boyutu duvar kalınlığından, diğer enkesit boyutu ise 20 cm'den az olmayacaktır.

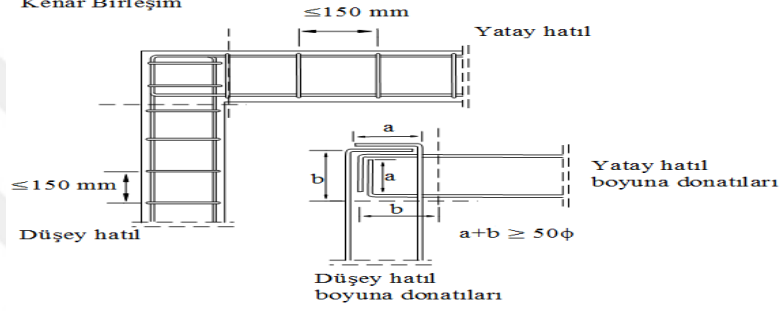
Düsey hatıllarda beton kalitesi en az C16 olacak, içlerine taş duvarlarda her iki duvar yüzüne paralel en az üç adet olmak üzere 6 Ø 12, diğer taşıyıcı duvarlarda ise en az 4 Ø 12 boyuna donatı ile birlikte en fazla 20 cm ara ile Ø 8'lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar için temelde ve katlar arasında filiz bırakılacak, donatı uçları sürekliliği sağlamak üzere uygun şekilde kenetlenecektir.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Düsey hatıllar aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

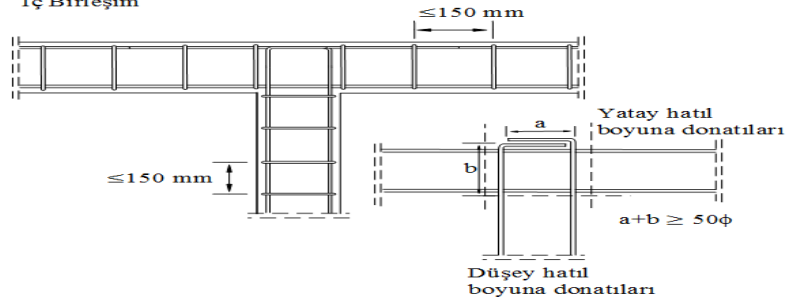
“Kuşatılmış yığma binalarda yatay ve düşey hatıllar, yığma duvarlar örüldükten sonra ve duvarlar kalıp olarak kullanılarak dökülecektir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8). Kuşatılmış yığma binalarda düşey hatıl aşağıdaki durumlarda teşkil edileceklerdir: Birincisi taşıyıcı duvarların serbest kenarlarında, ikinci olarak alanı $1,5 \text{ m}^2$ 'den daha büyük olan duvar boşluklarının her iki tarafında, üçüncüsü her 4 m duvar uzunluğunda bir, hatıllar arası mesafe 4 m'yi geçmeyecek şekilde, ve dördüncüsü ise iki taşıyıcı duvarın birbirine birleştiği yerlerde (eğer en yakın düşey hatıl $1,5 \text{ m}$ 'den daha uzakta ise). Kuşatılmış yığma binalarda düşey hatılların enkesit yükseklikleri 300 mm'den ve bu hatılarda boyuna donatı $6\phi 12$ 'den, enine donatı $\phi 8/150 \text{ mm}$ 'den az olmayacaktır. Düşey hatılların enkesit genişliği, en az duvar kalınlığı kadar olacaktır. Düşey hatıl donatılarında bindirmeli ekler 60ϕ 'den daha kısa olmayacaktır. Donatılı yığma binalarda yatay donatılar yatay derzlerin içerisine veya uygun çentiklere yerleştirilecektir. Bu donatıların düşey aralıkları 600 mm'yi geçmeyecektir. Duvardaki yatay donatı oranı duvar brüt kesit alanı üzerinden %0,05'den daha az olmayacaktır Şekil 3.9. Donatılı yığma binalarda düşey donatılar kargir birimlerdeki ceplere veya deliklere yerleştirilecektir. Bu donatıların oranı duvar brüt kesit alanı üzerinden %0,08'den küçük olmayacaktır. Düşey donatı aralığı en fazla 600 mm olacaktır. Kapı ve pencere boşluklarının her bir kenarı boyunca en az $2\phi 12$ ek donatı konulacaktır (Şekil 3.9). Duvar kesitlerinin en uç kısımlarında kullanılan donatıların etrafından, çapı 4 mm'den az olmayan açık etriye şeklinde yatay donatılar geçirilecektir (Şekil 3.10). Donatılı yığma binalarda yukarıda belirtilen düşey donatıya ek olarak taşıyıcı duvarların serbest kenarları, duvar-duvar birleşimleri, ve son olarak 5 m'de bir $4\phi 12$ 'den daha az olmayacak şekilde düşey donatı yerleştirilecek ve bu donatıların yerleştirildiği cepler veya delikler harçla doldurulacaktır. Donatılı paneller ile teşkil edilen binalarda döşeme panelleri ile mesnetlendikleri betonarme hatılların ve temelin bağlantı detayları Şekil 3.7'de verilen şartları sağlayacaktır.”(TBDY 2019)



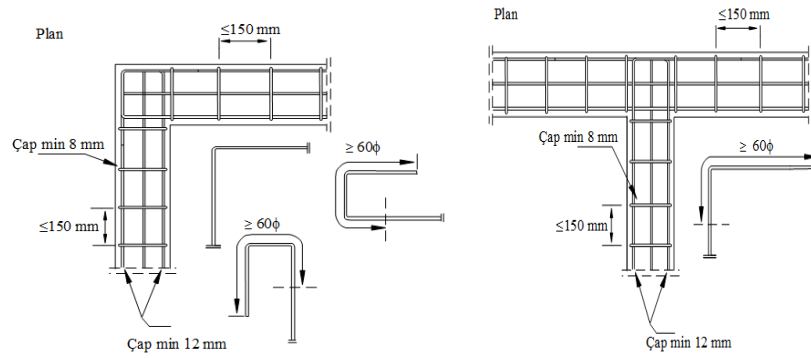
Kenar Birleşim



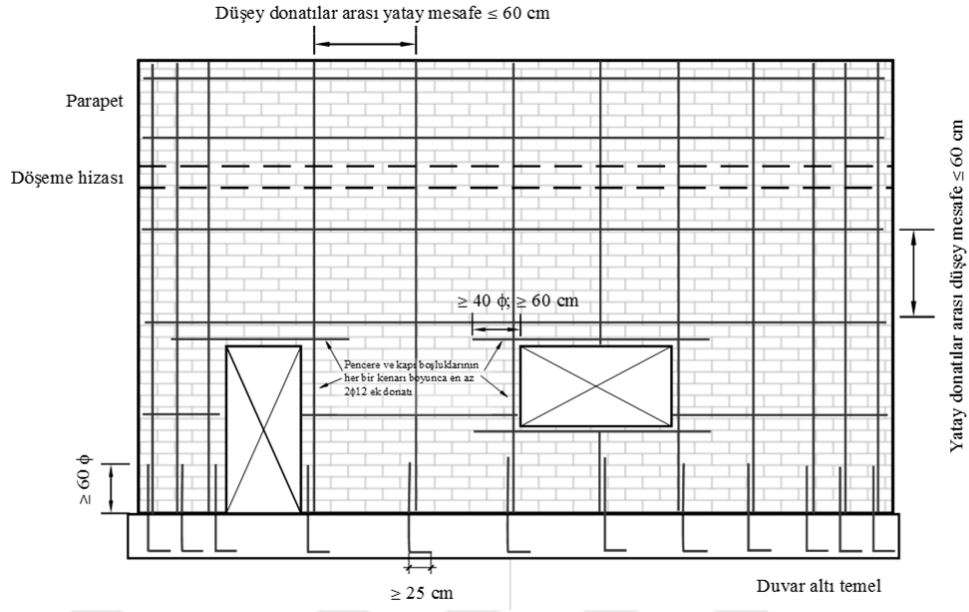
İç Birleşim



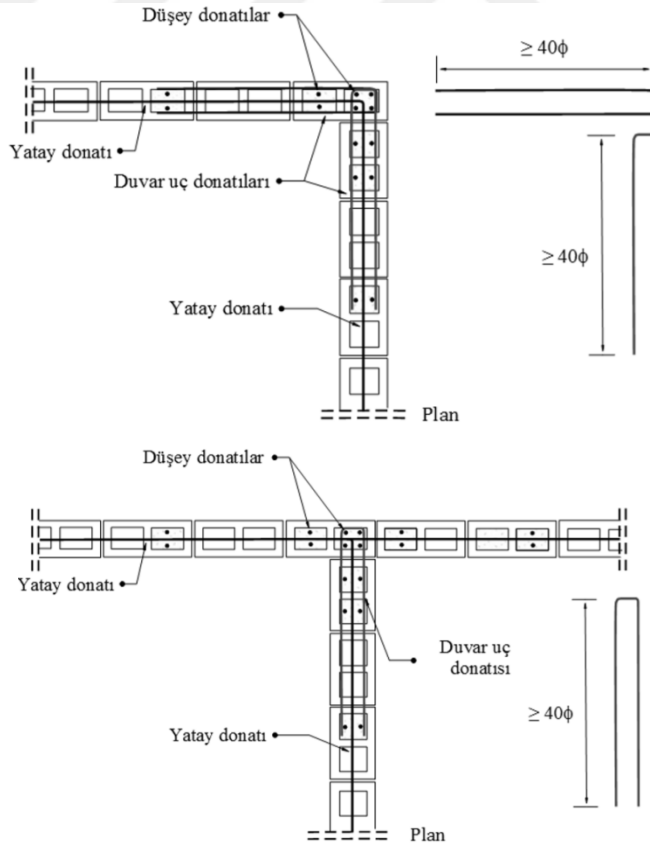
Şekil 3.7. Kuşatılmış yığma binalarda yatay ve düşey hatıllar



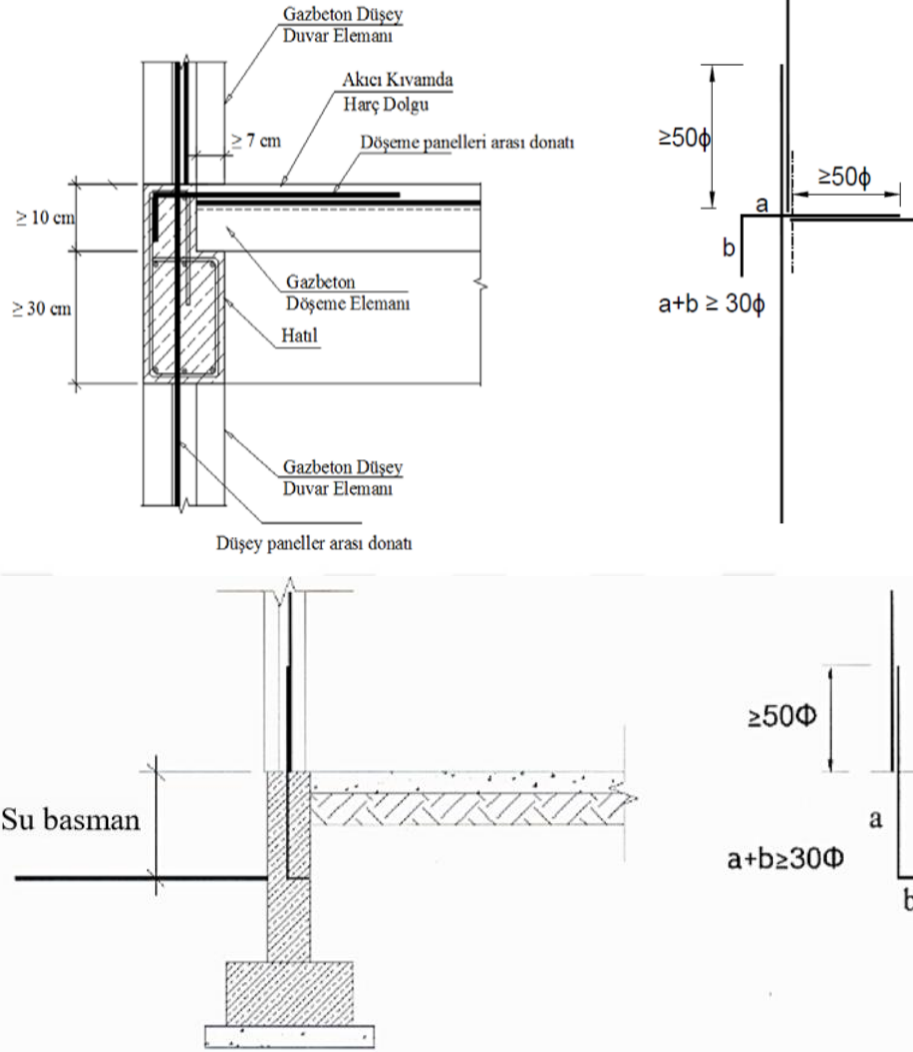
Şekil 3.8. Kuşatılmış yığma binalarda yatay ve düşey hatıllar



Şekil 3.9. Maksimum düşey donatı aralığı



Şekil 3.10. Duvar kesitlerinin en uç kısımlarında kullanılan donatıların etrafından, çapı 4 mm'den az olmayan açık etriye şeklinde yatay donatılar geçirilmesi



Şekil 3.11. Duvar kesitlerinin en uç kısımlarında kullanılan donatıların etrafından, çapı 4 mm'den az olmayan açık etriye şeklinde yatay donatılar geçirilmesi

Döşemeler

ABYYHY-1998: Döşeme ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

“Yığma kargir binalarda, TS-500'deki kurallara göre boyutlandırılarak donatılan betonarme plak döşemeler veya dişli döşemeler kullanılacaktır. Döşemeleri yukarıdakilere uymayan yığma binalar, bütün deprem bölgelerinde, varsa bodrum kat hariç olmak üzere, en fazla iki katlı olarak yapılacaktır. Konsol şeklindeki balkonlar, kornişler ve çatı saçakları sadece kat döşemelerinin devamı olarak yapılacak ve serbest konsol uzunluğu 1,5 m'den fazla olmayacaktır. Konsol şeklinde yapılan merdivenlerin serbest konsol uzunluğu ise en fazla 1,0 m olacaktır.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: Döşeme ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

“Yığma kâgir binalarda, TS-500’deki kurallara göre boyutlandırılarak donatılan betonarme plak döşemeler veya dişli döşemeler kullanılacaktır. Döşemeleri yukarıdakilere uymayan yığma binalar, bütün deprem bölgelerinde, varsa bodrum kat hariç olmak üzere, en fazla iki katlı olarak yapılacaktır. Kerpiç duvarlı binalar ise bodrum katı sayılmaksızın en çok tek katlı yapılacaktır. Konsol şeklindeki balkonlar, kornişler ve çatı saçakları sadece kat döşemelerinin devamı olarak yapılacak ve serbest konsol uzunluğu 1,5 m’den fazla olmayacaktır. Konsol şeklinde yapılan merdivenlerin serbest konsol uzunluğu ise en fazla 1,0 m olacaktır. Bu madde kerpiç duvarlı binalar için geçerli değildir.”(DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Döşeme ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

“Donatısız yığma binalar, donatılı yığma binalar ve kuşatılmış yığma binalarda rijit diyafram etkisini sağlamak üzere, en az 100 mm kalınlığında betonarme döşeme yapılacaktır. Bu döşeme en az 300 mm kesit yükseklikli ve 6φ12 boyuna, φ8/150 mm enine donatılı yatay hatılara mesnetlenecektir. Yatay hatıların genişliği, en az duvar kalınlığı kadar olacaktır. Yatay hatıların düşeydeki aralığı 4 m’yi aşmayacaktır. Donatılı panellerden oluşan binalarda döşemelerin yine donatılı paneller ile oluşturulması durumunda panellerin her iki doğrultuda rijit diyafram olarak çalışmasını sağlayacak düzenlemeler yapılacaktır.”(TBDY 2019)

Çatılar

ABYYHY-1998: Yığma yapıların çatıları hakkında aşağıdaki şekilde bilgiler verilmiştir:

“Yığma kâgir binaların çatıları, betonarme teras çatı, ahşap veya çelik oturtma çatı olarak yapılabilir. Ahşap çatı donanımının döşeme ve taşıyıcı duvarların üstündeki yatay hatılar ile bağlantıları TS-2510’da verilen kurallara göre yapılacaktır. En üst kattaki yatay hatıla oturan çatı kalkan duvarının yüksekliğinin 2 m’yi geçmesi durumunda, düşey ve eğik hatılar yapılacaktır.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: Yığma yapıların çatıları hakkında aşağıdaki şekilde bilgiler verilmiştir:

“Yığma kâgir binaların çatıları, betonarme teras çatı, ahşap veya çelik oturtma çatı olarak yapılabilir. Ahşap çatı donanımının döşeme ve taşıyıcı duvarların üstündeki yatay hatılar ile bağlantıları TS-2510’da verilen kurallara göre yapılacaktır. En üst kattaki yatay hatıla

oturan çatı kalkan duvarının yüksekliğinin 2 m'yi geçmesi durumunda, düşey ve eğik hatılar yapılacaktır. Kerpiç yığma binaların çatıları, dış duvarları en çok 500 mm aşacak biçimde saçaklı olarak ve olabildiğince hafif yapılacaktır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde toprak dam yapılmayacaktır. Üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise toprak damın toprak örtü kalınlığı 150 mm'den daha büyük olamaz. Kerpiç binaların çatıları ahşap makas, veya betonarme plak olarak yapılabilir.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Yığma yapıların çatıları hakkında aşağıdaki şekilde bilgiler verilmiştir:

“En üst kattaki yatay hatla oturan çatı kalkan duvarının yüksekliği 0.80 m'den büyük ise düşey ve eğik hatılar yapılacaktır.”(TBDY 2019)

Taşıyıcı Olmayan Duvarlar

ABYYHY-1998: Taşıyıcı olmayan duvarlar konusunda aşağıda bilgiler verilmiştir:

“Boşluklu beton briket, cürufli briket, yatay delikli tuğlalar, TS-2510 ve TS705'te tanımlanan maksimum boşluk oranlarını sağlamayan düşey boşluklu tuğlalar, TS4377'ye göre dolgu duvarları için imal edilen diğer tuğlalar, blok tuğlalar ve benzeri biçim verilmiş bloklar hiçbir zaman taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılmayacaktır. Taşıyıcı olmayan bölme duvarlarının kalınlığı en az 1/2 tuğla veya tuğla dışı malzemelerde en az 10 cm olacaktır. Bu duvarlar, her iki uçta taşıyıcı duvarlara düşey arakesit boyunca bağlanarak örülecektir. Taşıyıcı olmayan duvarların üstü ile tavan döşemesinin altı arasında en az 1 cm boşluk bırakılacak, ancak düzlemine dik deprem yüklerinin etkisi altında duvarın devrilmemesi için gerekli önlemler alınacaktır. Teraslarda yığma duvar malzemesi ile yapılan korkulukların yüksekliği 60 cm'den fazla olmayacaktır. Yığma duvar malzemesi ile yapılan bahçe duvarlarının yüksekliği, kaldırım düzeyinden itibaren 1,0 m'den fazla olmayacaktır.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: Taşıyıcı olmayan duvarlar konusunda aşağıda bilgiler verilmiştir:

“Taşıyıcı olmayan bölme duvarlarının kalınlığı en az 100 mm olacaktır. Bu duvarlar her iki uçta taşıyıcı duvarlara düşey arakesit boyunca bağlanarak örülecektir. Taşıyıcı olmayan duvarların üstü ile tavan döşemesinin altı arasında en az 10 mm boşluk bırakılacak, ancak düzlemine dik deprem yüklerinin etkisi ile duvarın düzlemi dışına devrilmemesi için gerekli önlemler alınacaktır. Bu madde kerpiç duvarlı binalar için geçerli değildir. Teraslarda yığma duvar malzemesi ile yapılan korkulukların yüksekliği

600 mm'yi geçmeyecektir. Bu tür korkulukların deprem yükleri altında devrilmesinin önlenmesi için gereken tedbirler alınmalıdır. Yığma duvar malzemesi ile yapılan bahçe duvarlarının yüksekliği, kaldırım düzeyinden başlayarak en çok 1,0 m olacaktır.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Taşıyıcı olmayan duvarlar konusunda aşağıda bilgiler verilmiştir:

Boşluklu beton briketler, dolgu duvarları için üretilmiş diğer tuğlalar, kerpiç, moloz taş, ponza taşı ve benzeri biçim verilmiş bloklar, hiçbir zaman taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılmayacaktır.”(TBDY 2019)

3.1.2. Deprem Hesabına İlişkin Bazı Kurallar

ABYYHY-1998, DBYBHY-2007: Her iki yönetmelikte olmayan bazı kurallar yeni deprem yönetmeliğinde vardır.

TBDY-2019: Türkiye bina deprem yönetmeliğinde deprem hesabına ilişkin bazı kurallar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

“Bina taşıyıcı sistemi modellenecek, düşey ve yatay yüklerin birleşik etkileri altında yapısal çözümleme yapılacaktır. Yapısal çözümleme, sonlu elemanlar veya eşdeğer çubuk yöntemlerinden biri kullanılarak yapılabilir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılacak çözümlemelerde, taşıyıcı duvar; ayrıntılı mikro modelleme, basitleştirilmiş mikro modelleme veya makro modelleme teknikleri kullanılarak modellenebilir. Ayrıntılı mikro modelleme tekniğinde, yığma duvar bileşenleri (kargir birim, yatay ve düşey harç derzleri) ayrı ayrı dikkate alınır. Basitleştirilmiş mikro modelleme tekniğinde, yatay ve düşey harç derzleri ihmal edilmekte ve genişletilen kargir birimler ortalama ara yüzey çizgileriyle birbirinden ayrılmaktadır. Makro modelleme tekniğinde ise yığma duvar kompozit bir malzeme olarak düşünülmektedir. Her bir taşıyıcı duvar üzerindeki yeniden dağılıma, duvardaki kesme kuvveti %25'ten daha fazla azalmamak ve %33'ten daha fazla artmamak şartı ile izin verilecektir. Donatısız yığma binalar, donatılı yığma binalar ve kuşatılmış yığma binalarda rijit diyafram etkisini sağlamak üzere, en az 100 mm kalınlığında betonarme döşeme yapılacaktır. Bu döşeme en az 300 mm kesit yükseklikli ve 6φ12 boyuna, φ8/150 mm enine donatılı yatay hatıllara mesnetlenecektir. Yatay hatılların genişliği, en az duvar kalınlığı kadar olacaktır. Yatay hatılların düşeydeki aralığı 4 m'yi aşmayacaktır. Donatılı panellerden oluşan binalarda döşemelerin yine donatılı paneller ile oluşturulması durumunda panellerin her iki doğrultuda rijit diyafram olarak

çalışmasını sağlayacak düzenlemeler yapılacaktır. Kuşatılmış yığma binalarda betonarme düşey ve yatay hatıllar yapısal modellemede dikkate alınmayacaktır. Duvar kesit uzunluğu duvar kalınlığının iki katından küçük olan duvarlar hesaplarda taşıyıcı olarak dikkate alınmayacaktır.”(TBDY 2019)

3.2. Yığma Yapıların Deprem Yüğü Hesapları

Spektral İvme Katsayısı $A(T)$

ABYYHY-1998: Spektral ivme katsayısı aşağıda verilmiştir:

“Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumunun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen spektral ivme katsayısı, $A(T_1) = A_0 * I * S(T_1)$, kullanılacak.”(ABYYHY 1998)

DBYBHY-2007: Spektral ivme katsayısı aşağıda verilmiştir:

“Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan spektral ivme katsayısı, $A(T_1) = A_0 * I * S(T_1)$ ile bulunacak. %5 sönüm oranı için tanımlanan elastik ivme spektrumu'nun ordinatı olan elastik spektral ivme, $S_{ae}(T)$, spektral ivme katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir. Yukarıdaki denklemde, A_0 etkin yer ivmesi katsayısını, I bina önem katsayısını, $S(T_1)$ spektrum katsayısını göstermektedir.”(DBYBHY 2007)

TBDY-2019: Spektral ivme katsayısı aşağıda verilmiştir:

“Çizelge 3.20'de tanımlanan yerel zemin sınıfları'na bağlı olarak yerel zemin etki katsayıları F_s ve F_1 , sırası ile, Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelgelerde harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.”(TBDY 2019)

Etkin Yer İvmesi Katsayısı

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007: Spektral ivme katsayısının belirleneceği denklemde yer alan etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 , Çizelge 3.17'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.17. Etkin yer ivme katsayısı A_0 (DBYBHY,2007)

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>A_0</i>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

TBDY-2019: Yeni yönetmelikte deprem bölgesi olmadığı için etkin yer ivmesi de tanımlanmamıştır.

Bina Önem Katsayısı (I)

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007:Spektral ivme katsayısı denkleminde yer alan bina önem katsayısı, I, Çizelge 3.18’te tanımlanmıştır.

Çizelge 3.18. Bina önem katsayısı (I)(DBYBHY 2007 Çizelge 2.3)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

TBDY-2019: Bina önem kat sayıları (TBDY-2019, Çizelge 3.1)de yukarıda çizelge 3.3’te verilmektedir.

Yerel Zemin Sınıfları

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007: Yerel zemin sınıfı (Çizelge 3.19)’de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Yerel zemin sınıfları ve spektrum karakteristik periyotları(DBYBH2007 Çizelge 6.2)

<i>Yerel Zemin Sınıfı</i>	<i>Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)</i>
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

TBDY-2019: Yerel zemin sınıfı (Çizelge 3.20)'de verilmektedir

Çizelge 3.20. Yerel zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007: Eşdeğer deprem yükü aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denklem (3.8.) ile belirlenecektir”(ABYYHY 1998, DBYBHY 2007).

$$V_t = \frac{W_* A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 * A_0 * I * W \quad (3.8)$$

3.8'deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“3.8 denkleminde, W binanın deprem hesabına katılan toplam ağırlığını, A(T₁) birinci doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme katsayısını, R_a(T₁) deprem yükü azaltma katsayısını, A₀ etkin yer ivmesi katsayısını, I bina önem katsayısını göstermektedir. Binanın birinci doğal titreşim periyodu T₁, eşdeğer deprem yükü Yöntemi'nin uygulanması durumunda, binanın deprem doğrultusundaki hâkim doğal periyodu, Denklem (3.9) ile hesaplanan değerden daha büyük alınmayacaktır.”(DBYBHY 2007)

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}}} \quad (3.9)$$

3.9'deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

3.9 bağıntısında, m_i binanın i.katının kütesini (m_i=w_i/g), F_{fi} birinci doğal titreşim periyodu hesabında i. kata etkileyen fiktif (hayali) yükü, d_{fi} binanın i.katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirmeyi göstermektedir. i'inci kata etkileyen fiktif yükü gösteren F_{fi}, (Denklem 3.10)'da (V_t – ΔF_N) yerine herhangi bir değer (örneğin 100) konularak elde edilecektir.

$$F_{fi} = (V_t - \Delta F_N) * \frac{W_i * H_i}{\sum_j^N W_j * H_j} \quad (3.10)$$

TBDY-2019: Taban kesme kuvveti aşağıda açıklandığı gibi hesaplanacaktır:

“Gözönüne alınan (X) deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) V_{tE}^(X) Denklem (3.11) ile belirlenecektir.”(TBDY 2019)

$$V_{tE}^{(X)} = m_t * S_{aR}(T_P^{(X)}) \geq 0.04 * m_t * I * S_{DS} * g \quad (3.11)$$

Binanın Deprem Hesabına Katılan Toplam Ağırlığının W Belirlenmesi

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007-TBDY-2019

Toplam ağırlığın belirlenmesi aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında, denklem 3.10’de yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak olan toplam ağırlığı, aşağıda verilen (Denklemi 3.12) kullanılarak belirlenebilir.”(ABYYHY 1998, DBYBHY 2007, TBDY 2019)

$$W = \sum_i^N w_i \quad (3.12)$$

3.12’deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Denklemi (3.12)’de, N kat sayısı, w_i binanın i.katının hareketli yük katılım katsayısı, w_i kat ağırlıkları ise Denklem (3.13) ile hesaplanacaktır.” (ABYYHY 1998, DBYBHY 2007, TBDY 2019)

$$w_i = g_i + n * q_i \quad (3.13)$$

3.13’deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Denklemi 3.13 ‘de, g_i i. kat sabit yükleri toplamını, q_i i.kat hareketli yükleri toplamını, n ise hareketli yük katılım katsayısını göstermektedir ve (Çizelge 3.21)’de verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında göz önüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30’u göz önüne alınacaktır” (ABYYHY 1998, DBYBHY 2007, TBDY 2019).

Çizelge 3.21. Hareketli yük katılım katsayısı (n)(DBYBHY 2007 Çizelge 2.7)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

ABYYHY-1998-DBYBHY-2007: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıda verilmiştir:

“Denklem 3.8 ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denklem (3.14) ile ifade edilir.” (ABYYHY 1998, DBYBHY-2007)

$$v_t = \Delta F_N + \sum_{j=1}^N F_j \quad (3.14)$$

3.14’deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Binanın N’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N ’in değeri Denklem (3.15a) ile belirlenecektir.” (ABYYHY 1998, DBYBHY-2007)

$$\Delta F_N = 0.0075 * N * V_t \quad (3.15a)$$

3.15a’deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Burada; ABYYHY’te binanın N’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Denklem (3.15b) ile hesaplanacaktır.” (ABYYHY 1998, DBYBHY-2007)

$$\Delta F_N = 0.07 * T_1 * V_t \leq 0.2 * V_t \quad (3.15b)$$

3.15b’deki her bir harfin tanımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

“Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N’inci kat dâhil olmak üzere, bina katlarına yukarıda verilen Denklem (3.10) ile dağıtılacaktır.” (ABYYHY 1998, DBYBHY-2007)

TBDY-2019: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıda verilmiştir:

“Denklem 3.11 ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak denklem 3.14 ile ifade edilir. Binanın N’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü denklem 3.15a ile hesaplanacaktır.

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\square F_{NE}^{(X)}$ dışında geri kalan kısmı, N’inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına yukarıda verilen Denklem (3.10) ile dağıtılacaktır.” (TBDY 2019)

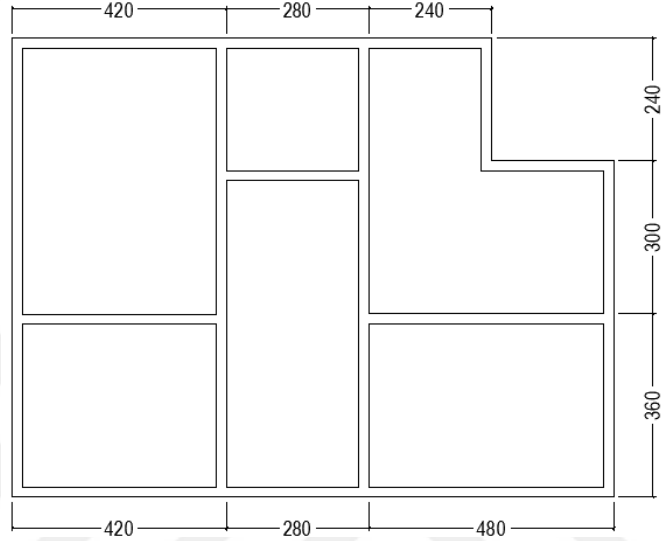
TBDY-2019: Azaltılmış tasarım spektral ivmesi(g) Denklem (3.16) ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (3.16)$$

3.3. Deprem Hesabı Yapılan Örnek Binalar Hakkında Bilgiler

Birinci Örnek Yapı

Bu çalışmada; uygulamaya konu olan birinci yapı, zemin ve birinci kat olup toplam iki kattan oluşmaktadır. Zemin kat yüksekliği ve 1. Kat yüksekliği 2.70 m olup aşağıda şekil 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.12. Örnek yığma yapının plan görünüşü (Erden, 2004)

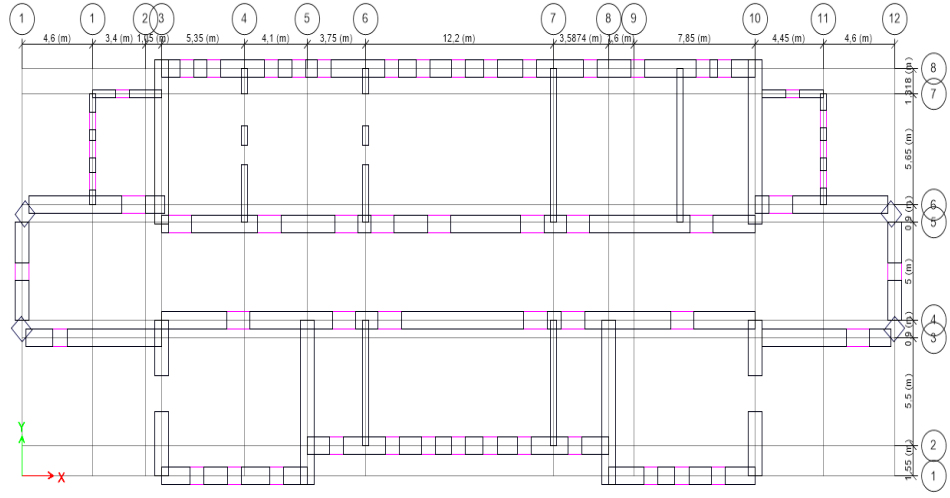
Yapının toplam ağırlığı malzeme birim ağırlıklarından ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak belirlenmiş ve aşağıdaki (Çizelge 3.22)’de sunulmuştur.

Çizelge 3.22: İncelenen yapıya ait genel özellikler

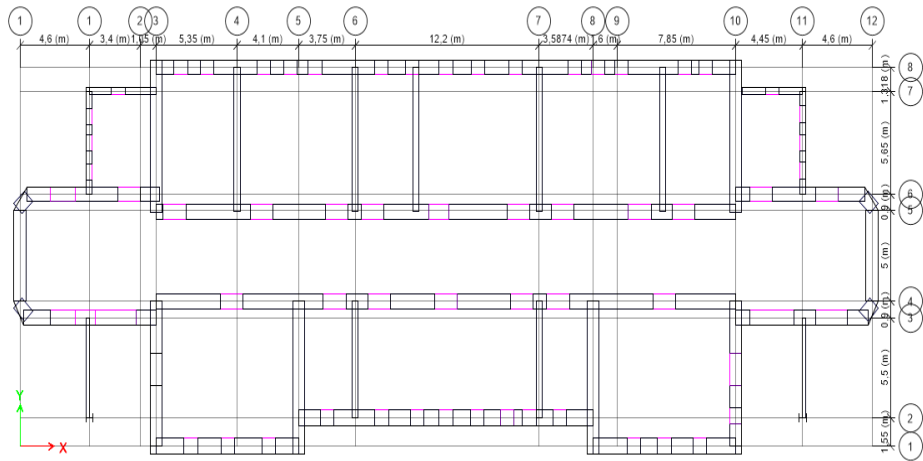
Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Bingöl-Merkez
Döşeme Alanı	100.44 m ²
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Duvar Kalınlığı	30 cm
Bina Hareketli Yükü	2 kN/m ²
Lento Boyutu	30 cm x 30 cm
Beton Elastisite Modülü	E _c =25000 MPa
Kat Yüksekliği	270 cm
Kat Adedi	2
Tuğla Birim Ağırlığı	15kN/m ³
Poisson Oranı	$\nu_c = 0.25$

İkinci Örnek Yapı

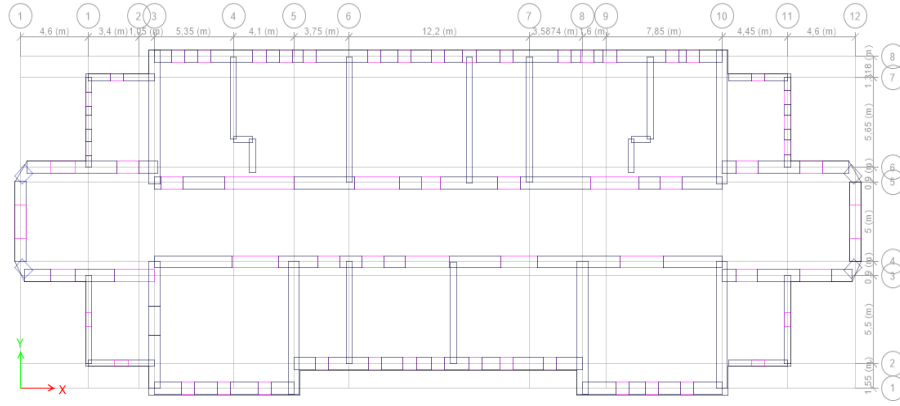
Bu çalışmada; uygulamaya konu olan ikinci yapı bodrum, zemin ve birinci kat olup toplam üç kattan oluşmaktadır. Bodrum kat ve zemin kat yüksekliği 5.00 mt, ve 1. Kat yüksekliği 4.50 m'dir. Örnek yapı Konya merkezde olup tarihi yığma bir yapıdır. Yapıya ait genel özellikler aşağıda bodrum kat plan görünüşü (Çizelge 3.13)'te zemin kat plan görünüşü (Çizelge 3.14)'te 1. kat plan görünüşü (Çizelge 3.15)'te gösterilmiştir (Uğuz 2016).



Şekil 3.13. İncelenen yapıya ait bodrum kat plan görünüşü (Uğuz 2016)



Şekil 3.14. İncelenen yapıya ait zemin kat plan görünüşü (Uğuz 2016)



Şekil 3.15. İncelenen yapıya ait birinci kat plan görünüşü (Uğuz 2016)

İkinci binaya ait genel özellikler aşağıda (Çizelge 3.23)'te verilmektedir.

Çizelge 3.23: İncelenen yapıya ait genel özellikler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Konya-Gazi Lisesi
Döşeme Alanı	1003.00 m ²
Yerel Zemin Sınıfı	Z1 (DBYYHY, 2007)
Bodrum Kat Duvar Kalınlığı	90 cm
Zemin Kat Duvar Kalınlığı	80 cm
1.Kat Duvar Kalınlığı	75 cm
Bodrum Kat Yüksekliği	500 cm
Zemin Kat Yüksekliği	500 cm
Zemin Kat Yüksekliği	450 cm
Kat Adedi	3
Poisson Oranı	$\nu_c = 0,20$
Duvar Malzemesi	Moloz Taş
Taşıyıcı duvar birim hacim ağırlığı	1800 kg/m ³
F_k	1.20 MPa
E_{duvar} (Elastisite Modülü)	900 MPa
G_{duvar} (Kayma Modülü)	360MPa

3.4.Örnek Binalar İçin Yapılan Deprem Hesapları

Önceki bölümde detayları verilen örnek iki yığma bina için deprem hesabı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998 (ABYYHY 1998), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019) yönetmeliklerine göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapılacaktır. Her iki yapı için de Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’de bulunan dört farklı deprem bölgesi tanımına göre deprem kuvvetleri hesaplanacaktır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019’da deprem bölgesi kavramı yoktur. Ancak kıyaslama yapmak amacıyla 2007 deprem yönetmeliğine göre 1., 2., 3. Ve 4. Derece deprem bölgesinde bulunan temsili konumlara ait koordinatlar kullanılarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 ‘a göre deprem hesapları yapılacaktır. Ayrıca her iki yapı için de Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2019 (TBDY 2019)’de bulunan beş farklı zemin sınıfı(ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE) kullanılarak deprem kuvvetleri hesaplanacaktır. Böylece zemin sınıfının yapıya etkileyen deprem kuvvetine olan etkisi irdelenecektir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Birinci Örnek Binanın Deprem Kuvveti Hesabı

Birinci örnek binaya ait sırasıyla 1998, 2007 ve 2019 yönetmeliklerine göre deprem kuvveti hesapları aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

4.1.1. Birinci Örnek Binanın 1998 Yönetmeliğine Göre Deprem Kuvveti Hesabı

Birinci örnek binanın 1998 yönetmeliğine göre deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler (Çizelge 4.1)'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. İncelenen yapıya ait genel özellikler ve deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Bingöl-Merkez
Deprem Bölgesi	1
S(T)	2,5
Deprem Yüğü Azaltma Kat Sayısı R_a	2,5
Döşeme Alanı	100,44 m ²
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Duvar Kalınlığı	30 cm
Bina Hareketli Yüğü	2 kN/m ²
Lento Boyutu	30 cm x 30 cm
Beton Elastisite Modülü	$E_c=25000$ MPa
Kat Yüksekliği	270 cm
Kat Adedi	2
Tuğla Birim Ağırlığı	15 kN/m ³
Poisson Oranı	$\nu_c = 0,25$
Bina Önem Katsayısı	$I = 1$
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40

Uygulamaya konu olan yapının toplam ağırlığı malzeme birim ağırlıklarından ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.13)'den belirlenmiş ve aşağıda (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kat ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı

Kat No	Döşeme yüğü (kN)	Duvar yüğü (kN)	Hareketli yüğü (kN)	Σ Yüğü (kN)
1. kat	451,98	652,24	200,88	1164,48
2. kat	451,98	652,24	200,88	1164,48
$\Sigma W=2328.96$ kN				

Yukarıda verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Bölüm 3’te verilen Denklem (3.8) kullanılarak taban kesme kuvveti belirlenmiş ve aşağıdaki Denklem (4.2)’de gösterilmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,4$, Bina önem kat sayısı $I=1$, Spektrum katsayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2,5$ değerleri alınmıştır.

$$V_t = \frac{0.40 * 1 * 2.50 * 2328.97}{2.50} = 931.59 \text{ kN} \quad (4.2)$$

Taban kesme kuvvetinin kat seviyelerine dağıtılması için binanın n’ inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N Bölüm 3, Denklem (3.15b) kullanılarak aşağıdaki Denklem (4.3)’te belirlenmiştir.

$$\Delta F_N = 5,347 \leq 186,318 \text{ kN} \quad (4.3)$$

Burada periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

ΔF_N ’in belirlenmesinden sonra, kat seviyelerine etkiyen deprem yükü çalışmada dikkate alınan üç deprem yönetmeliği için de Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla belirlenmektedir. Denklem (3.10) yardımıyla hesaplanan değerler aşağıda (Çizelge 4.3)’te verilmektedir.

Çizelge 4.3. Kat seviyelerine etkiyen yatay kuvvetler

Kat Numarası	$W_i(kN)$	$H_i(kN)$	$W_i * H_i$	$V_t - \Delta F_N$	$F_i(kN)$	$\sum V_N(kN)$
2. kat	1164,22	5,4	6286,79	926,24	622,70	622,70
1. kat	1164,484	2,7	3144,11		308,75	931,59
	2328,97		9432,32			

4.1.2. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 1. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Bingöl, Merkez’dedir. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,4$, bina önem kat sayısı $I=1$, spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.4)’de gösterilmiştir. Göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

$$A(T_1) = 0,40 * 1 * 2,5 = 1,00 \quad (4.4)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3.8) kullanılarak elde edilmiş ve aşağıda Denklem (4.5)'te gösterilmiştir.

$$V_t = 1164,49 \text{ kN} \quad (4.5)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3.15a) kullanılarak elde edilmiş ve aşağıda Denklem (4.6)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 2 * 1164,49 = 17,47 \text{ kN} \quad (4.6)$$

Katlara etkiyen deprem kuvvetleri ve kat seviyelerindeki kesme kuvvetleri aşağıdaki (Çizelge 4.4)'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,484	5,4	6288,21	1147,02	782,15	782,15
1.Kat	1164,484	2,7	3144,11		382,34	1164,49
Toplam:	2328,968		9432,32			

4.1.3. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 2. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Beykoz, İstanbul'da olduğu varsayılmıştır. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,3$, bina önem kat sayısı $I=1$, spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı aşağıda Denklem (4.7)'de gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,30 * 1 * 2,5 = 0,75 \quad (4.7)$$

(Çizelge 4.2)'de verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiş aşağıda Denklem (4.8)'de gösterilmiştir.

$$V_t = 873,36 \text{ kN} \quad (4.8)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Bölüm 3, Denklem (3.15a)'dan bulunmuş ve Denklem (4.9)'da verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 2 * 873,36 = 13,10 \text{ kN} \quad (4.9)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkiyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.5)'de verilmektedir.

Çizelge 4.5. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	860,26	586,61	586,61
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		286,75	873,36
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.4. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 3. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Sarıyer, İstanbul'da olup 3. derece deprem bölgesindedir. (Çizelge 4.2)'de verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,2$, bina önem kat sayısı $I=1$, spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.10)'de gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,20 * 1 * 2,5 = 0,50 \quad (4.10)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Bölüm 3, Denklem (3.8) ile bulunmuş aşağıda Denklem (4.11)'de gösterilmiştir.

$$V_t = 582,24 \text{ kN} \quad (4.11)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Denklem (3.15a)'den bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.12)'de verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 2 * 582,24 = 8,73 \text{ kN} \quad (4.12)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkiyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.6)'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	H_i*W_i	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	573,51	391,07	391,07
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		191,17	582,24
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.5. Birinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 4. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Karacaköy, İstanbul'da olup 4. derece deprem bölgesindedir. (Çizelge 4.2)'de verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_o=0,1$, bina önem kat sayısı $I=1$, Spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.13)'te gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,10 * 1 * 2,5 = 0,25 \quad (4.13)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Bölüm 3, Denklem (3.8) ile bulunmuş aşağıda Denklem (4.14)'de gösterilmiştir.

$$V_t = 291,12 \text{ kN} \geq 93,16 \text{ kN} \quad (4.14)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Bölüm 3, Denklem (3.15a)'den bulunmuş ve Denklem (4.15)'de verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 2 * 291,12 = 4,37 \text{ kN} \quad (4.15)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkiyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.7)'de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	H_i*W_i	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	286,75	195,54	195,54
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		95,58	291,12
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.6. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 1. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu ve takip eden üç başlık altında, birinci örnek yapının 2007 yönetmeliğinde tanımlanan 1. 2. 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde bulunan temsili konumlar dikkate alınarak, TBDY 2019'a göre deprem kuvveti hesapları yapılmıştır. 2007 yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi ile uyumlu hesaplar yapılırken zemin sınıfı ZA olarak sabit tutulmuştur. Yerel zemin sınıfları Bölüm 3'te (Çizelge 3.20) ile gösterilmiştir.

Zemin sınıfı belirlendikten sonra, deprem tehlike haritasından öngörülen deprem yer hareketi düzeyi için Spektral İvme katsayıları S_s ve S_1 belirlenecektir. Bu iki değeri, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulama sayfası kullanarak enlem ($38,882768^\circ$) ve boylam ($40,509663^\circ$) girilerek bulunmuştur. Burada deprem yer hareketi düzeyi DD-2 (50 yılda aşılma olasılığı %10, tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi alınmış olup, kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ($S_s=1,608$), 1,0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ($S_1=0,421$), en büyük yer ivmesi ($PGA=0,655$) ve en büyük yer hızı ($PGV=43,656$) alınmıştır. Yerel zemin etki katsayısı Bölüm 3'teki (Çizelge 3.1-3.2) ile belirlenecektir.

Burada, kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s), yerel zemin etki katsayısı veya zemin büyütme (F_s) ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS}) Denklem (4.16)'de gösterilmektedir. 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1}) Denklem (4.17)'de gösterilmektedir.

Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s), yerel zemin etki katsayısı veya zemin büyütme (F_s), aşağıdaki şekilde bulunmuştur.

Yerel zemin sınıfı ZA ve $S_s=1,608$ için $F_s=0,800$

Yerel zemin sınıfı ZA ve $S_1=0,421$ için $F_1=0,800$

$$S_{DS} = S_s * F_s = 1,608 * 0,800 = 1,286 \quad (4.16)$$

$$S_{D1} = S_1 * F_1 = 0,421 * 0,800 = 0,337 \quad (4.17)$$

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_A = 0,052 s$, $T_B = 0,262 s$, $T_L = 6,000 s$ ve göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.18)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = S_{DS} = 1,286 * 9,81 = 12,616 \quad (4.18)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = 0,017sn$, $T_{BD} = 0,087sn$ ve $T_{LD} = 3,000sn$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve denklem (4.19)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,8S_{DS} = 0,8 * 1,286 = 1,03 \quad (4.19)$$

Bina Önem Katsayıları

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.3)'den belirlenecektir. İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı BKS=3 ve bina önem katsayısı I=1,0 olarak alınmıştır.

Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

BKS ve S_{DS} (DD-2) kullanılarak (DTS) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.4) ile belirlenecektir. Bulunan $S_{DS}=1,286$ değeri 0,75 ten büyük olduğundan ($0,75 < S_{DS}=1,286$) bina kullanım sınıfı (BKS=3) için deprem tasarım sınıfı (DTS=1) olarak alınmıştır.

Bina yüksekliği H_N ve DTS' ye bağlı olarak Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.5) kullanılarak belirlenmiştir. Deprem yönetmeliğinde yığma yapıların bina yükseklik sınıfının $BYS=8$ ve $DTS=3$ olduğu için bina toplam yüksekliği $H_N \leq 10,50$ m olarak alınacak. Örnek bina toplam yüksekliği 5,40 m olduğu için yükseklik şartını sağlamaktadır. İncelenen yapının 1.derece deprem bölgesine ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.8)'de verilmektedir.

Çizelge 4.8. İncelenen yapıya ait genel özellikler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Bingöl-Merkez
Yerel Zemin Sınıfı	ZA
S_S	1,608
F_S	0,800
$S_{ae}(T)$	12,616
S_{DS}	1,286
$S_{aR}(T)$	6,31
$S_{aeD}(T)$	1,03
BKS	3
DTS	3
Bina Yükseklik Aralıkları [m]	$H_N \leq 10,50$
Enlem	$38,882768^\circ$
Boylam	$40,509663^\circ$

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi, dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3'te Denklem (3.3 ve 3.4)'te verilmiştir.

Göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0.082 s bulunmuştur. $T_{bulunan} = 0,082 \text{ sn} < T_B = 0,262 \text{ sn}$ olduğundan Denklem (3.4) kullanılacaktır. TBDY 2019'de Bölüm 3, (Çizelge 3.6.)'de taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=2.5$ ve dayanım fazlalığı katsayısı $D=1.5$ ve deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuş olup ve aşağıda Denklem (4.20)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 1,81 \quad (4.20)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Bölüm 3, Denklem (3.16)'den elde edilir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{12,616}{1,81} = 6,97 \quad (4.21)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.22)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, ($n=0,3$), Bölüm 3, (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 1654,75kN \geq 119,80kN \quad (4.22)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$, in değeri Bölüm 3'ten Denklem (15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.23)'te gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0,0075 * 2 * 1654,75 = 24,82 kN \quad (4.23)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.9) gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_i(kN)$	$H_i(m)$	$w_i * H_i$	$V_t - \Delta F_{NE}^{(X)}$	F_i	$V_N(kN)$
2.Kat	1164,484	5,4	6288,21	1629,91	1111,43	1111,43
1.Kat	1164,484	2,7	3144,11		543,30	1654,73
Toplam:	2328,968		9432,32			

4.1.7. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 2. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının 2.derece deprem bölgesine ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.10)'de verilmektedir.

Çizelge 4.10. İncelenen yapının ikinci derece deprem bölgesine ait genel özellikler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Elazığ kovancılar
S_S	0,657
S_I	0,400
F_S	0,800
$S_{ae}(T)$	4,91
S_{DS}	1,198
T_A	0,053
T_B	0,267
BKS	3
R	2,5
DTS	2
$T_{bulunan}$	0,082
Bina Yükseklik Aralıkları [m]	$HN \leq 7$
Enlem	$38,696438^\circ$
Boylam	$39,797459^\circ$

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.24)'te gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 1,5 + \left(\frac{2,5}{1} - 1,5 \right) * \frac{0,082}{0,295} = 1,78 \quad (4.24)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Bölüm 3, Denklem (3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.25)'te gösterilmektedir.

$$S_{ae}(T) = 1,198 * 9,81 = 11,75.$$

$$S_{aR}(T) = \frac{11,75}{1,78} = 6,60 \quad (4.25)$$

Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.26)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, ($n=0,3$), Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'dan alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 1566,89kN \geq 111,61kN \quad (4.26)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3 Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.27)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * 2 * 1566,91 = 23,50 \text{ kN} \quad (4.27)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.11) gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	w_i (kN)	H_i (m)	$w_i * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2. Kat	1164,48	5,40	6288,21	1543,39	1052,43	1052,43
1. Kat	1164,48	2,70	3144,11		514,46	1566,89
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.8. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 3. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının 3.derece deprem bölgesine ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.12)'de verilmektedir.

Çizelge 4.12. İkinci derece deprem bölgesine ait genel özellikler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	İstanbul-Şile
S_s	0,626
F_s	0,800
$S_{ae}(T)$	4,91
S_{DS}	0,501
BKS	3
DTS	2
Bina Yükseklik Aralıkları [m]	$H_N \leq 7$
Enlem	41,168374°
Boylam	29,054716°

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.28)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 1,5 + \left(\frac{2,5}{1} - 1,5 \right) * \frac{0,082}{0,267} = 1,81 \quad (4.28)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.29)'da gösterilmektedir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{4,91}{1,81} = 2,71 \quad (4.29)$$

Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.30)'da gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı ($n=0,3$), Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 643,38kN \geq 46,67kN \quad (4.30)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ değeri Bölüm 3 Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.31)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0,0075 * 2 * 643,38 = 9,65kN \quad (4.31)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.13) gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_i(kN)$	$H_i(m)$	$w_i * H_i$	$V_t - \Delta F_{NE}^{(X)}$	F_i	$V_N(kN)$
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	633,72	432,13	432,13
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		211,24	643,37
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.9. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının 4.derece deprem bölgesine ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.14)'te verilmektedir.

Çizelge 4.14. Dördüncü derece deprem bölgesine ait genel özellikler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	İstanbul-Karacaköy
S_S	0,516
F_S	0,800
$S_{ae}(T)$	4,052
S_{DS}	0,413
$S_{aR}(T)$	2,026
$S_{aeD}(T)$	0,330
BKS	3
DTS	3
Bina Yükseklik Aralıkları (m)	$H_N \leq 10,50$
Enlem	$41,422719^\circ$
Boylam	$28,285449^\circ$

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.32)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 2 \quad (4.32)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.33)'de gösterilmektedir.

$$S_{aR}(T) = 2,026 \quad (4.33)$$

Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.34)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,3$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'dan alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 480,99 \text{ kN} \geq 38,47 \text{ kN} \quad (4.34)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ değeri Bölüm 3'ten Denklem (15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.35)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0,0075 * 2 * 480,99 = 7,21 \text{ kN} \quad (4.35)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.15)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	w_i (kN)	H_i (m)	w_i*H_i	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	473,78	323,06	323,06
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		157,92	480,99
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.10 Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZB zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Çalışmanın devamı olarak yeni deprem yönetmeliği (TBDY 2019)'de bulunan beş farklı zemin sınıfı için çözüm yapılmıştır. Yapılan çalışmada enlem ($38,882768^\circ$) ve boylam ($40,509663^\circ$) sabit tutularak hesap yapılmıştır. ZA zemin sınıfı için yapılan hesap Bölüm 4.1.6'da verilmişti. Bu başlık altında zemin sınıfının ZB (az ayrışmış, orta sağlam kaya) olduğu varsayılmıştır, hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.16) da özetlenmiştir.

Çizelge 4.16. Türkiye deprem tehlike haritaları interaktif web uygulaması sayfasından alınan veriler

Zemin Sınıfı	ZB
Enlem	38.882768°
Boylam	40.509663°
S_S	1,583
S_1	0,412
S_{DS}	1,447
S_{D1}	0,337
$S_{DS} = S_S * F_S = 1,608 * 0,900 = 1,447$	
$S_{D1} = S_1 * F_1 = 0,412 * 0,800 = 0,337$	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,046 T_B = 0,231 T_L = 6,000$	
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,015 T_{BD} = 0,077 T_L = 3,00$	

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden, $T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,046 \text{ sn}$, $T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,231 \text{ sn}$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.36)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = S_{DS} = 1,447 * 9,81 = 14,195 \quad (4.36)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = \frac{T_A}{3} = 0,015$, $T_{BD} = \frac{T_B}{3} = 0,077$, $T_L = 3,000$ ve göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082sn bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.37)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 1.070 * 9.81 = 13,50 \quad (4.37)$$

İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı (Çizelge 3.3)'ten BKS=3 ve bina önem katsayısı $I=1,0$ olarak alınmıştır.

Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı $BYS=8$ olduğu için (Çizelge 3.4)'ten $\rightarrow DTS=1$ toplam bina yüksekliği $HN \leq 7$ 'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yüğü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yüğü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuştur.

Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ alınarak deprem yükü azaltma katsayısı aşağıda Denklem (4.38)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 1,5 + \left(\frac{2,5}{1} - 1,5\right) * \frac{0,082}{0,233}, R_a(T) = 1,852 \quad (4.38)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş, aşağıda Denklem (4.39)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{13,979}{1,855} = 7,66 \quad (4.39)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3, Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.40)'te gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı $n=0,3$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 1789,10 \text{ kN} \quad (4.40)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3' Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.41)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 27,28 \text{ kN} \quad (4.41)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri ve aşağıda (Çizelge 4.17) gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	1790,83	1221,16	1221,16
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		596,95	1818,11
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.11. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZC zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZC (çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları ve ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler Çizelge 4.18’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.18. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZC	
Enlem		38,882768	
Boylam		40,509663	
S_S	1,608	F_S	1,200
S_1	0,421	F_1	1,500
PGA		0,655	
PGV		43,656	
S_{DS}		1,930	
S_{D1}		0,632	
$T_P^{(X)}$		0,082 sn	
$S_{DS} = S_S * F_S = 1,608 * 1,200 = 1,930$			
$S_{D1} = S_1 * F_1 = 0,421 * 1,500 = 0,632$			
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,065T_B = 0,327T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,022T_{BD} = 0,109T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)’de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden, $T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,065sn$, $T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,327sn$ ve göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)’den elde edilmiş ve Denklem (4.42)’de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = S_{DS} = 1,930 * 9,81 = 18,933 \quad (4.42)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = \frac{T_A}{3} = 0,022$, $T_{BD} = \frac{T_B}{3} = 0,109$, $T_L = 3,000$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082s bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak düşey elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.43)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,8 * 1,930 = 1,544 \quad (4.43)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge (3.3)'ten, örnek yapı konut olup, bina kullanım sınıfı BKS=3 ve bina önem katsayısı I=1,0'dir. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğu için (Çizelge 3.5)'ten $\rightarrow DTS = 1$ toplam bina yüksekliği $HN \leq 7$ 'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.44)'de gösterilmektedir. Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ alınarak deprem yükü azaltma katsayısı aşağıda Denklem(4.44)'te gösterilmiştir.

$$R_a(T) = 1,5 + \left(\frac{2,5}{1} - 1,5 \right) * \frac{0,082}{0,327}, R_a(T) = 1,751 \quad (4.44)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş olup aşağıda Denklem (4.45)'te gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{18,933}{1,751} = 10,813 \quad (4.45)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.46)'te gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, (n=0,3) Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 2566,47 \text{ kN} \geq 179.796 \text{ kN} \quad (4.46)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ değeri Bölüm 3 Denklem (15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.47)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 38,51 \text{ kN} \quad (4.47)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri ve aşağıda (Çizelge 4.19) gösterilmiştir.

Çizelge 4.19 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \Delta F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	2527,98	1723,81	1723,81
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		842,66	2566,47
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.12. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZD zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZD (orta sıkı – sıkı kum, çakıl ve çok katı kil tabakaları) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.20)'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.20. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZD	
Enlem		38,882768	
Boylam		40,509663	
S_S	1,608	F_S	1,000
S_1	0,421	F_1	1,879
PGA		0,655	
PGV		43,656	
S_{DS}		1,608	
S_{D1}		0,791	
$T_P^{(X)}$		0,082sn	
$S_{DS} = S_S * F_S$			
$S_{D1} = S_1 * F_1$			
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,098 T_B = 0,492 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $T_{AD} = 0,033 T_{BD} = 0,164 T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3, Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden, $T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,098sn$, $T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,492sn$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.48)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = 1,450 * 9,81 = 14,223 \quad (4.48)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de

tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = \frac{T_A}{3} = 0,033$, $T_{BD} = \frac{T_B}{3} = 0,164$, $T_L = 3,000$ ve göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,082 s bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.49)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,8 * 1,608 = 1,286 \quad (4.49)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.3)'ten belirlenecektir. İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı BKS=3 ve bina önem katsayısı I=1,0'dir. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğu için (Çizelge 3.4)'ten $DTS = 1$ toplam bina yüksekliği $H_N \leq 7$ 'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yüğü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yüğü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3, Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem 4.50'de gösterilmektedir. Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ alınarak deprem yüğü azaltma katsayısı aşağıda Denklem(4.50)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = 1,667 \quad (4.50)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş olup, aşağıda Denklem (4.51)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{14,223}{1,667} = 8,53 \quad (4.51)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3' Denklemler (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.52)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı $n=0,3$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 2025,09 \text{ kN} \quad (4.52)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem (15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.53)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 30,38 \text{ kN} \quad (4.53)$$

Bölüm 3 Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri ve fiktif (F_i) yüklerin hesabı aşağıda Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \Delta F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	1164,48	5,40	6288,21	1994,71	1360,18	1360,18
1.Kat	1164,48	2,70	3144,11		664,90	2025,09
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.1.13. Birinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZE zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZE (gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları ve koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası içeren profiller) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.22)'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.22.Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZE	
Enlem		38,882768	
Boylam		40,509663	
S_S	1,608	F_S	0,800
S_1	0,421	F_1	2,358
PGA		0,655	
PGV		43,656	
S_{DS}		1,286	
S_{D1}		0,993	
$T_P^{(X)}$		0,082 sn	
$S_{DS} = S_S * F_S$			
$S_{D1} = S_1 * F_1$			
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,154 T_B = 0,772 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,051 T_{BD} 0,257 T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden, $T_A = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,154sn$, $T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,772 sn$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_P^{(X)} = 0,082sn$ bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.54)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = 0,925 * 9,81 = 9,07 \quad (4.54)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = \frac{T_A}{3} = 0,051$, $T_{BD} = \frac{T_B}{3} = 0,257$, $T_L = 3,000$ ve göz önüne alınan x doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_p^{(X)} = 0,082sn$ bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.55)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,8 * 1,286 = 1,029 \quad (4.55)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve Bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen Çizelge 3.1'e göre belirlenecektir. İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı BKS=3 ve bina önem katsayısı I=1,0'dir. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğundan (Çizelge 3.4)'ten $\rightarrow DTS = 1$ toplam bina yüksekliği $H_N \leq 7$ 'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.56)'de gösterilmektedir. Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ alınarak deprem yükü azaltma katsayısı aşağıda Denklem(4.56)'de gösterilmiştir.

$$R_a(T) = 1,5 + \left(\frac{2,5}{1} - 1,5 \right) * \frac{0,082}{0,772}, R_a(T) = 1,606 \quad (4.56)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş olup aşağıda Denklem (4.57)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{9,07}{1,606} = 5,65 \quad (4.57)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.58)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı $n=0,3$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'dan alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 1341,35 \text{ kN} \quad (4.58)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3 Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.59)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 20,12 \text{ kN} \quad (4.59)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.23) gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \Delta F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
2, Kat	1164,48	5,40	6288,21	1321,23	900,94	900,94
1, Kat	1164,48	2,70	3144,11		440,41	1341,35
Toplam:	2328,97		9432,32			

4.2. İkinci Örnek Binanın Deprem Kuvveti Hesabı

İkinci örnek binaya ait sırasıyla 1998, 2007 ve 2019 yönetmeliklerine göre deprem kuvveti hesapları aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

4.2.1. İkinci Örnek Binanın 1998 Yönetmeliğine Göre Deprem Kuvveti Hesabı

İkinci örnek binanın 1998 yönetmeliğine göre deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler Çizelge 4.24’de sunulmuştur.

Çizelge 4.24. İncelenen yapıya ait genel özellikler ve deprem kuvveti hesabında dikkate alınan parametreler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Konya-Gazi Lisesi
Deprem Bölgesi	1,2,3,4
$S(T_1)$	2,5
$R_a(T_1)$	2
Döşeme Alanı	1003,00 m ²
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Bodrum Kat Duvar Kalınlığı	90 cm
Zemin Kat Duvar Kalınlığı	80 cm
1. Kat Duvar Kalınlığı	75 cm
Bodrum Kat Yüksekliği	500 cm
Zemin Kat Yüksekliği	500 cm
1.Kat Yüksekliği	450 cm
Kat Adedi	3
Poisson Oranı	$\nu_c = 0,20$
Duvar Malzemesi	Moloz Taş
Etkin yer İvmesi A_c	0,10
Taşıyıcı duvar birim hacim ağırlığı	1800 kg/m ³
F_k	1,20 MPa
E_{duvar} (Elastisite Modülü)	900 MPa
G_{duvar} (Kayma Modülü)	360MPa

Uygulamaya konu olan yapının toplam ağırlığı malzeme birim ağırlıklarından ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.14) ile belirlenmiş ve (Çizelge 4.25)’te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Kat ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı

Kat No	Kat Sabit Yük	Kat Hareketli Yük	Kat Ağırlığı
	g_i (kN)	q_i (kN)	w_i (kN)
1.Kat	11686,76	3510,50	13793,06
Zemin Kat	21794,36	3510,50	23900,66
Bodrum Kat	22117,10	3510,50	24223,40
$\Sigma W= 61917,12$ kN			

Yukarıda verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak aşağıdaki Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.60)'de gösterilmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_o=0,1$, bina önem kat sayısı $I=1,4$, spektrum katsayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2,5$ değerleri alınmıştır.

$$V_t = \frac{0.1 * 1.4 * 2.50 * 61917.12}{2.50} = 8668.40kN \quad (4.60)$$

Taban kesme kuvvetinin kat seviyelerine dağıtılması için binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'nin belirlenmesi gerekmektedir. Bu ek yük Bölüm 3, Denklem (3.15b) ile bulunmuş ve Denklem (4.61)'te gösterilmiştir.

$$\Delta F_N = 0.07 * 0.54 * 8668.40 = 327.66kN \leq 1733.68kN \quad (4.61)$$

Burada periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,54 s bulunmuştur.

ΔF_N 'in belirlenmesinden sonra, kat seviyelerine etkiyen deprem yükü çalışmada dikkate alınan deprem yönetmeliği için de Bölüm 3, Denklem (3.9) yardımıyla belirlenmektedir. Denklem (3.9) yardımıyla hesaplanan değerler aşağıda (Çizelge 4.26)'te verilmektedir.

Çizelge 4.26. Kat seviyelerine etkiyen yatay kuvvetler

Kat Numarası	W_i (kN)	H_i (kN)	$W_i * H_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	ΣF (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	8340,73	3305,83	3305,83
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		3559,02	6864,86
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		1803,54	8668,40
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.2. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 1. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumunun Akşehir, Konya’da olarak alınmıştır. Uygulamaya konu olan yapının toplam ağırlığı malzeme birim ağırlıklarından ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak belirlenmiş ve (Çizelge 4.24)’de verilmiştir.

Göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,54 s bulunmuştur. Bina önem katsayısı $I=1,4$ Etkin yer ivmesi $A_0=0,4$ deprem azaltma katsayısı $R_a(T)=2,0$ ve spektrum katsayısı $S(T)=2,5$ alınmıştır. Spektral ivme katsayısı aşağıda Denklem (4.62)’te gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0.40 * 1.4 * 2.5 = 1.40 \quad (4.62)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3,8) kullanılarak elde edilmiş ve aşağıda Denklem (4.63)’te gösterilmiştir.

$$V_t = 43341,98 \text{ KN} \geq 3467,36 \text{ KN} \quad (4.63)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3.15a) kullanılarak elde edilmiş ve aşağıda Denklem (4.64)’de gösterilmiştir.

$$\square F_N = 975,19 \text{ KN} \quad (4.64)$$

Katlara etkiyen deprem kuvvetleri ve kat seviyelerindeki kesme kuvvetleri aşağıda (Çizelge 4.27)’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.27. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	13793,06	14,50	199999,37	42366,79	16102,82	16102,82
1.Kat	23900,66	10,00	239006,60		18078,07	34180,89
Bodrum kat	24223,40	5,00	121117,00		9161,09	43341,98
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.3. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 2. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumunun Elmalı, Antalya’da olarak alınmıştır. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,3$, bina önem kat sayısı $I=1,4$, spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2,0$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.65)’de gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,30 * 1,4 * 2,5 = 1,05 \quad (4.65)$$

(Çizelge 4.24)’te verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Bölüm 3, Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiş aşağıda Denklem (4.66)’de gösterilmiştir.

$$V_t = 32506,49 \text{ kN} \quad (4.66)$$

Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Bölüm 3, Denklem (3.15a) ’den bulunmuş ve Denklem (4.67)’de verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 2 * 32506,49 = 731,40 \text{ kN} \quad (4.67)$$

Bölüm 3, Denklem (3.9) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkiyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.28)’de verilmektedir.

Çizelge 4.28. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	13793,06	14,50	199999,37	31775,09	12077,12	12077,12
1.Kat	23900,66	10,00	239006,60		13558,55	25635,67
Bodrum kat	24223,40	5,00	121117,00		6870,82	32506,49
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.4. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 3. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Çaltık, Konya’da olup 3. derece deprem bölgesindedir. (Çizelge 4.24)’te verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,2$, bina önem kat sayısı $I=1,4$, Spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2,0$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.68)’de gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,20 * 1,4 * 2,5 = 0,7 \quad (4.68)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3,8) ile bulunmuş aşağıda Denklem (4.69)'de gösterilmiştir.

$$V_t = 2167,99 \text{ kN} \quad (4.69)$$

Binanın tepesine etkileyen ek eşdeğer deprem yükü Denklem (3.15a) 'den bulunmuş ve Denklem (4.70)'te verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 3 * 2167,99 = 487,60 \text{ kN} \quad (4.70)$$

Bölüm 3, Denklem (3.9) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkileyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.29)'de verilmektedir.

Çizelge 4.29. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	13793,06	14,50	199999,37	21183,39	8051,41	8051,41
1.Kat	23900,66	10,00	239006,60		9039,04	17090,45
Bodrum kat	24223,40	5,00	121117,00		4580,55	21670,99
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.5. İkinci Örnek Binanın 2007 Yönetmeliğine Göre 4. Derece Deprem Bölgesi için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının konumu Cihanbeyli, Konya'da olup 4. derece deprem bölgesindedir. (Çizelge 4.24)'te verilen yapı toplam ağırlığından yararlanarak Denklem (3.8) yardımıyla taban kesme kuvveti belirlenmiştir. Burada etkin yer ivmesi $A_0=0,1$, bina önem kat sayısı $I=1,4$, spektrum kat sayısı $S(T)=2,5$ ve deprem yükü azaltma kat sayısı $R_a(T)=2,0$ değerleri alınmıştır. Spektral ivme katsayısı Denklem (4.71)'de gösterilmiştir.

$$A(T_1) = 0,10 * 1,4 * 2,5 = 0,35 \quad (4.71)$$

Örnek yapıya ait toplam eşdeğer deprem yükü Denklem (3.8) ile bulunmuş aşağıda Denklem (4.72)'te gösterilmiştir.

$$V_t = 10835,50 \text{ kN} \quad (4.72)$$

Binanın tepesine etkileyen ek eşdeğer deprem yükü Denklem (3,15a)'den bulunmuş ve Denklem (4.73)'de verilmiştir.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 3 * 10835,50 = 243,80 \text{ kN} \quad (4.73)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10) yardımıyla hesaplanan kat seviyelerine etkiyen deprem kuvvetleri (Çizelge 4.30)'de verilmektedir.

Çizelge 4.30. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	W_i (kN)	H_i (m)	$H_i * W_i$	$V_t - \square F_N$	F_i	V_N (kN)
2.Kat	13793,06	14,50	199999,37	10591,70	4025,71	4025,71
1.Kat	23900,66	10,00	239006,60		4519,52	8545,22
Bodrum kat	24223,40	5,00	121117,00		2290,27	10835,50
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.6. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 1. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu ve takip eden üç başlık altında, birinci örnek yapının 2007 yönetmeliğinde tanımlanan 1. 2. 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde bulunan temsili konumlar dikkate alınarak, TBDY 2019'a göre deprem kuvveti hesapları yapılmıştır.

2007 yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi ile uyumlu hesaplar yapılırken zemin sınıfı ZA olarak sabit tutulmuştur. Yerel zemin sınıfları 3. Bölüm' de (Çizelge 3.20) ile gösterilmektedir.

Zemin sınıfı belirlendikten sonra, deprem tehlike haritasından öngörülen deprem yer hareketi düzeyi için spektral ivme katsayıları S_s ve S_1 belirlenecektir. Bu iki değer Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulama sayfası kullanarak enlem ($38,373007^\circ$) ve boylam ($31,462562^\circ$) girilerek bulunmuştur. Burada deprem yer hareketi düzeyi DD-2 (50 yılda aşılma olasılığı %10, tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi alınmıştır. Burada, kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ($S_s=0,944$), 1,0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ($S_1=0,220$), en büyük yer ivmesi ($PGA=0,397$) ve en büyük yer hızı ($PGV=23,368$) alınmıştır. Yerel zemin etki katsayısı Bölüm 3'(Çizelge 3.1. ve 3.2) ile belirlenecektir.

Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s), yerel zemin etki katsayısı veya zemin büyütme (F_s), kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{Ds}) Denklem (4.74)'de gösterilmektedir, 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1}) Denklem (4.75)'de gösterilmektedir.

Yerel zemin sınıfı ZA ve $S_S=0,944$ için $F_S=0,800$ Yerel zemin sınıfı ZA ve $S_1=0,220$ için $F_1=0,800$

$$S_{DS} = S_S * F_S = 0,944x0,800 = 0,755 \quad (4.74)$$

$$S_{D1} = S_1 * F_1 = 0,220x0,800 = 0,176 \quad (4.75)$$

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_A = 0,047$, $T_B = 0,233$ $T_L = 6,000$ sn ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_{bulunan} = 0,54$ bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.76)'de gösterilmiştir. $T_B = 0,233 \leq T_{bulunan} = 0,54 \leq T_L = 6,000$ olduğu için, $S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \rightarrow (T_B \leq T \leq T_L)$ kullanılacaktır.

$$S_{ae}(T) = \frac{0,176}{0,54} * 9,81 = 3,197 \quad (4.76)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{AD} = 0,016$ sn, $T_{BD} = 0,078$ s ve $T_{LD} = 3,000$ s ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,54 s bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.77)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,8S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \rightarrow 0,8 * 0,755 * \frac{0,078}{0,54} = 0,087 \quad (4.77)$$

Bina Önem Katsayıları

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.3)'den belirlenecektir.

İncelen örnek yapı okul olup bina kullanım sınıfı BKS=1 ve okul olduğu için bina önem katsayısı I=1,50'dir.

Deprem Tasarım Sınıfları

BKS ve S_{DS} (DD-2) kullanılarak (DTS) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.2) ile belirlenecektir.

İncelenen yığma bina okul olarak kullanıldığı için BKS=1'dir. Bulunan S_{DS} değeri Denklem (4.74)'ten $S_{DS}=0,755$ 'dir. Burada $0,75 \leq S_{DS} \leq 0,755$ olduğu için Bölüm 3, (Çizelge 3.4)'ten DTS=1a bulunmuştur. Deprem yönetmeliğinde yığma yapıların bina yükseklik sınıfı $BYS = 8$ olarak verilmiştir. Bölüm 3'ten (Çizelge 3.5)'ten bulunan toplam bina yüksekliği $H_N \leq 7,0$ m olarak alınır. İncelenen yığma okul binası sırasıyla bodrum kat yüksekliği 5,00 m zemin kat yüksekliği 5,00 m ve birinci kat yüksekliği 4,50 m'dir, Dolayısıyla incelenen yapı yönetmelikteki yükseklik şartını sağlamamaktadır.

İncelenen yapının 1.derece deprem bölgesine ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.31)'de verilmektedir.

Çizelge 4.31. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Bazı Veriler

Yapının Bulunduğu İl/ İlçe	Konya-Akşehir
Yerel Zemin Sınıfı	ZA
S_S	0,944
F_S	0,800
$S_{ae}(T)$	3,197
S_{DS}	0,755
$S_{aeD}(T)$	0,087
BKS	1
DTS	1a
Bina Yükseklik Aralıkları [m]	$H_N \leq 7$ m

Enlem	38,373007°
Boylam	31,462562°

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde öngörülen süneklik kapasitesi, dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3'te Denklem (3.3) ve (3.4)'te verilmiştir.

Burada, göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak 0,54 s bulunmuştur. $T_{bulunan} = 0,54 s > T_B = 0,262 s$ olduğu için Denklem (3.3) kullanılacaktır. TBDY 2019'de Bölüm 3, (Çizelge 3,6)'de taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=2,5$ ve dayanım fazlalığı katsayısı $D=1,5$ ve deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3, Denklem (3.3)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.78)'de gösterilmektedir.

$$R_a(T) = \frac{2,5}{1,5} \rightarrow R_a(T) = 1,667 \quad (4.78)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem(4.16)'dan bulunmuş aşağıda Denklem (4.79)'de verilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{3,197}{1,667} = 1,918 \quad (4.79)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.80)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı $n=0,3$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'dan alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 12105,71 \geq 2617,85 \quad (4.80)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3' Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.81)'te gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0,0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 0,0075 * 3 * 12105,71 = 272,38 \text{ kN} \quad (4.81)$$

Bölüm 3, Denklem (3.9)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.32)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.32 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	w_i (kN)	H_i (m)	$w_i * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	11833,33	4497,6 3	4497,63
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		5049,3 3	9546,95
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		2558,7 5	12105,71
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.7. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 2. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

Çalışmanın bu bölümünde zemin sınıfı ZA sabit tutularak 2. deprem bölgesi olan Elmalı, Antalya için çözüm yapılmış ve yapıya ait genel özellikler aşağıda (Çizelge 4.33)'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı	ZA		
Enlem	36.567371°		
Böylem	29.746675°		
S_S	0.719	F_S	0,800
S_1	0.200	F_1	0,800
PGA	0.322		
PGV	14.974		
S_{DS}	0.575		
S_{D1}	0.160		
$T_P^{(X)}$	0.54sn		
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0.056 T_B = 0.278 T_L = 6.000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0.019 T_{BD} = 0.093 T_L = 3.000$			

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda denklem (4.81)'te gösterilmektedir. $T = 0.54 \geq T_B = 0.278$ olduğu için; $R_a(T) = \frac{R}{I}$ formül kullanılacaktır.

$$R_a(T) = \frac{2.5}{1.5} \rightarrow R_a(T) = 1.667 \quad (4.81)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.82)'te gösterilmektedir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{2.907}{1.667} = 1.744 \quad (4.82)$$

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3 Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.83)'de gösterilmiştir.

$$V_{tE}^{(X)} = 11007.48kN \quad (4.83)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3 Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.84)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 247.67kN \quad (4.84)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.34) gösterilmiştir.

Çizelge 4.34. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	$w_i(kN)$	$H_i(m)$	$w_i * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	$V_N(kN)$
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	10759,81	4089,60	4089,60
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		4591,25	8680,86
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		2326,63	11007,48
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.8. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 3.Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının 3.derece deprem bölgesi olan Çaltık, Konya'ya ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.35) verilmektedir.

Çizelge 4.35 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZA	
Enlem		38,97005°	
Boylam		31,881974°	
S_S	0,416	F_S	0,800
S_1	0,104	F_1	0,800
PGA		0,176	
PGV		9,747	
S_{DS}		0,333	
S_{D1}		0,083	
$T_P^{(X)}$		0,54 sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,050 T_B = 0,250 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,017 T_{BD} = 0,083 T_L = 3,000$			

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.85)'de gösterilmektedir. $T = 0,54 \geq T_B = 0,233$ olduğundan, $R_a(T) = \frac{R}{I}$ formül kullanılacaktır.

$$R_a(T) = \frac{2.5}{1.5} \rightarrow R_a(T) = 1.667 \quad (4.85)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.86)'de gösterilmektedir.

$T_B = 0.250 \leq T_{bulunan} = 0.54 \leq T_L = 6.000sn$ olduğu için, $S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T}$ kullanılacaktır.

$$S_{ae}(T) = \frac{0.083}{0.54} * 9.81 = 1.507$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{1.507}{1.667} = 0.904 \quad (4.86)$$

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.87)'de gösterilmiştir. Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,6$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'dan alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 5705.71 \geq 1237.10 \quad (4.87)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem (3.15a) ile belirlenmiş olup aşağıda Denklem (4.88)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 128.38 \text{ kN} \quad (4.88)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.36) gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	w_i (kN)	H_i (m)	$w_i * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	5577,33	2119,84	2119,84
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		2379,87	4499,71
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		1206,00	5705,71
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.9. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4. Derece Deprem Bölgesindeki Temsili Bir Konum için Deprem Kuvveti Hesabı

İncelenen yapının 4.derece deprem bölgesi olan Cihanbeyli, Konya'ya ait genel bilgiler aşağıda (Çizelge 4.37) verilmektedir.

Çizelge 4.37 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZA	
Enlem		38,445027°	
Boylam		32,804142°	
S_S	0,288	F_S	0,800
S_I	0,070	F_I	0,800
PGA		0,123	
PGV		6,615	
S_{DS}		0,230	
S_{D1}		0,056	
$T_P^{(X)}$		0,54 sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,049 T_B = 0,243 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,016, T_{BD} = 0,081 T_L = 3,000$			

Deprem yükü azaltma katsayısı Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.89)'de gösterilmektedir. $T = 0,54 \geq T_B = 0,243$ Olduğu için; $R_a(T) = \frac{R}{I}$ formül kullanılacaktır.

$$R_a(T) = \frac{2.5}{1.5} \rightarrow R_a(T) = 1.667 \quad (4.89)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Bölüm 3, (Denklem 3.16)'den elde edilerek aşağıda Denklem (4.90)'de gösterilmektedir. $T_B = 0,243 \leq T_{bulunan} = 0,54 \leq T_L = 6,000sn$ Olduğu için, $S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T}$ kullanılacaktır.

$$S_{ae}(T) = \frac{0.056}{0.54} * 9.81 = 1.017$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{1.017}{1.667} = 0.61 \quad (4.90)$$

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{IE}^{(X)}$ Bölüm 3' Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.91)'de gösterilmiştir. Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,6$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 3850.09 \geq 854.46 \quad (4.91)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.92)'de gösterilmiştir,

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 86.63kN \quad (4.92)$$

Çizelge 4.38. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	$w_i(kN)$	$H_i(m)$	$w_i * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	$V_N(kN)$
1. Kat	13793,06	14,50	199999,37	3763,47	1430,42	1430,42
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		1605,89	3036,31
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		813,79	3850,09
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.10 İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZB zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu ve takip eden başlıklar altında yeni deprem yönetmeliği (TBDY 2019)'de bulunan farklı zemin sınıfları için çözüm yapılmıştır. Yapılan çalışmada enlem ($37,05221^\circ$) ve boylam ($32,519925^\circ$) sabit tutularak hesap yapılmıştır. ZA zemin sınıfı için yapılan hesap Bölüm 4.2.6'da verilmişti. Bu başlık altında zemin sınıfının ZB (az ayrışmış, orta sağlam kaya) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.38) de özetlenmiştir.

Çizelge 4.39. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZB	
Enlem		37,05221°	
Boylam		32,519925°	
S_S	0,296	F_S	0,900
S_1	0,077	F_1	0,800
PGA		0,135	
PGV		6,289	
S_{DS}		0,266	
S_{D1}		0,062	
$T_P^{(X)}$		0,543sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,046 T_B = 0,231 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,015 T_{BD} = 0,077 T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_P^{(X)} = 0,543sn$ bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.93)'da gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = 0,114 * 9,81 = 1,119 \quad (4.93)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketinden $T_{BD} = 0,077 \leq T_{bulunan} = 0,543 \leq T_{LD} = 3,000 sn$ ve göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz

yapılarak $T_p^{(X)} = 0,543 \text{ sn}$ bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve denklem (4.94)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,30 * 9,81 = 0,296 \quad (4.94)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.3)'ten belirlenecektir.

İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı BKS=1 ve bina önem katsayısı I=1,50'dir

Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğu için (Çizelge 3.4)'ten $\rightarrow DTS=1$ toplam bina yüksekliği $H_N \leq 7$ 'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yüğü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yüğü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3 Denklem (3.3)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.95)'de gösterilmektedir. Burada $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den alınmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow \frac{2,5}{1,5} = 1,667 \quad R_a(T) = 1,667 \quad (4.95)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş, aşağıda Denklem (4.96)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = 0,67 \quad (4.96)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.97)'te gösterilmiştir. Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,6$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE} = 4228.79kN > 988.19kN \quad (4.97)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.98)'de gösterilmiştir.

$$\Delta F_{NE} = 63.43kN \quad (4.98)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.40)'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.40 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	4165,36	1550,7	1550,73
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,6		1777,38	3328,10
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117		900,69	4228,79
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.11. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZC zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZC (çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları ve ayrıışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.41)'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.41. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZC	
Enlem		37,05221°	
Boylam		32,519925°	
S_S	0,296	F_S	1,300
S_1	0,077	F_1	1,500
PGA		0,135	
PGV		6,289	
S_{DS}		0,385	
S_{D1}		0,116	
$T_P^{(X)}$		0,543sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,060 T_B = 0,300 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,020 T_{BD} = 0,100 T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketi göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot T_1 değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_P^{(X)} = 0,54 \text{ sn}$ bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.99)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = 0,214 * 9,81 = 2,099 \quad (4.99)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Deprem tehlike haritasında ön görülen deprem yer hareketi göz önüne alınan y doğrultusunda yapıya ait birinci doğal titreşim periyot değeri ETABS programında modal analiz yapılarak $T_P^{(X)} = 0,54 \text{ sn}$ bulunmuştur. Elde edilen

sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.100)'te gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,057 * 9,81 = 0,059 \quad (4.100)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.2)'den belirlenecektir.

İncelenen örnek yapı konut olup bina kullanım sınıfı (BKS=1) ve bina önem katsayısı I=1,50'dur. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğundan (Çizelge 3.5)'ten $\rightarrow DTS = 10,33 \leq SDS = 0,385 < 0,50 \rightarrow BKS = 1 \rightarrow DTS = 3a$ Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8'dir. Toplam bina yüksekliği $H_N \leq 10.50$ m'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yüğü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yüğü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.101)'de gösterilmektedir. Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ alınarak deprem yüğü azaltma katsayısı

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow \frac{2,5}{1,5} = 1,667 \quad R_a(T) = 1,667 \quad (4.101)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş, aşağıda Denklem (4.102)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{2,099}{1,667} = 1,259 \quad (4.102)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.103)'te gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,6$, Bölüm 3 (Çizelge 3.21)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 7946.34kN \geq 1430.30kN \quad (4.103)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem 17a ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.104)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 178.79kN \quad (4.104)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.42)'de gösterilmiştir.

Çizelge, 4.42. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	V_t - $\square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1. Kat	13793,06	14,50	199999,37	7767,55	2952,30	2952,30
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		3314,44	6266,74
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		1679,60	7946,34
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.12. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZD zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZD (Orta Sıkı – Sıkı Kum, Çakıl Veya Çok Katı Kil Tabakaları) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.43)'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.43 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZD	
Enlem		37,05221°	
Boylam		32,519925°	
S_S	0,296	F_S	1,563
S_1	0,077	F_1	2,400
PGA		0,135	
PGV		6,289	
S_{DS}		0,463	
S_{D1}		0,185	
$T_P^{(X)}$		0,543 sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,080 T_B = 0,399 T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,027 T_{BD} = 0,133 T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de tanımlanmıştır.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.105)'de gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = 0,341 * 9,81 = 3,35 \quad (4.105)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.106)'da gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,091 * 9,81 = 0,893 \quad (4.106)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen Çizelge 3.1'den belirlenecektir.

İncelenen örnek yapı okul olup $0,33 \leq SDS = 0,463 < 0,50$ bina kullanım sınıfı BKS=1 ve bina önem katsayısı $I=1,50$ 'dur. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı $BYS=8$ olduğu için (Çizelge 3.4)'ten $\rightarrow DTS = 3a$ toplam bina yüksekliği $HN \leq 10.5m$ m'dir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3 Denklem (3.4)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.107)'te gösterilmektedir. $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den alınmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow \frac{2.5}{1.5} = 1.667 \quad R_a(T) = 1.667 \quad (4.107)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş olup, aşağıda Denklem (4.108)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{3.35}{1.667} = 2.01 \quad (4.108)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.109)'de gösterilmiştir.

$$V_{tE}^{(X)} = 12686.38kN \geq 1720.10kN \quad (4.109)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3' Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.110)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 285.44kN \quad (4.110)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.44)'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	V_t $- \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	12400,93	4713,36	4713,36
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		5291,53	10004,89
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		2681,49	12686,38
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.2.13. İkinci Örnek Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre ZE zemin sınıfı için Deprem Kuvveti Hesabı

Bu başlık altında zemin sınıfının ZE (gevşek kum, çakıl ve yumuşak – katı kil tabakaları) olduğu varsayılmıştır. Hesapta kullanılan parametreler (Çizelge 4.45)'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.45. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Enteraktif Web Uygulaması Sayfasından Alınan Veriler

Zemin Sınıfı		ZE	
Enlem		37,05221°	
Boylam		32,519925°	
S_S	0,296	F_S	2,271
S_1	0,077	F_1	4,200
PGA		0,135	
PGV		6,289	
S_{DS}		0,672	
S_{D1}		0,323	
$T_P^{(X)}$		0,543 sn	
Yatay Elastik Spektrumu $\rightarrow T_A = 0,096T_B = 0,481T_L = 6,000$			
Düşey Elastik Spektrumu $\rightarrow T_{AD} = 0,032T_{BD} = 0,160T_L = 3,000$			

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak yatay elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.1)'de

tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) Denklem (3.1)'den elde edilmiş ve Denklem (4.111)'te gösterilmiştir.

$$S_{ae}(T) = S_{DS} = 0,595 * 9,81 = 5,84 \quad (4.111)$$

Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı kullanılarak düşey elastik tasarım spektrumları Bölüm 3 Denklem (3.2)'de tanımlanmıştır, Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yatay elastik tasarım spektral ivmesi ($S_{aeD}(T)$) Denklem (3.2)'den elde edilmiş ve Denklem (4.112)'de gösterilmiştir.

$$S_{aeD}(T) = 0,158 * 9,81 = 1,55 \quad (4.112)$$

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) Bölüm 3'te verilen (Çizelge 3.3)'ten belirlenecektir.

İncelenen örnek yapı okul olup $0,50 \leq SDS = 0,672 < 0,75$ bina kullanım sınıfı BKS=1 ve bina önem katsayısı I=1,50'dur. Yığma yapıların bina yükseklik sınıfı BYS=8 olduğu için (Çizelge 3.2)'den $\rightarrow DTS = 2a$ toplam bina yüksekliği $H_N \leq 7$ 'dir,

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

Dayanıma göre tasarım çerçevesinde, öngörülen süneklik kapasitesi dayanım talebi ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen deprem yükü katsayılarının tanımı doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$) Bölüm 3 Denklem (3.3)'ten bulunmuş ve aşağıda Denklem (4.113)'de gösterilmektedir. Burada $R = 2,5$ ve $D = 1,5$ Bölüm 3, (Çizelge 3.6)'den alınmıştır.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \rightarrow \frac{2,5}{1,5} = 1,667 \quad (4.113)$$

Yatay deprem etkisi altında azaltılmış tasarım ivme spektrumu ise Denklem (3.16)'den elde edilmiş olup, aşağıda Denklem (4.114)'de gösterilmiştir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{5,84}{1,667} = 3,503 \quad (4.114)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi (Taban kesme kuvveti)

Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE}^{(X)}$ Bölüm 3'ten Denklem (3.11) ile belirlenmiş ve aşağıda Denklem (4.115)'de gösterilmiştir.

Hareketli yük kütle katılım katsayısı, $n=0,6$, Bölüm 3 (Çizelge 3.6)'den alınmıştır.

$$V_{tE}^{(X)} = 22109.64kN \geq 2496.50kN \quad (4.115)$$

Binanın n' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\square F_{NE}^{(X)}$ 'in değeri Bölüm 3'ten Denklem (3.15a) ile belirlenmiş aşağıda Denklem (4.116)'de gösterilmiştir.

$$\square F_{NE}^{(X)} = 0.0075 * N * V_{tE}^{(X)} = 497.47N \quad (4.116)$$

Bölüm 3, Denklem (3.10)'den eşdeğer kat deprem yükleri aşağıda (Çizelge 4.46)'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.46 Eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat	$w_j^{(S)}$ (kN)	H_i (m)	$w_j^{(S)} * H_i$	$V_t - \square F_{NE}^{(X)}$	F_i	V_N (kN)
1.Kat	13793,06	14,50	199999,37	21612,17	8214,38	8214,38
Zemin Kat	23900,66	10,00	239006,60		9222,00	17436,38
Bodrum Kat	24223,40	5,00	121117,00		4673,26	22109,64
Toplam:	61917,12		560122,97			

4.3. Bulguların Karşılaştırılması

Bingöl’de ve Konya’da bulunduğu kabul edilen, sırasıyla toplam iki ve üç kattan oluşan iki yığma yapıya ait deprem hesapları önceki bölümlerde verilmiştir. ABYBHY-1998, DBYBHY-2007 ve TBDY-2019 Deprem Yönetmeliklerine göre örnek binalar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri ve katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmada dikkate alınan üç yönetmeliğe göre her iki yapının deprem hesapları gerçekleştirilmiştir. Birinci ve ikinci binanın kendi konumları kullanılarak her üç yönetmeliğe (ABYBHY-1998, DBYBHY-2007 ve TBDY-2019) göre hesaplanan taban kesme kuvveti sırasıyla Çizelge 4.47’de ve Çizelge 4.48’de gösterilmiştir.

Birinci bina için DBYBHY 2007’de tanımlanan dört deprem bölgesi için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.49’de gösterilmiştir. Birinci binanın 2019 yönetmeliğine göre dört farklı deprem bölgesinden alınan temsili konumlar için elde sonuçlar Çizelge 4.50’de gösterilmiştir. Birinci binanın 2019 yönetmeliğinde tanımlanan beş farklı zemin sınıfı için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.51’de gösterilmiştir.

İkinci bina için DBYBHY 2007’de tanımlanan dört deprem bölgesi için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.52’de gösterilmiştir. İkinci binanın 2019 yönetmeliğine göre dört farklı deprem bölgesinden alınan temsili konumlar için elde sonuçlar Çizelge 4.53’de gösterilmiştir. İkinci binanın 2019 yönetmeliğinde tanımlanan beş farklı zemin sınıfı için elde edilen sonuçlar Çizelge 4.54’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.47. 1. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri

DEPREM KUVVETLERİ		ABYBHY- 1998	DBYBHY- 2007	TBDY- 2019
Kat seviyelerine etkiyen deprem yükleri (kN)	2. kat ($F_2 + \Delta F_N$)	622,80	782,15	1111,43
	1. kat (F_1)	308,79	382,34	543,30
Taban kesme kuvveti, V_b (kN)		931,59	1164,49	1654,73

Çizelge 4.48. 2. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetler

DEPREM KUVVETLERİ		ABYYHY- 1998	DBYBHY- 2007	TBDY- 2019
Kat seviyelerine etkiyen deprem yükleri (kN)	1, kat ($F_{3+} \Delta F_N$)	3305,83	4025,71	1430,42
	Zemin Kat (F_2)	3559,02	4519,52	1605,89
	Bodrum kat(F_1)	1803,54	2290,27	813,79
Taban kesme kuvveti, V_t , (kN)		8668,40	10835,50	3850,09

Çizelge 4.49. 1. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

İl	Bingöl	Elazığ	İstanbul	İstanbul
İlçe	Merkez	kovancılar	Şile	Karaca köy
Deprem Bölgesi	1. derece	2. derece	3. derece	4. derece
Etkin Y.İvme A_0	$A_0=0,40$	$A_0=0,30$	$A_0=0,20$	$A_0=0,10$
Bina Top, Ağırlık	2328,968 kN	2328,968 kN	2328,968 kN	2328,968 kN
Taban k,k,(V_t)	1164,49 kN	873,36 kN	582,24 kN	291,12 kN

Çizelge 4.50. 1. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

İl	Bingöl	İstanbul	İstanbul	İstanbul
İlçe	Merkez	Beykoz	Sarıyer	Karacaköy
S_s	1,608	0,657	0,626	0,516
S_{DS}	1,286	0,526	0,501	0,413
Bina Top, Ağırlık	2328,968 kN	2328,968 kN	2328,968 kN	2328,968 kN
Taban k,k,(V_t)	1654,73 kN	1566,89 kN	643,37 kN	480,99 kN

Çizelge 4.51. 1. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Zemin Sınıfı	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
Bina Top,Ağırlık	2328,97	2328,97	2328,97	2328,97	2328,97
Taban K,K,(V_t)	1652,12	1789,10	2567,09	2025,09	1341,35

Çizelge 4.52. 2. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

İl	Bingöl	Antalya	Konya	Konya
İlçe	Merkez	Elmalı	Çaltık	Cihanbeyli
D,Bölgesi	1. derece	2. derece	3. derece	4. derece
E,Y,İvme A_0	$A_0=0,40$	$A_0=0,30$	$A_0=0,20$	$A_0=0,10$
Bina Top, Ağırlık	61917,40 kN	61917,40 kN	61917,40 kN	61917,40 kN
Taban k,k,(V_t)	43341,98 kN	32506,49 kN	21670,99 kN	10835,50 kN

Çizelge 4.53. 2. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

İl	Bingöl	Antalya	Konya	Konya
İlçe	Merkez	Elmalı	Çaltık	Cihanbeyli
S_s	0,944	0,399	0,416	0,288
S_{DS}	0,755	0,319	0,333	0,230
Bina Top, Ağırlık	61917,12 kN	61917,12 kN	61917,12 kN	61917,12 kN
Taban k,k,(V_t)	12105,71 kN	11007,48 kN	5705,71 kN	3850,09 kN

Çizelge 4.54. 2. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

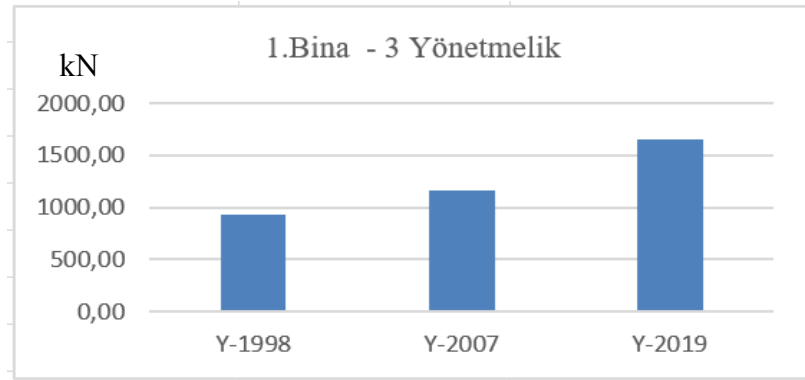
Zemin Sınıfı	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
Bina Top,Ağırlık	61917,12	61917,12	61917,12	61917,12	61917,12
Taban K,K,(V_t)	4272,97kN	5263,90kN	7946,34kN	12686,38kN	22109,64kN

Çalışmada bulunan değerler arasında kıyaslamayı daha kolay yapabilmek adına Çizelge 4.47 ile 4.54 arasındaki değerler grafik olarak sunulmuştur.

Buna göre birinci ve ikinci binanın kendi konumları kullanılarak her üç yönetmeliğe (ABYBHY-1998, DBYBHY-2007 ve TBDY-2019) göre hesaplanan taban kesme kuvveti sırasıyla Şekil 4.1’de ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

Birinci bina için DBYBHY 2007’de tanımlanan dört deprem bölgesi için elde edilen sonuçlar Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Birinci binanın 2019 yönetmeliğine göre dört farklı deprem bölgesinden alınan temsili konumlar için elde edilen sonuçlar Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Birinci binanın 2019 yönetmeliğinde tanımlanan beş farklı zemin sınıfı için elde edilen sonuçlar Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

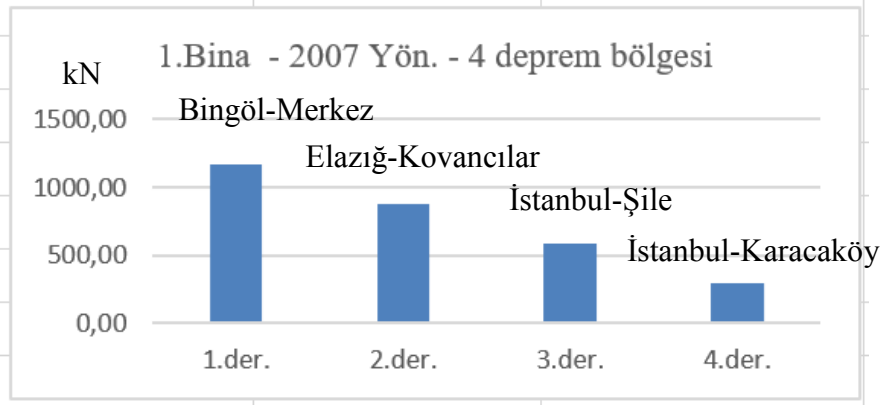
İkinci bina için DBYBHY 2007’de tanımlanan dört deprem bölgesi için elde edilen sonuçlar Şekil 4.7’de gösterilmiştir. İkinci binanın 2019 yönetmeliğine göre dört farklı deprem bölgesinden alınan temsili konumlar için elde edilen sonuçlar Şekil 4.8’de gösterilmiştir. İkinci binanın 2019 yönetmeliğinde tanımlanan beş farklı zemin sınıfı için elde edilen sonuçlar Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.1. 1. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri

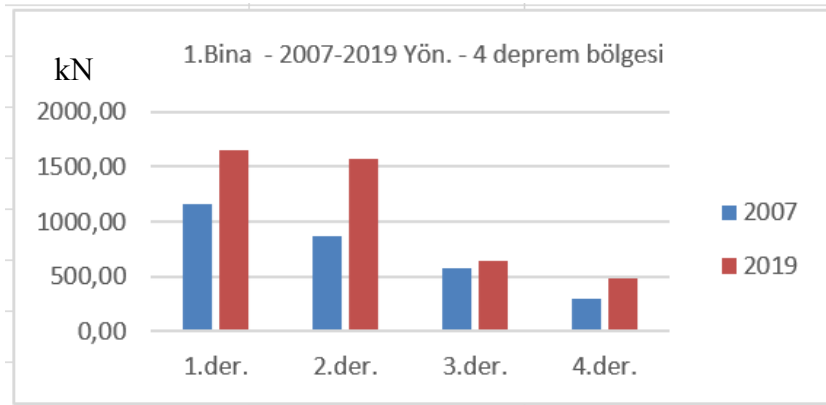
Şekil 4.1’de 1998 ve 2007 yönetmeliklerine göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri arasındaki fark, iki yönetmelikte sunulan hesaplar arasındaki tek fark olan deprem yükü azaltma katsayısı ile açıklanabilir. 1998 yönetmeliğinde kullanılan sabit 2.5 deprem yükü azaltma katsayısı değeri 2007 yönetmeliğinde 2,0 olarak değiştirilmiştir. 1 .bina için 2019

yönetmeliğine göre bulunan taban kesme kuvveti değeri diğer iki yönetmeliğe göre bulunan değerlerden daha yüksek çıkmıştır. 2019 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda, 1998 ve 2007 yönetmeliğinde olmayan veya sabit alınan birçok parametre dikkate alındığı için 1. bina için bulunan farklı değerlerin sebebi 1998 ve 2007 yönetmelikleri arasındaki farkın sebebi kadar basit değildir. Bu sebeplere 2. Bina sonuçları verildikten sonra değinilecektir.



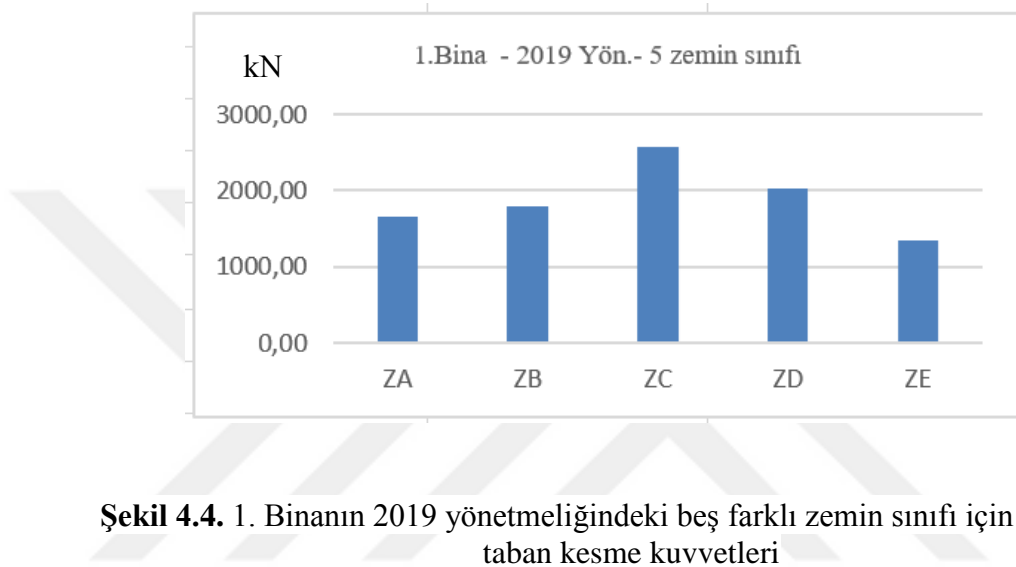
Şekil 4.2. 1. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.2’de 2007 yönetmeliğine göre 4 farklı deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri arasındaki farklar, yönetmelikte deprem bölgeleri için değişen A_0 katsayıları ile açıklanabilir. 1. derece deprem bölgesinde 0,4 alınan A_0 katsayısı 2., 3. ve 4. Derece deprem bölgeleri için sırasıyla 0,3, 0,2 ve 0,1 olarak alınmaktadır.



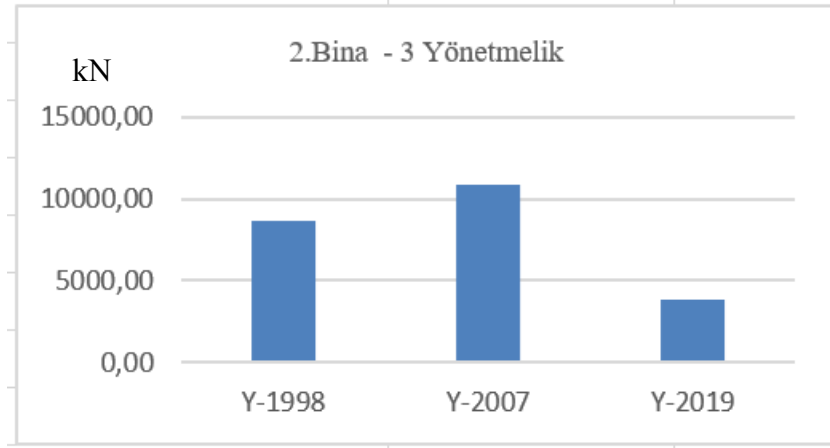
Şekil 4.3. 1. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.3’de dört deprem bölgesi için 2007 ve 2019 yönetmeliklerine göre hesaplanan değerler arasında farklı oranlarda fark görülmektedir. 1. 2. de 4. derece deprem bölgeleri için iki yönetmelik arasındaki fark daha belirgin iken, 3. derece deprem bölgesi için fark oldukça azdır. Bunun sebebinin altında farklı deprem bölgelerini temsil eden konumların depremselliği arasındaki fark yatmaktadır. Bu konu ilerideki kısımlarda daha detaylı irdelenecektir.



Şekil 4.4. 1. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.4’de 1. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri görülmektedir. ZA zemin sınıfında ZC zemin sınıfına kadar taban kesme kuvvetinde bir artış görülürken ZD ve ZE zemin sınıflarında azalış görülmektedir. Bu değişimin sebebi olarak S_{ds} ’nin hesabında kullanılan F_s ’nin farklı zemin sınıflarına göre değişen değerleri söylenebilir. Bununla birlikte son iki zemin sınıfı için bina periyodu T_A karakteristik periyodundan daha küçük kalmış, bu da S_{ae} nin spektrum eğrisinin plato kısmında değil de ilk doğrusal kısmına denk gelmesine, yani daha küçük bir değere karşılık gelmesine sebep olmuştur. Bu iki sebep ZD ve ZE zemin sınıflarında daha küçük taban kesme kuvveti hesaplanmasını izah edebilir.

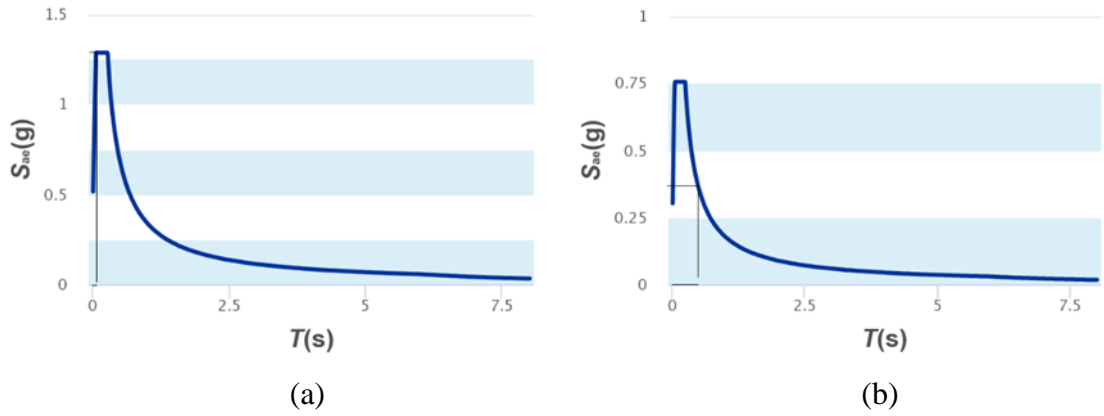


Şekil 4.5. 2. Binanın 1998, 2007, ve 2019 Yönetmeliklerine göre hesaplanan kat ve taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.5’de 2. bina için 1998 ve 2007 yönetmeliklerine göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri arasındaki fark, 1. bina için olduğu gibi, iki yönetmelikte sunulan hesaplar arasındaki tek fark olan deprem yükü azaltma katsayısı ile açıklanabilir. 1 .binada bulunan sonuçların tam aksine 2. bina için 2019 yönetmeliğine göre bulunan taban kesme kuvveti değeri diğer iki yönetmeliğe göre bulunan değerlerden daha düşük çıkmıştır.

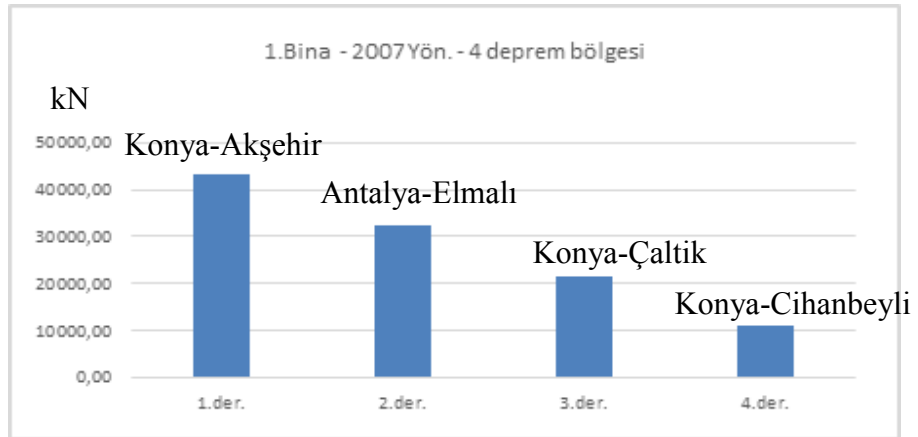
2019 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda, 1998 ve 2007 yönetmeliğinde olmayan veya sabit alınan birçok parametre dikkate alındığı için 2019 yönetmeliği ile 1998 ve 2007 yönetmelikleri arasındaki farkın sebebi hesaplama yönteminde yatmaktadır. Aynı şekilde Şekil 4.8 ‘de 4 deprem bölgesi için 2019 yönetmeliğine göre 2007 Yönetmeliğinden daha küçük değerler elde edildiği görülebilir.

Temel farklardan birincisi 1998 ve 2007 yönetmeliklerinde spektrum katsayısı olarak sabit 2.5 değeri kullanılırken, buna karşılık 2019 yönetmeliğinde binanın konumuna, zemin türüne ve binanın birinci doğal titreşim periyoduna bağlı bir S_{ae} değeri hesaplanmaktadır.



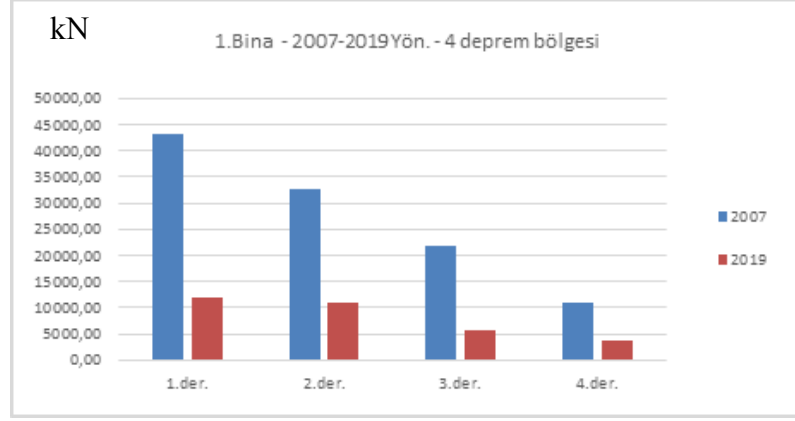
Şekil 4.6. 1. ve 2. Binanın bulunduğu konumlara ait yatay ivme spektrumları
(a) Bingöl-Merkez (b) Konya-Akşehir

Şekil 4.6’da 1. ve 2. binanın bulunduğu konumlar olan Bingöl-Merkez ve Konya-Akşehir’e ait yatay ivme spektrumları görülmektedir. Bu şekilden de görüleceği üzere Bingöl ait spektrum tepe değerleri ile Konya’ya ait spektrum tepe değerleri arasında önemli bir fark vardır. Bu fark iki konumun depremselliği ile alakalıdır. Ayrıca grafik üzerinde 1. ve 2. binanın birinci doğal titreşim periyotları gösterilmiştir. Spektrumlar arasındaki farkın yanı sıra binanın periyodu da spektrum eğrisinden okunacak değeri önemli ölçüde değiştirebilmektedir.



Şekil 4.7. 2. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

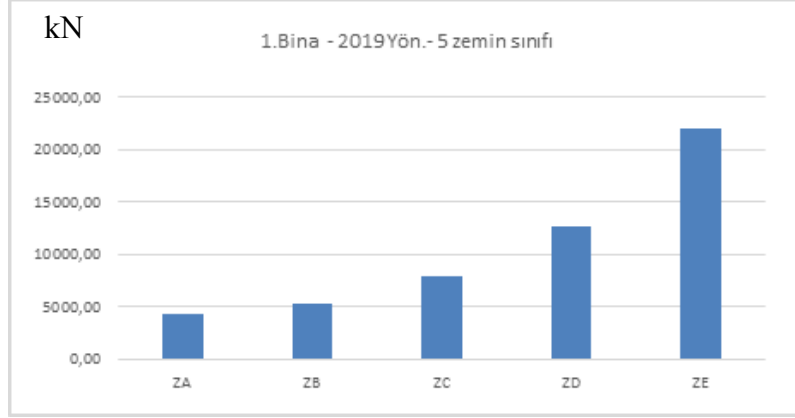
Şekil 4.7 ‘de gösterilen 2. Binanın 2007 Yönetmeliğinde tanımlanan dört deprem bölgesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri arasındaki fark önceki kısımlarda 1. bina için açıklanan farkla aynıdır.



Şekil 4.8. 2. Binanın 2019 Yönetmeliğine Göre 2007 Yönetmeliğindeki 4 Deprem Bölgesindeki Temsili Konumlar için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.8’de dört deprem bölgesi için 2007 ve 2019 yönetmeliklerine göre hesaplanan değerler arasında farklı oranlarda fark görülmektedir. 1. 2. 3.ve 4. derece deprem bölgeleri için iki yönetmelik arasındaki fark orantılı şekilde görülmektedir.

Bunun sebebinin altında aynı deprem bölgelerini temsil eden konumların depremselliği arasındaki yakınlık yatmasındandır.



Şekil 4.9. 2. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri

Şekil 4.9’de 2. Binanın 2019 yönetmeliğindeki beş farklı zemin sınıfı için hesaplanan taban kesme kuvvetleri görülmektedir. ZA zemin sınıfından ZE zemin sınıfına kadar taban kesme kuvvetinde birinci binanın aksine orantılı bir şekilde artış görülmektedir. Bunun sebebi ise S_{ds} ’nin hesabında kullanılan F_s ’nin aynı zemin sınıflarına göre değişmeyen değerleri söylenebilir. Başka bir deyişle binanın doğal periyodu T_A karakteristik periyodundan daha büyük olduğu için artış göstermektedir.

5. SONUÇ

Yığma yapılar bu güne kadar Türkiye’de çok tercih edilmesine rağmen mühendislik anlamında herhangi bir hizmet almaksızın ve yönetmelik kullanmaksızın yapılmıştır. Yığma yapılar ilk çağlardan itibaren yapılmış ve bugün de kullanılan yapıım tekniklerinden biri olduğundan deprem bölgelerinde bulunmaları halinde deprem yönetmeliklerinin konusu olmaktadır. Ülkemiz dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birinde bulunduğundan, yığma yapıların hesap ve tasarımı yönetmeliklerin güncellemesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada 1998, 2007 ve 2019 yönetmelikleri yığma yapılar hakkındaki kurallar çerçevesinde karşılaştırılmıştır. Seçilen iki adet örnek bina üzerinde deprem hesapları yapılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır. Hesap yöntemlerindeki farklılıklar sonuçlara yansımıştır.

TBDY-2019 yığma yapılar konusunda diğer eski deprem yönetmeliklerine göre çok önemli farklılıklar getirmektedir. Bunların başında;

- (1) Deprem bölgesinin artık kaldırılmış olması, bunun yerine doğrudan Türkiye Deprem Tehlike Haritasında binanın koordinatları girilerek konuma özel deprem parametrelerinin alınması,
- (2) Yığma yapılar için zemin sınıfından bağımsız olarak hesap ve tasarım yapılmakta iken artık zemin sınıflarının da dikkate alınması,
- (3) Tasarım spektrumunda yığma yapılar için sabit 2.5 değeri dikkate alınmakta iken, artık bina periyoduna ve zemin sınıfına göre farklı değerlerin hesap sonucu elde edilmesi,
- (4) Periyottan bağımsız olarak sabit bir deprem yükü azaltma katsayısı kullanılmakta iken, yeni yönetmelikte periyot (T), dayanım fazlalığı katsayısı (D) ve taşıyıcı sistem davranış katsayısına (R) bağlı olarak Deprem Yükü Azaltma katsayısı (Ra) tanımlanması sayılabilir.

Tüm bu farklılıkların etkisi neticesinde 2019 yönetmeliğine göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri eski yönetmeliklere göre hesaplanan değerlerden büyük olabildikleri gibi küçük te olabilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, N. (2004).** Deprem Bölgelerinde Yığma Yapı Tasarımının Yönetmeliğe Göre İncelenmesi. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Aköz, A. H. (2008).** Deprem etkisi altındaki tarihi yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesi *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul .
- Atabey, İ. Kanıt, R. 2014.** Yığma Bir Okul Binasının Depreme Performansının Analizi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 13 (1): 1-11
- Aslan, A. 2016.** Süleymaniye Camii'nin Yerel Zemin Koşullarına Bağlı Deprem Performansının Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Batur, A. (1999).** Donatısız Yığma Binaların Yatay Yükler Altındaki Davranışı Ve Bazı Ülkelrin Şartnamelerinin İncelenmesi. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul .
- Bayraktar, A. (2005).** Tarihi Yığma Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi. YDGA-2005 Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı, ODTÜ, Ankara.
- Türer, A. Dilsiz, A. (2005).** Türkiye'de Yığma Binalar İçin Deprem Sel Risk Haritası Oluşturulması. Deprem Sempozyumu Kocaeli 23-25 Mart 2005, Kocaeli
- Can, H., & Ünay, A. İ. (2012).** Tarihi yapıların deprem davranışını belirlemek için sayısal analiz yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(1), 211-217.
- Chamaky, R. 2014.** Tarihi Yığma Yapıların Deprem Analizi ve Uygun Güçlendirme Teknikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Çirak, İ. F. (2011).** Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri Ve Öneriler. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 3(2), 55-60.
- Çarhoğlu, A. Korkmaz, K. 2013.** Mevcut Yığma Bir Yapının Deprem Davranışının Değerlendirmesi, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi* 2(1): 1-11
- Çalışkan Değirmenci, Ö. Ekin, Ö. 2014.** Deprem Davranışları İncelenecek Olan Yığma Yapıların Durumları Hakkında İlk İzlenimler, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2): 1
- Dabanlı, Ö. (2008).** Tarihi yığma yapıların deprem performansının belirlenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul
- Durak, S. (2008).** Ege bölgesinde yaygın olarak kullanılan yığma yapılar ve bu yapıların deprem güvenliği, *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, Denizli
- Demirel, I. O., Erberik, M. A., & Sucuoğlu, H. (2011).** Tuğla yığma yapıların performans esaslı değerlendirilmesi için doğrusal olmayan çerçeve modeli. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim, Ankara
- Demirkan, D. S. (2014).** Yığma Yapılarda Derz Kalınlığı ve Duvar Örme Tekniğinin Yapıya Etkisinin Anizotrop Bir Model Üzerinde İncelenmesi. *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.

- Erden, G. 2004.** Donatsız ve sarılmış yığma yapıların deprem davranışlarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, Trabzon.
- Ercan, E. (2010).** Tarihi Yığma Yapıların Güvenliklerinin Analitik ve Deneysel Yöntemlerle Belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İzmir
- Gür, N. V., Deniz, Ö. Ş., & Ekinci, S. 2012.** Kagir yığma duvarlarda taşıyıcı malzeme ve bileşenler. 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 12 – 13 Nisan 2012, Uludağ Üniversitesi, Bursa
- Jafarov, O. 2012.** Lifli Polimerle Güçlendirilmiş Yığma Duvarların Modellenmesi. *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Kuruşçu, A. 2005.** Yığma yapıların Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Kaya, Ç. 2010.** Yığma Yapıların-Elastik Plastik Hesabı, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Kuruşçu, A. 2012.** Yığma Duvar ve Temellerde Doğrusal Olmayan Modelleme. *Doktora Tezi* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Karaşin, A. Öncü, M. 2009.** Çok Katlı Yığma Binaların Deprem güvenliklerinin Değerlendirilmesi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, *DIYARBAKIR*
- Karaşin, A. Öncü, M. 2009.** Çok Katlı Yığma Binaların Deprem güvenliklerinin Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü – *DIYARBAKIR*
- Kara, H. G. (2009).** Tarihi Yığma Yapıların Taşıyıcı Sistemleri, Güvenliğinin İncelenmesi, Onarımı Ve Güçlendirilmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul
- Kaptan, V. 2010.** Anıtsal Yığma Binalarda Risk Düzeyinin Tespitine İlişkin Bir Ön Değerlendirme Yöntemi. *Doktora Tezi* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Korkmaz, K. Çarhoğlu, A. Orhon, A. Nuhoğlu, A. 2014.** Farklı Yapısal Malzeme Özelliklerinin Yığma Yapı Davranışına Etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* 3(1): 69-78 2014
- Kuran, F. (2015).** Yeni deprem yönetmeliğinde yığma bina tasarımı ve deprem güvenliği değerlendirmesi için öneriler. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 14-16 Ekim 2015, İzmir
- Karaşin, İ. Eren, B. Işık, E. 2016.** Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi, *DUFED* 5(2): 70-76
- Mahrebel, H. A. (2006).** Tarihi yapılarda taşıyıcı sistem özellikleri, hasarlar, onarım ve güçlendirme teknikleri, *Yüksek Lisans Tezi* İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Onar, E. (2011).** Yığma Yapılarda Taşıyıcı Tuğla Duvarların Cfrp İle Güçlendirilmesinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul
- Öztaş, V. 2009.** Yığma yapıların Güçlendirilmesi ve Bir yığma yapı Örneğinde Güçlendirme Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.

- Öncü, G. 2011.** Mevcut Betonarme Ve Yığma Binaların Depreme Karşı Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri ve İzmir’de Bazı Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi* Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Salho, N. (2005).** Mevcut yığma yapıların deprem bakımından incelenmesi ve güçlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi* Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, Denizli
- Salek Zamankhani, J. 2010.** İran’ın deprem bölgesi olan "doğu Azerbaycan" ilindeki köy evlerinin Biçimsel ve yapısal yönlerden İrdelenmesi ve ıslahı üzerine bir çalışma, *Doktora Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Timmur, T. 2011.** Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii Taşıyıcı Sistem Deprem Davranışının İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Uğuz, S. 2016.** Tarihi Yığma Bir Yapının Deprem Güvenlik Analizi, Tarihi Konya-Gazi Lisesi (Darü’l Muallim). *Yüksek lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı, Konya.
- Yıldırım, H. 2007.** Yığma Yapı Elemanları İçin İzotropik Hasar Modeli Geliştirilmesi ve Sonlu Eleman Uygulamaları. *Doktora Tezi* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisi Anabilim dalı, İstanbul.
- Yüksek, İ. 2015.** Geleneksel Türk Konutunu Depreme Dayanıklılığı Üzerine Bir Çalışma. Celal Bayar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Manisa.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aminullah AMANI
Doğum Yeri : Afganistan
Doğum Tarihi : 21.01.1989
Yabancı Dil : Farsça, Özbekçe
E-Posta : amianiaminullah@gmail.com

Eğitim Durumu

Lisans Osman Gazi Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği (Türkçe)
2011 – 2015
Lise Khatibabad Yönetim ve Ticaret Sekreterliği
2009 – 2008

