

**MEVCUT YIĞMA YAPILARIN DEPREM
GÜVENLİĞİNİN TÜRKİYE BİNA DEPREM
YÖNETMELİĞİ 2018'e GÖRE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan ÇOBAN

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Veli BAŞARAN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞUBAT 2021

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVCUT YIĞMA YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN
TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ 2018'e GÖRE
İNCELENMESİ

Gökhan ÇOBAN

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Veli BAŞARAN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞUBAT 2021

TEZ ONAY SAYFASI

Gökhan ÇOBAN tarafından hazırlanan “Mevcut Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018’e Göre İncelenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 15 / 02 / 2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Veli BAŞARAN

İmza

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Selim ŞENGEL
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat HİÇYILMAZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Veli BAŞARAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

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 bir üniversite veya başka bir üniversitede başka bir dönem projesi olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15/02/2021

İmza

Gökhan ÇOBAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MEVCUT YIĞMA YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİN 2018'E GÖRE İNCELENMESİ

Gökhan ÇOBAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Veli BAŞARAN

Günümüzde Türkiye’de şehir merkezlerinde yığma yapı kullanımı her ne kadar azalmış olsa da kırsal kesimlerde hâlâ yığma yapılar yapılmakta ve kullanılmaktadır. Yığma yapılar taş, tuğla, kerpiç, briket, ahşap gibi yapı malzemelerinin üst üste yerleştirilip kendi ağırlıkları ile ya da harç ile birleştirilerek duvar, kemer, kubbe, tonoz, sütun gibi taşıyıcı elemanlar oluşturması şeklindeki yapılardan oluşmaktadır. Ülkemiz aktif fay hatları üzerinde bulunması sebebi ile deprem tehlikesi altındadır. Yığma yapıların deprem davranışı betonarme yapılara göre karmaşıktır. Yığma yapıların hesaplarında uyulması gereken kurallar yönetmelikler ile belirlenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY18) Mart 2018 yılında yayınlanmış ve 1 Ocak 2019 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiştir. Yeni deprem yönetmeliği incelendiğinde deprem etkisi altında yığma bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımında değişiklikler meydana gelmiştir.

Bu tez çalışmasında, yığma yapıların TBDY 2018’e göre deprem performansının araştırılması amaçlanmıştır. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’e (DBYBHY07) göre Afyonkarahisar’da projelendirilmiş ve yapımı tamamlanmış olan genel yığma yapı stokunu temsil edecek şekilde 10 adet yığma bina projesi seçilmiştir. Seçilen bu yığma yapılar sonlu elemanlar yöntemi kullanan analiz paket programı STA4-CAD yardımıyla gerçeğe yakın olarak makro modelleme yöntemine göre modellenmiş ve analizleri yapılmıştır. Analizler sonrasında, yapıların yeni tasarım kriterlerine göre uygunlukları ve yeni deprem yönetmeliğindeki performans hedeflerini karşılayıp karşılamadığı değerlendirilmiştir. Ayrıca duvar imalatında kullanılan tuğla ve harcın basınç dayanımlarındaki değişim yönetmelikte belirlenen

değerler için tek tek incelenmiş ve bunların yapı performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda, harç dayanımının duvar dayanımına göre yapı performansı üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür.

2021, xiv + 74 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yığma yapı, Deprem güvenliği, Türkiye bina deprem yönetmeliği 2018, Sonlu elemanlar yöntemi.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF SEISMIC PERFORMANCE OF EXISTING MASONRY STRUCTURES ACCORDING TO TURKISH SEISMIC CODE 2018

Gökhan ÇOBAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Veli BAŞARAN

Nowadays, the use of masonry buildings in the city center in Turkey, although the sector is still ongoing, though upsetting pages are made and used. Masonry structures consist of structures where building materials such as brick, adobe, briquette, wood are placed on top and combined with their own weight or with mortar to form carrier elements such as walls, arches, domes, vaults, columns. Our country is under earthquake risk because active tiles can be exceeded. Earthquake behavior of masonry structures is more complex than reinforced concrete structures. Rules about the rules to be followed in masonry building calculations. Turkey Earthquake Building Regulations (TBDY18) was published in March 2018 and entered history as January 1, 2019. When the new earthquake building is examined, it can be found in a masonry configuration under the effect of an earthquake. In this thesis, it is aimed to investigate the earthquake performance of masonry structures according to TBDY 2018. According to the Regulation on Buildings According to Earthquake Zones 2007 (DBYBHY07), 10 masonry building projects were selected in Afyonkarahisar to show the general masonry building stock that has been designed and completed. These selected masonry portals were modeled and analyzed according to the macro modeling method, when required, STA4-CAD analysis package program using finite element method. After the analysis, the suitability of the buildings according to the new design criteria and whether they meet the performance targets in the new earthquake code were evaluated. In addition, the change in the compressive strength of the brick and mortar used in wall construction was examined one by one for the values specified in the regulation and their effects on the building performance were evaluated. As a result of

the analysis, it was seen that the mortar strength was more effective on the performance of the wall than the strength of the wall.

2021, xiv + 74 pages

Keywords: Masonry Building Earthquake Safety, Turkey Earthquake Building Regulations 2018, The Finite Element Method

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, analiz aşamalarının ynlendirilmesi, sonuların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılardan dolayı tez danışmanım Sayın Dr. ğr. yesi Veli BAŞARAN'a, proje desteği sağlayan GND Mühendislik'e, analizlerde karşılaştığım hataların çözümünde desteklerini esirgemeyen Sayın İnaşaat Yüksek Mühendisi Ayşegül SEVİM' e, tez düzenlememe ve araştırmalarımaya katkı sunan Sayın Murat SERT'e ve her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Gökhan ÇOBAN
Afyonkarahisar, 2021

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
3. MATERYAL METOD	9
3.1 Yığma Yapılarda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri	9
3.1.1 Doğal Taşlar	9
3.1.2 Kerpiç	10
3.1.3 Tuğla	10
3.1.4 Beton Briket	11
3.1.5 Harçlar	12
3.2 Yığma Yapıyı Oluşturan Yapı Elemanları	13
3.2.1 Döşemeler	13
3.2.2 Hatıllar	13
3.2.3 Duvarlar	13
3.2.4 Temeller	14
3.3 Yığma Yapıların Hesaplarında Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler	14
3.3.1 Basınç Dayanımı	14
3.3.2 Kayma Dayanımı	16
3.3.3 Çekme Dayanımı	17
3.3.4 Elastisite Modülü	17
3.4 Yığma Yapılarda Hasar Şekilleri	18
3.4.1 Oturma Çatlakları ve Hasarı	18
3.4.2 Deprem Hasarı ve Düzeyleri	19

3.5	Yığma Yapıların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Tasarım Kuralları	25
3.5.1	Yığma Binalarda İzin Verilen Bina Yüksekliğinin Belirlenmesi	25
3.5.2	Yığma Binalarda Kullanılan Malzemeler ve Dayanım Özelliklerinin TBDY 2018'e Göre Belirlenmesi.....	26
3.6	Bina Performans Hedeflerinin Belirlenmesi.....	28
3.6.1	Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi.....	29
3.6.2	Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi.....	29
3.6.3	Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi.....	29
3.6.4	Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi.....	29
3.7	Yığma Binalarda Performans Hedefinin Belirlenmesi.....	30
4.	ANALİZDE KULLANILAN YAPI MODELLERİ.....	31
4.1	Model 1'e Ait Veriler	32
4.2	Model 2'ye Ait Veriler	34
4.3	Model 3'e Ait Veriler	36
4.4	Model 4'e Ait Veriler	38
4.5	Model 5'e Ait Veriler	40
4.6	Model 6'ya Ait Veriler	42
4.7	Model 7'ye Ait Veriler	44
4.8	Model 8'e Ait Veriler	46
4.9	Model 9'a Ait Veriler	48
4.10	Model 10'a Ait Veriler.....	50
5.	BULGULAR.....	52
5.1	Model 1'e Ait Bulgular.....	52
5.2	Model 2'ye Ait Bulgular.....	54
5.3	Model 3'e Ait Bulgular.....	56
5.4	Model 4'e Ait Bulgular.....	57
5.5	Model 5'e Ait Bulgular.....	59
5.6	Model 6'ya Ait Bulgular.....	61
5.7	Model 7'ye Ait Bulgular.....	63
5.8	Model 8'e Ait Bulgular.....	64
5.9	Model 9'a Ait Bulgular.....	66

5.10 Model 10'a Ait Bulgular.....	68
6. TARTIŞMALAR VE SONUÇ.....	70
7. KAYNAKÇA	71
ÖZGEÇMİŞ.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

P_k	Kırılma Anındaki Yük
$f_{m,min}$	Harcın Minimum Basınç Dayanımı (28 Günlük)
$f_{bh,min}$	Kargir Birimin Yatay Derzlere Paralel Doğrultuda Minimum Basınç Dayanımı
$f_{b,min}$	Kargir Birimin Yatay Derzlere Dik Doğrultuda Minimum Basınç Dayanımı
f_k	Yığma Duvar Karakteristik Basınç Dayanımı
f_m	Harcın Ortalama Basınç Dayanımı (28 Günlük)
f_{vko}	Duvarların Başlangıç Kesme Dayanımı
γ_s	Yığma Malzemede Dayanım Azaltma Katsayısı
γ_m	Donatıda Dayanım Azaltma Katsayısı
E_{duv}	Duvar Elastisite Modülü
G_{duv}	Duvarların Başlangıç Kesme Dayanımları
S_{DS}	Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı

Kısaltmalar

BKS	Bina Kullanım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
DBYBHY07	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
TBDY18	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Kerpiç Blok Ölçüleri (mm) (Kuruşçu 2012).....	10
Şekil 3.2 Beton Briket Çeşitleri (Kuruşçu 2012).....	12
Şekil 3.3 Yığma Yapının Elastisite Modülünü Gösteren Gerilme-Birim Deformasyon Eğrisi (Kuruşçu 2012).....	17
Şekil 3.4 Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke 2011).....	18
Şekil 3.5 Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke 2001).....	19
Şekil 3.6 Deprem Etkisi Altında Eğik Çekme Kuvvetleri Oluşturan Çatlaklar ve Çatlak Oluşumu (Bayülke 2001).....	20
Şekil 3.7 Yığma Yapılardaki Çatlak Oluşumu (Bayülke 2001).....	20
Şekil 3.8 Yığma Yapılarda Deprem Yükünün Taşıyıcı Elemanlara Dağılımı (Bayülke 2001).....	21
Şekil 3.9 Derzlere Dik Yükler Altında Yığma Duvarlarda Kırılma (Bayülke 2001).....	21
Şekil 3.10 Yatay Derzlere Paralel Etkiyen Yükler Altında Yığma Duvarlarda Kırılma Biçimleri (Bayülke 2001).....	22
Şekil 3.11 Üst Tarafından Yeterli Biçimde Bağlanmamış Yığma Binaların Duvarlarında Hasar Biçimleri (Bayülke 2001).....	22
Şekil 3.12 Yapı Köşelerinde Birbirlerini İten Duvarlarda Oluşan Hasar (Bayülke 2001).....	23
Şekil 3.13 Narin Yığma Duvarlarda Eğilme Çatlakları (Bayülke 2001).....	23
Şekil 3.14 Tuğla Kullanılarak Yapılmış Yığma Duvarlarda Düşey Yükler Altında Meydana Gelen Hasar (Bayülke 2001).....	24
Şekil 3.15 Yığma Duvarlarda Monotonik ve Tersinir Yükleme Altında Kesme Dayanımının Gelişimi (Bayülke 2001).....	24
Şekil 3.16 TBDY18'e Göre Bina Performans Hedefleri (TBDY18).....	29
Şekil 4.1 Model 1'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	32
Şekil 4.2 Model 1'in Taşıyıcı Duvar Planı.....	33
Şekil 4.3 Model 2'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	34
Şekil 4.4 Model 2'nin Taşıyıcı Duvar Planı.....	35
Şekil 4.5 Model 3'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	36
Şekil 4.6 Model 3'ün Taşıyıcı Duvar Planı.....	37

Şekil 4.7 Model 4'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	38
Şekil 4.8 Model 4'ün Taşıyıcı Duvar Planı.....	39
Şekil 4.9 Model 5'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	40
Şekil 4.10 Model 5'in Taşıyıcı Duvar Planı.....	41
Şekil 4.11 Model 6'ya Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	42
Şekil 4.12 Model 6'nın Taşıyıcı Duvar Planı.....	43
Şekil 4.13 Model 7'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	44
Şekil 4.14 Model 7'nin Taşıyıcı Duvar Planı.....	45
Şekil 4.15 Model 8'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	46
Şekil 4.16 Model 8'in Taşıyıcı Duvar Planı.....	47
Şekil 4.17 Model 9'a Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	48
Şekil 4.18 Model 9'un Taşıyıcı Duvar Planı.....	49
Şekil 4.19 Model 10'a Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.....	50
Şekil 4.20 Model 10'un Taşıyıcı Duvar Planı.....	51
Şekil 5.1 Model 1'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	53
Şekil 5.2 Model 2'ye Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	54
Şekil 5.3 Model 3'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	56
Şekil 5.4 Model 4'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	58
Şekil 5.5 Model 5'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	60
Şekil 5.6 Model 6'ya Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	61
Şekil 5.7 Model 7'ye Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	63
Şekil 5.8 Model 8'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	65
Şekil 5.9 Model 9'a Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	66
Şekil 5.10 Model 10'a Ait Deprem Kuvvetlerini Karşıllayan Duvarların Oranı.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Doğal Yapı Taşlarının Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanımları (TSE 2012).	9
Çizelge 3.2 Tuğlaların Ortalama Çekme Dayanımları (Ünay 2002).....	11
Çizelge 3.3 Beton Briketlerin Basınç Dayanımları (TSE 2016).	12
Çizelge 3.4 K_2 , j ve k Değişkenleri İçin Duvar Kalınlıklarına Göre Kullanılması Gereken Katsayılar (Dymiotis ve Gutleederer 2002).	15
Çizelge 3.5 Deprem Tasarım Sınıfları (TBDY 2018).....	26
Çizelge 3.6 Bina Taşıyıcı Sistemleri İçin Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY 2018).	26
Çizelge 3.7 Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY 2018).	26
Çizelge 3.8 Kargir Birimlerin Delik Oranlarına Göre Gruplandırılması (TBDY 2018).27	27
Çizelge 3.9 Yığma Taşıyıcı Duvarların Karakteristik Basınç Dayanımı, f_k (MPa) (TBDY2018).....	27
Çizelge 3.10 Duvarların Başlangıç Kesme Dayanımları, f_{vko} (MPa) (TBDY 2018).	28
Çizelge 4.1 Model 1'e Ait Genel Bilgiler.....	32
Çizelge 4.2 Model 2'ye Ait Genel Bilgiler.	34
Çizelge 4.3 Model 3'e Ait Genel Bilgiler.....	36
Çizelge 4.4 Model 4'e Ait Değerler.	38
Çizelge 4.5 Model 5'e Ait Değerler.	40
Çizelge 4.6 Model 6'ya Ait Değerler.....	42
Çizelge 4.7 Model 7'ye Ait Değerler.....	44
Çizelge 4.8 Model 8'e Ait Değerler.	46
Çizelge 4.9 Model 9'a Ait Değerler.	48
Çizelge 4.10 Model 10'a Ait Değerler.....	50
Çizelge 5.1 Model 1 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.	53
Çizelge 5.2 Model 1 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	53

Çizelge 5.3 Model 1 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	54
Çizelge 5.4 Model 2 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.	55
Çizelge 5.5 Model 2 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	55
Çizelge 5.6 Model 2 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	55
Çizelge 5.7 Model 3 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.	56
Çizelge 5.8 Model 3 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	57
Çizelge 5.9 Model 3 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	57
Çizelge 5.10 Model 4 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.	58
Çizelge 5.11 Model 4 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	59
Çizelge 5.12 Model 4 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	59
Çizelge 5.13 Model 5 İçin Referans Değere Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.	60
Çizelge 5.14 Model 5 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	60
Çizelge 5.15 Model 5 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	61
Çizelge 5.16 Model 6 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.....	62
Çizelge 5.17 Model 6 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	62
Çizelge 5.18 Model 6 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	62
Çizelge 5.19 Model 7 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.....	63
Çizelge 5.20 Model 7 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	64
Çizelge 5.21 Model 7 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	64

Çizelge 5.22 Model 8 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılamanın Duvar Oranındaki Artış Miktarı.....	65
Çizelge 5.23 Model 8 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	65
Çizelge 5.24 Model 8 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	66
Çizelge 5.25 Model 9 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılamanın Duvar Oranındaki Artış Miktarı.....	67
Çizelge 5.26 Model 9 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	67
Çizelge 5.27 Model 9 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	67
Çizelge 5.28 Model 10 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılamanın Duvar Oranındaki Artış Miktarı.....	68
Çizelge 5.29 Model 10 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.....	69
Çizelge 5.30 Model 10 için TBDY2018'e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.	69

1. GİRİŞ

Günümüzde Türkiye’de şehir merkezlerinde yığma yapı kullanımı her ne kadar azalmış olsa da kırsal kesimlerde hala yığma yapılar yapılmakta ve mevcut yapı stokunun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yığma yapım tekniği günümüzde yerini betonarme ve çelik yapı sistemlerine devretmiş gibi görülmekte geçmişte yapılmış olan tarihi yığma binalar uzun yıllar ayakta kalarak bu yapım tekniğinin gerekli koşullar sağlandığında depreme dayanıklı olduğunu göstermiştir.

Depremler geçmişten günümüze birçok insanın can ve mal kaybına sebep olmuştur. Bu kayıplar yaşandıkça hatalardan ders çıkarılarak yönetmelik değişiklikleri yapılmış, binaların daha güvenli yapılabilmesi için gerekli şartlar yönetmeliklerle düzenlenmiştir.

Ülkemizde son olarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY18) ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası 2018 yılında Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Yayınlanan bu haritaya göre mevcut binalarımızın %26’sı en tehlikeli alanlarda görünmektedir. 2018 yılı Türkiye İstatistik Kurumundan alınan veriler sonucunda mevcut yapı stokumuzun %7’si yığma binalardan oluşmaktadır.

Yığma yapılar yapay ya da doğal bloklar arasına bağlayıcı harç kullanılarak imal edilen duvarlarla yatayda ve düşeyde yük taşıyan yapılardır (Bayülke 2011). Yığma yapılar rijit oldukları için enerji yutma kapasiteleri düşüktür. Bu özelliklerinden dolayı yığma yapılar büyük yatay kuvvetlere maruz kalmaktadır (Döndüren 2008). Büyük yatay yüklere maruz kalan yığma binaların yapıldıkları malzemeler sünek olmadığı için deprem anında gevrek bir davranış göstermekte ve ani kırılmalar meydana gelmektedir.

Bu tez çalışmasında, yığma yapıların TBDY 2018’e göre deprem performansının araştırılması amaçlanmıştır. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’e (DBYBHY07) göre Afyonkarahisar’da projelendirilmiş ve yapımı tamamlanmış olan genel yığma yapı stokunu temsil edecek şekilde 10 adet yığma bina projesi seçilmiştir. Seçilen bu yığma yapılar sonlu elemanlar yöntemi kullanan analiz paket programı STA4-CAD yardımıyla gerçeğe yakın olarak makro modelleme

yöntemine göre modellenmiş ve analizleri yapılmıştır. Analizler sonrasında, yapıların yeni tasarım kriterlerine göre uygunlukları ve yeni deprem yönetmeliğindeki performans hedeflerini karşılayıp karşılamadıkları değerlendirilmiştir. Ayrıca, TBDY18 de verilen tuğla ve harç basınç dayanım parametrelerinin bina sismik performansı üzerine etkileri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR

Kanca (2004), yapmış olduğu çalışmasında yığma yapılarda duvarlar, temeller ve döşemelerdeki hasarların sebeplerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, oluşan hasarların binanın senelere bağlı olarak yaşlanması ve bu zaman zarfında meydana gelen doğal felaketler olarak belirlemiştir.

Akan ve Özen (2005), yapmış oldukları çalışmada Yeşil Türbe'nin SAP2000 programı kullanılarak strüktürel analizini yapmışlardır. Analiz sonuçlarını yorumlayabilmek için deplasman, moment, kesme kuvveti ve eksenel kuvvetleri gösteren grafiklerden faydalanmışlardır. Analizler sonucunda yapının zayıflıklarını göz önüne alarak yapıda çekme gerilmesinden kaynaklı çatlakların oluşabileceğini bulmuşlar ve buna karşı alınabilecek önlemleri sıralamışlardır.

Arun (2005), çalışmasında yığma duvarların davranışlarını ve oluşabilecek hasarları incelemiştir. Araştırma sonucunda dayanımı düşük, sünek olmayan ve gevrek malzemeye oluşturulan yığma yapıların tasarım şartlarına uyulduğu takdirde kırılan davranış göstermeyeceğini ve deprem performanslarının artırılabilirliğini söylemiştir.

Karaşin ve Öncü (2009), yaptıkları çalışmada Bingöl ve Diyarbakır'da bulunan çok katlı yığma yapıların deprem sonrası hasarlarını ve kentsel doku hasarlarını incelemiş aynı zamanda sismik hareketler sonucu meydana gelebilecek yıkımları değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda, yapılan yapıların 1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik ile 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik şartlarını çok büyük bir oranda sağlamadığını gözlemlemiştir. Aynı zamanda 4-8 katlı yığma binaların olası bir depremde can güvenliği performans seviyesini karşılayamayacağını söylemiştir.

Öztaş (2009), yaptığı tez çalışmasında mevcut bir yığma yapıyı analiz etmiş, daha sonra yapıya betonarme perdeler ekleyerek yeniden analizini yapmıştır. Son aşamada ise cam lifli polimerlerle güçlendirerek analiz etmiştir. Analizler sonucunda yer değiştirme ve

moment değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan değerlere göre güçlendirilmiş yapıda yer değiştirmelerde iyileşmeler gözlemlemiştir.

Akdeniz (2011), yaptığı tez çalışmasında 1224 yılında yapılmış olan Malatya Ulu Cami'yi ANSYSY programında modellemiş ve 1 Mayıs 2003 yılında meydana gelen Bingöl depremi ivme kayıtlarıyla lineer ve lineer olmayan şekilde analiz etmiştir. Analizler sonucunda lineer olmayan analizde camii de çekme gerilmelerinden kaynaklı çatlak hasarlarının birleşim bölgelerinde yaygın olduğunu gözlemlemiştir.

Demirel vd. (2011), yaptıkları çalışmada yığma duvar elemanların doğrusal olmayan eşdeğer ereve modelini oluşturmuşlar ve analizlerini yapmışlardır. Analiz sonuçlarını sarsma tablası değerleriyle kıyaslamışlar ve uyum içerisinde olduğunu gözlemlemişlerdir. Son aşamada, 1995 Dinar depremi ivme kayıtları kullanılarak itme analizi gerçekleştirilmiş ve önerilen metotla oluşturulan model dikkate alınarak binanın performans değerlendirmesi yapılmıştır. Analizler sonucunda hasar gören bir binaya uygulanan modelin yapının uğradığı deprem hasar seviyesini başarıyla taklit ettiğini gözlemlemişlerdir.

Ay vd. (2012), yaptıkları çalışmada yığma yapının sonlu elemanlar yöntemine göre dinamik analizini yapmış ve analiz sonucuna göre yığma yapının deprem davranışını değerlendirmişlerdir. Analiz sonucunda zemin sınıfının Z1 den Z4'e gittikçe duvar ve perde için maksimum gerilme değerinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Hsn vd. (2012), yaptıkları çalışmada düzensiz bir şekle sahip Küçük Mustafa Paşa Hamamı'nın modeli üzerinde sabit yükler ve deprem spektrumu ile tanımlanan hareketin yol açtığı zorlamalar olmak üzere iki farklı yük uygulamışlar ve binanın deprem performansını araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre en iyi yöntemin sonlu elemanlar metodu olduğunu vurgulamışlardır.

Jafarov vd. (2012), yaptıkları çalışmada düşey ve yatay yükler altındaki yığma duvarlar için doğrusal olmayan sonlu elemanlar yöntemi ile mikro modelleme tekniğini

önermişlerdir. Analizler sonucunda elde edilen verilerin literatürde bulunan farklı çalışmalarda elde edilen deneysel verilerle yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Sepetçi (2012), yaptığı çalışmada makro modelleme tekniğini kullanarak SAP2000 programında modellediği yığma yapı üzerinde lineer statik ve dinamik analizler gerçekleştirmiştir. Analizler sonucunda yapıda oluşan asal gerilmeler ve sonuçlarını değerlendirmiş, emniyet gerilmeleri ile karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda yapıda oluşacak düşey ve yatay asal gerilmelerin emniyet gerilmelerini aşmadığını gözlemlemiştir.

Çarhoğlu ve Korkmaz (2013), yaptıkları çalışmada mevcut bir yığma yapının deprem davranışını sonlu elemanlar yöntemi kullanarak zaman tanım alanında dinamik analizlerini yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre yığma yapıya ait kayma ve basınç gerilmeleri hesaplanan emniyet gerilmelerinin altında kaldığı bu yüzden yapının güvenli olduğu sonucuna varmışlardır.

Demirel vd. (2013), yaptıkları çalışmada Antakya'da bulunan yığma binaların deprem etkisi altında performans değerlendirmelerini yapmışlardır. Mevcut bir yığma bina üzerinde yapılan titreşim ölçümleriyle analitik modeli kalibre ettikten sonra binanın eşdeğer çerçeve modeli oluşturularak itme analizlerini yapmıştır. Analizler sonucunda kat sayısının, malzeme kalitesinin ve bir yöndeki toplam duvar alanının zemin kat alanına oranının bina performansında belirleyici olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır.

Atabey ve Kavit (2014), yaptıkları çalışmada Sivas'ın Suşehri ilçesinde bulunan Aşağısarıca İlköğretim Okulu'nun 2007 Deprem Yönetmeliğine göre analitik ve StatiCAD-Yığma programında performans analizini yapmışlardır. Analiz sonuçlarını karşılaştırmış ve iki yöntemle göre elde ettikleri sonuçları değerlendirdiklerinde binanın göçme sınırında olduğunu bulmuşlardır.

Değirmenci vd. (2015), yaptıkları çalışmada Bilecik İl ve İlçelerinde eğitim vermeye devam eden yığma okul binalarının deprem performansını incelemişlerdir. İncelemeler

sonucunda deprem performansı yetersiz olduğu belirlenen yığma okul binası için güçlendirme önerisi sunmuşlardır.

Mumyalmaz (2015), yaptığı tez çalışmasında Afyonkarahisar'da bulunan Gedik Ahmet Paşa Camisi'nin deprem performansını incelemiştir. Çalışma sırasında ANSYS programında modellenen yapıya eş değer deprem yükü hesap yöntemine göre, yapının eksen takımı esas alınarak deprem yükleri uygulamışlardır. Analizler sonucunda yapıda meydana gelebilecek yer değiştirmeler ve gerilme yığılmalarının maksimum ve minimum noktaları belirlenmiştir.

Şeker vd. (2015), yaptıkları alışmada Erzurum da bulunan Lala Paşa Cami'nin yapısal performansını statik ve dinamik açıdan sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmişlerdir. Analizler sonucunda yapının kritik yerlerinin ana kubbe ve kasnağı ile kubbeyi taşıyan askı kemer sistemlerinin mesnetlendiğı noktalar olduğu belirlenmiştir. Zaman tanım alanı yöntemiyle yapılan dinamik analize göre ise kritik yerlerin asıl taşıyıcı ayakların alt kesitleri, pencere kenarları ve küçük kubbeler olduğu ortaya konmuştur.

Yücel vd. (2015), yaptıkları çalışmada Antakya'da bulunan Harman Tuğlası Yığma tipi binaların deprem performansını değerlendirmek için yapılara yerleştirilen sismik cihazlarla ortam titreşimleri alınmış, bu verilere göre yapı davranış parametreleri belirlenmiş ve bu parametreler analiz programının kalibrasyonunda kullanılmıştır. Yapılan performans analizi sonucunda tasarım depremi için yapı stokunda oluşacak hasarın ileri risk sınıfında olduğu kanaatine varmışlardır.

Pantò vd. (2016), yaptıkları çalışmada yığma binaların düzlem içi ve düzlem dışı davranışlarını inceleyebilmek için farklı bir yaklaşım önermişlerdir. Analiz sonuçları önerilen ayrık eleman yaklaşımının, tarihi yapıların doğrusal olmayan tepkilerini simüle etme kabiliyetini göstermiştir.

Smyrou (2016), yapmış olduğu çalışmada Van'da bulunan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı'ne göre kuşatılmış yığma bina tarifine uygun olarak imal edilmiş yapıların deprem performansını incelemiştir. İncelemeler sonucu kuşatılmış yığma yapıların, aynı

özelliğinde olan ancak dolgu duvarlı olarak imal edildiği varsayılan betonarme yapılara göre yaklaşık %33 daha fazla dayanıma sahip olduğu, döngüsel enerji sönüm kapasitesinin ise %46 daha fazla olduğunu gözlemlemiştir.

Can ve Yıldızoğlu (2018), yaptığı çalışmada Bayburt'ta bulunan Korkut Ata Lisesi'nin malzeme özellikleri ve yapım tekniği hakkında bilgiler derlenip, yapıda gözlemlenen problemler belirlenmiştir. StatiCAD programı yardımıyla 2007 Deprem Yönetmeliği ve 2013 Riskli Yapılar Yönetmeliğinde belirlenen şartlar dikkate alınarak yapının performans analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda X yönünde 12, Y yönünde ise 16 duvarın yetersiz olduğunu gözlemlemiş ve bunun sonucunda yapının göçme durumunda olduğunu belirlemiştir.

Selim vd. (2018), yaptıkları çalışmada İstanbul Kadıköy'de bulunan bir yığma yapının üç boyutlu modelini oluşturmuşlar ve tasarım depremi altında yapı elemanlarında meydana gelen gerilmeleri analitik ve lineer olarak belirlemişlerdir. Analizler sonucunda emniyet gerilmeleriyle yapıya gelen yükler karşılaştırılmış ve yapının can güvenliği performans düzeyini sağladığını belirlemişlerdir.

Tanganelli vd. (2018), yaptıkları çalışmada Floransa'da bulunan bir yığma yapı tipinin deprem performansını değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda bina özelliklerinin binaların sismik değerlendirmesindeki önemini vurgulamışlardır.

Can (2019), yaptığı çalışmada Bayburt ilinde bulunan yapıyı bir asır öncesine dayanan Bayburt Kırsal Geleneksel Evinin malzeme özelliklerini ve yapım tekniği hakkında bilgiler derlemiştir. Daha sonra StatiCAD programı ile performans analizi yapmıştır. Analizler sonucunda binanın riskli olduğunu ve bu haliyle deprem performansının göçme bölgesinde olduğunu belirlemiştir.

Günaydin (2019), yaptığı çalışmada tarihi bir yığma yapının deprem performansını değerlendirmiştir. Bu amaçla operasyonel modal analiz yöntemini kullanarak hata paylarını düşürmüştür. Analizler sonucunda yapıda meydana gelecek maksimum yer değiştirmeleri diyagramlar yardımıyla sunmuştur.

Kamanlı vd. (2019), yapmış olduğu çalışmada Konya’da bulunan Ak Sille Camii’nin statik analizini SAP2000 programı yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Analizler sonucunda mevcut durumunun tespiti yapılarak camiinin gelecek nesillere aktarılabilmesi için gerekli parametreleri taşıyacak çözüm önerileri sunulmuştur.

Yazgan ve Ünay (2019), yapmış olduğu çalışmada Sinan Paşa Külliyesi’nin imaret bölümünün insan kaynaklı müdahale sonrasındaki değişimlerini belirlemek için performans analizini yapmışlardır. Analizler sonucunda bina üzerine yapılan müdahale ve hasarlardan dolayı depremlerde göçme riskiyle karşı karşıya olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu tez çalışmasında Afyonkarahisar’ın çeşitli bölgelerinde yapımı tamamlanmış olan mevcut yığma binaların TBDY 2018’e göre sismik performansları incelenecek ve deprem güvenliklerinin yeni yönetmeliğe göre hangi sınırlar içerisinde olduğu değerlendirilecektir.

3. MATERYAL METOD

3.1 Yığma Yapılarda Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

İnsanlar barınma ihtiyacını karşılamak için çok farklı malzemeler kullanarak yaşam alanları inşa etmişlerdir. Tarihi, Göbekli Tepe'ye dayanan bu süreçte zaman içerisinde doğal taşlar, kerpiç, tuğla, beton briketler ve çeşitli harçlar kullanmışlardır.

3.1.1 Doğal Taşlar

Yığma bina yapımında kullanılan en eski malzemelerden bir tanesi doğal taşlardır. Tarihi M.Ö. 12 bin yıla kadar dayanan Göbekli Tepe'de insanlar taşları bir araya getirerek tapınak oluştururken doğal taşları kullanmışlardır. Daha sonrasında, Stonehenge ve Mısır Piramitlerinde yine yığma yapı tekniği kullanılmış ve doğal taşlardan yapılmıştır (Sepici 2013). Bu tür eski yapılarda doğal taşların kullanılma sebebi hemen hemen her coğrafyada kolay bir şekilde bulunmasıdır.

Doğal taşlar basınç dayanımına karşı dayanıklı, çekme kuvvetine karşı zayıflardır. Bu taşların mekanik değerleri laboratuvarlarda yapılan deneylerle belirlenmektedir. Fakat tek başına taşın özelliklerini bilmek doğru bir sonuç vermemektedir. Çünkü geçmişten günümüze gelen yığma yapı tekniğinde dayanımı ve dayanıklılığı, taşın işlenme biçimi ve aralarında kullanılan bağlayıcı maddenin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Doğal yapı taşlarının minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Doğal Yapı Taşlarının Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanımları (TSE 2012).

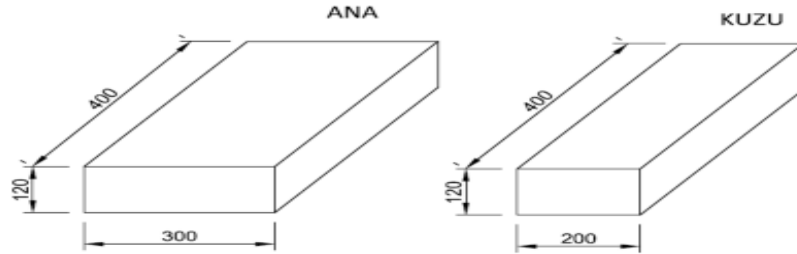
Taşın Cinsi	Minimum Basınç Dayanımı (MPa)	Eğilmede Minimum Çekme Dayanımı (MPa)
Kalker, traverten, kireç bağlayıcılı kumtaşı	35	3
Yoğun kalker, dolomit, bazalt	50	4
Silis bağlayıcılı kumtaşı, grovak	80	6
Granit, siyenit, diorit, melafir, diabaz, andezit	120	7,5
Diğer tortul ve metamorfik taşlar	50	5
Diğer püskürük taşlar	140	8

3.1.2 Kerpiç

Eski dönemlerde en önemli yapı malzemelerinden birisi olan kerpiç taşın bulunamadığı bölgelerde çok yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Eski çağlarda yaşamış olan Asurlular ve Mısırlılar kerpiç kullanarak yığma yapılar inşa etmişlerdir.

Günümüzde kerpiç eski önemini tekrar kazanmaya başlamıştır. Bunun sebebi kerpicin kolay temin edilebilir olması ve doğal olması, üretim sırasında tuğla ve betona oranla daha az enerji gerektirmesidir. Kerpiç bu özellikleriyle az gelişmiş ülkelerde dar gelirliilere konut yapımında alternatif olarak kullanılmaktadır.

Kerpiç bloklar, kum ve kil karışımının içerisine saman, diğer bitkisel lifler vb. katkı maddeleri karıştırılıp su ile yoğurulduktan sonra kalıplara dökülerek şekillendirilir. Sonrasında açık havada güneş alan bir yerde kurutularak elde edilen ürünlerdir. İçerisinde bulunan kil miktarı kerpicin niteliğini belirler. Kerpicin basınç dayanımı düşüktür ve suya karşı dayanıksızdır. Boyutlarına göre şekil 3.1'deki gibi ana ve kuzu olarak ikiye ayrılır (Kuruşcu 2012).



Şekil 3.1 Kerpiç Blok Ölçüleri (mm) (Kuruşcu 2012).

3.1.3 Tuğla

Latince “tegula” olarak kullanılan tuğla, killi toprak ve balçığın, kaolin veya benzer malzemeler içeren toprağın harman edilip, gerektiğinde kum, öğütülmüş tuğla veya kiremit tozu, kül veya benzeri katkı maddeleri katılıp su ile yapılan hamurun fırınlanmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir. Fiziksel olarak gevrek ve ısıya dayanıklıdır. Tuğla kullanılarak yapılmış yığma yapıların dayanımı, kullanılan harç ve

tuğla işçiliğine bağlı olarak değişmektedir. Tuğlaların basınç dayanımları genel olarak 10 MPa ve 30 MPa arasında değişmektedir. Bu değişkenlik, içerisinde bulunan malzeme özelliklerine ve tuğlanın fırınlanmasına göre değişmektedir. Çekme dayanımları ise basınç dayanımlarının %10' u kadar, kayma dayanımıysa %30'u kadardır. Tuğlaların ortalama çekme dayanımları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Tuğlaların Ortalama Çekme Dayanımları (Ünay 2002).

Basınç dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Kayma dayanımı (MPa)
10-30	2,7-5,0	10-20

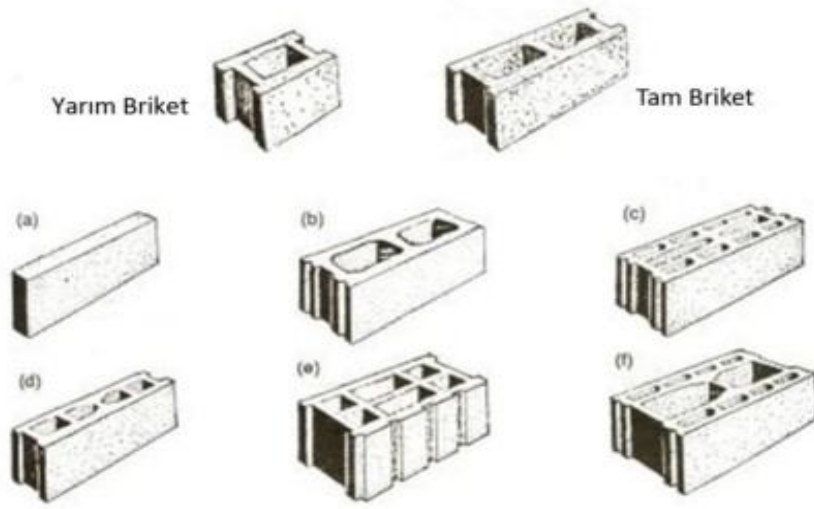
Bu özelliklerinin yanında tuğlalar 1,50 metreden yükseklikten sağlam bir zemine bırakıldığında, en fazla iki parçaya ayrılmalıdır. Çekiç ile üzerine vurulduğunda berrak bir ses vermeli ve su içerisinde 12 saat bekletildiğinde, en fazla ağırlığının %20'si kadar su emmiş olmalıdır (Türkçü 1997).

3.1.4 Beton Briket

Beton briketler, çimento, agrega, su ve gerektiğinde başka katkı maddeleri kullanılarak üretilirler. Agrega olarak kum, çakıl, bims ve cüruf gibi doğal ve hafif agregalar kullanılabilir. Genellikle boşluklu formlarda üretilirler. Gerekli durumlarda şantiyede bile üretilmektedir.

Beton briketler tuğla bedelinin yüksek olduğu bölgelerde ve hafif agreganın çok olduğu bölgelerde üretilmektedir. Isı yalıtımının yüksek olması sebebiyle 1980'li yılların başlarında yapılan ısı yalıtımı yapma zorunluluğu beton briketlerin üretimini teşvik etmiştir. Şekil 3.2'de beton briket çeşitleri görülmektedir.

Beton briketlerin basınç dayanımı değerleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi beton briketler basınç dayanımlarına göre 4 sınıfa ayrılmaktadır ve ortalama basınç dayanımları 2,5 MPa ile 15 MPa arasında değişmektedir.



Şekil 3.2 Beton Briket Çeşitleri (Kuruşcu 2012).

Çizelge 3.3 Beton Briketlerin Basınç Dayanımları (TSE 2016).

Türler	Basınç Mukavemeti Değerleri	
	Ortalama Değer (MPa)	Minimum Değer (MPa)
BB2	2,5	2
BB4	5	4
BB6	7,5	6
BB12	15	12

3.1.5 Harçlar

Yığma yapıların taşıyıcı duvarlarının inşası sırasında kullanılan taş, tuğla vb. blokların birbiriyle bütün olarak çalışması amacıyla birbirine bağlayan malzemeye harç denir.

Tarihte kullanılmış ilk harç “çamur” dur. Kireç harcının ise ilk olarak Mısırlıların kullandığı düşünülmektedir. Çamurdan daha güçlü olan kireç harcının taş ve tuğla yapımında Romalılar döneminde kullanıldığı bilinmektedir. Kireç harcı; kum, kireç ve su karışımından oluşmaktadır. Romalılar bu karışıma pişmiş kil veya puzolan denilen maddeleri ekleyip elde ettikleri karışımı kalıp içerisine dökerek tonoz, kubbe ve kemerler yapmışlardır.

Günümüzde ise yığma binalarda kullanılan harçlar, bağlayıcı özellikteki malzeme, kum ve su karışımından oluşmaktadır. Bağlayıcı malzeme olarak portland çimentosu, sönmüş kireç ve kireç kaymağı kullanılmaktadır (Kuruşcu 2012).

3.2 Yığma Yapıyı Oluşturan Yapı Elemanları

Geçmişten günümüze doğal taşlar, tuğla ve benzeri blokların aralarında harç kullanılarak ya da birbirlerine kenetlenmesiyle elde edilen yapıya “kagir” adı verilmektedir. Kagir bir yapının taşıma gücü, kullanılan malzemelerin yanında yapımında gösterilen işçiliğe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Tüm bunların yanında sertleşme süresi boyunca çevreden gelecek etkiler de yapının taşıma gücüne etki etmektedir.

3.2.1 Döşemeler

Döşemeler üzerine gelen hareketli ve hareketsiz yükleri taşıyan, bu yükleri hatıllara ileten yapı elemanlarıdır. Döşemeler yapılırken kullanılan malzemeler geçmişten günümüze değişiklik göstermiştir. Geçmişte ahşap döşemeler, tonozlar, kubbeler, volta döşemeler kullanılırken günümüzde betonarme döşemeler daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.2.2 Hatıllar

Döşemeden aldıkları yükü duvar üzerine yayılı yük şeklinde aktaran yapılardır. Geçmişte malzeme olarak ahşap kullanılsa da günümüzde hatıllar betonarme olarak inşa edilmektedirler. Hatıllar döşemeden gelen yükleri aktarmanın yanında duvarların serbestlik derecelerini sınırlandırarak deprem etkisi altında binada oluşabilecek yer değiştirmeyi sınırlandırmada da etkilidirler.

3.2.3 Duvarlar

Üst yapı elemanından gelen yükleri temele aktaran, binalarda mekanları birbirinden ayıran, mekanları çevreleyen ve yapıyı dış etkilere karşı koruyan düşey yapı elemanlarına duvar denir (Arslan 2012). Yığma yapılarda duvarlar taşıyıcı sistemin bir parçası olduğu için duvar yapımında kullanılan malzemenin özellikleri de önem kazanmaktadır. Duvar malzemesi olarak standartlara uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1+A1’ de verilen maksimum boşluk oranlarını sağlayan düşey boşluklu tuğlalar, dolu beton briketler ve benzeri bloklar kullanılabilir.

3.2.4 Temeller

Yığma yapılarda temeller duvarlar kadar önemli bir diğer yapı elemanıdır. Oturma çatlaklarının önlenmesi için temellerin projelendirme aşamasında gerekli özen gösterilmeli, duvar altı temellerde mümkünse kademe yapılmalıdır. Ayrıca temel boyutları üzerine gelen gerilmeleri karşılayabilecek şekilde uygun boyutlarda seçilmeli, içlerine koyulacak boyuna ve enine donatılar için gerekli hesaplamalar titizlikle yapılmalıdır. Yığma yapılarda kısmi bodrum yapılmamalıdır.

3.3 Yığma Yapıların Hesaplarında Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler

Yığma binalar hesap edilirken yönetmelikte belirlenen şartlara göre tasarlanmaları gerekmektedir. Yığma yapı elemanlarının; basınç dayanımı, kayma dayanımı, çekme dayanımı ve elastisite modüllerinin hesaplarına ilişkin dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

3.3.1 Basınç Dayanımı

Yığma yapıların basınç dayanımları, boşluklar göz önüne alınmadan, elemana etkiyen en büyük basınç kuvvetinin net kesit alanına bölünmesi ile tanımlanmaktadır. Basınç dayanımları genel olarak yığma yapı elemanın laboratuvar ortamında hazırlanmış bir örneği üzerinde testler uygulanması sonucunda belirlenmektedir. Yığma yapı elemanında basınç dayanımları, kullanılan malzemeleri birbirine bağlayan harcın kalınlığına ve cinsine bağlıdır. Genellikle elemanın basınç dayanımı, düşük basınç dayanımlı bloklarda blok basınç dayanımının %50'si, yüksek dayanımlı bloklarda %25', kadardır (Bayülke 1992, Kuruşcu 2012).

Yığma yapıların basınç faktörlerini etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Bunlar; blokların geometrik şekilleri, tipi, biçimi, dayanımları, su emme kapasiteleridir. Ayrıca kullanılan harcın karışım oranları, nem miktarları, derzler arasında bulunan harç kalınlıkları ve deformasyon özellikleri yığma yapıların basınç dayanımını etkileyen faktörler arasında bulunur.

Bir yığma yapıda elemanların dayanım özelliklerini belirlemek için, eleman üzerinde test yapılmadıysa, deneysel çalışmalarla hesaplanan verilere göre, malzemenin benzer özelliklerini dikkate alarak deneye dayalı denklemler kullanılabilir. Bu denklemlerde blok ve harcın basınç dayanımları farklı olacağından ortalamalarına göre hesaplama yapılabilir.

Köksal vd. (2004), yaptıkları çalışmalar sonucunda yığma duvarların basınç dayanımlarını belirlemek için Denklem 3.1’de belirtilen formülü önermişler ve bu denklemin gerçekçi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

$$f'_m = 1,57 \times \ln(f_{mr}) + 0,75 f_{bi} \quad (3.1)$$

f'_m = Yığma yapı elemanının karakteristik basınç dayanımı (MPa)

f_{mr} = Kullanılan harcın ortalama basınç dayanımı (MPa)

f_{bi} = Birim elemanın basınç dayanımı (MPa)

Dymiotis ve Gutleiderer (2002), kalınlıkları farklı iki duvar üzerinde yaptıkları çalışmaların sonucunda Denklem 3.2’de verilen bağıntıyı önermişlerdir. Denkleminde verilen K_2 , j ve k değişkenleri için duvar kalınlıklarına göre kullanılması gereken katsayılar Çizelge 3.4’de verilmiştir.

$$f_{wc} = K_2 \times f_{bc}^j \times f_{mc}^k \quad (3.2)$$

Çizelge 3.4 K_2 , j ve k Değişkenleri İçin Duvar Kalınlıklarına Göre Kullanılması Gereken Katsayılar (Dymiotis ve Gutleiderer 2002).

Duvar Kalınlığı t_w (mm)	K_2	j	k
102,5	0,865	0,542	0,191
215,0	0,356	0,662	0,212
102,5	0,783	0,532	0,208
215,0	0,214	0,780	0,235

Yığma yapı elemanlarının karakteristik basınç dayanımları için farklı yaklaşımlar olsa da TBDY 2018’e göre karakteristik basınç dayanımını belirlemek için iki yol önerilmiştir.

Bunlar:

- i) Duvar numuneleri üzerinde TS EN 1052-1'e göre yapılacak deneyler yoluyla,
- ii) Kagir birim ve harç üzerinde sırasıyla TS EN 772-1 ve TS EN 1015-11 standartlarına göre yapılacak ayrı deneylerden elde edilen basınç dayanımları kullanılarak TBDY 2018 – Tablo 11.2'e göre,

belirlenmelidir.

3.3.2 Kayma Dayanımı

Yığma binalarda kayma gerilmeleri belirlenirken harç ve bloklar arasındaki birleşim şeklinin önemi vardır. Bloklar ve harç arasındaki bağlantı tam olarak çözülmemiş olmasına rağmen kullanılan malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenmektedir. Yığma yapılarda basınç ve çekme kırılmalarının yanında çoğunlukla kayma kırılmaları da risk oluşturmaktadır. Bu sebeple farklı malzemelerden yapılmış yığma yapıların kayma dayanımı birçok deneyle araştırılmış ve çalışmalar sonucunda Denklem 3.3 elde edilmiştir (Ünay 2002).

$$\tau = \tau_0 + \mu f_n \quad (3.3)$$

Bu denkleme göre:

τ = Kayma dayanımı (MPa)

τ_0 = Kohezyon değeri

μ = İçsel sürtünme açısı

f_n = Basınç Dayanımı (MPa) olarak gösterilmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda τ_0 ve μ değerlerinin sırasıyla 0,2-0,5 ve 0,2-1,0 arasında olduğu belirlenmiştir.

TBDY 2018'de duvarların başlangıç kesme dayanımları TS EN 1052-3 ya da TS EN 1052-4 de belirtilen deneylere veya TBDY 2018 – Tablo 11.3'e göre belirlenmektedir.

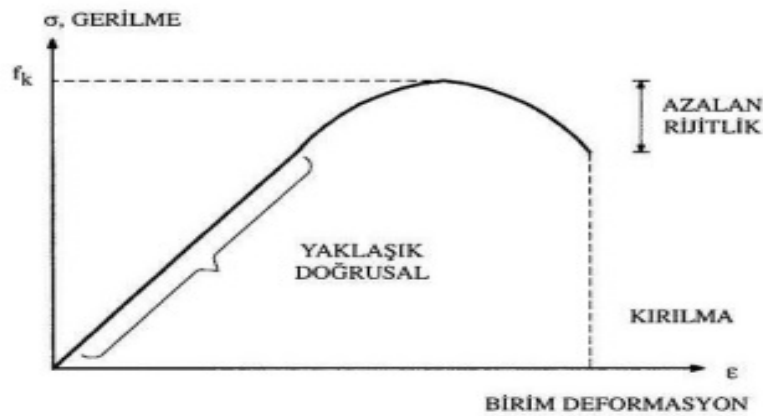
3.3.3 Çekme Dayanımı

Yığma yapılarda kullanılan malzemeler oldukça gevrek olup ani çekme kırılmalarına karşı risk taşımaktadırlar. Çekme gerilmeleri kubbe, kemer ve tonoz benzeri eğilmeye yatkın elemanlarda oluşmaktadır. Kayma gerilmeleri de duvar ve sütun benzeri elemanlarda diyagonal çekme gerilmeleri oluşturmaktadır (Kuruşcu 2012).

Yapılan çalışmalar sonucunda yığma yapı elemanlarında eğilmeden meydana gelen çekme gerilmesi dayanımı, malzemenin nem oranı, harcın yoğunluğu ve kullanılan malzemenin yüzey dokusu ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir.

3.3.4 Elastisite Modülü

Yığma yapılarda Şekil 3.3' de görüldüğü gibi ilk başta elemanların üzerindeki yük artıp harcın sıkışması ile dayanım artmakta ve bunun sonucunda elastisite modülü de artmaktadır. Yığma yapılarda elastisite modülünü etkileyen faktörler yığma yapı elemanını oluşturan bileşenlerdir. Bunlar kullanılan taş, tuğla ve benzeri yapı malzemesi ile bunların bağlayıcılığını üstlenen harcın elastisite modülüdür. Elastisite modülü genellikle laboratuvarlarda yapılan deneyler yardımı ile belirlenir. Fakat deprem yönetmeliğine göre bu deneyler yapılmadan bir kabul ile malzemenin elastisite modülü hesaplanıp o değere göre işlem yapılabilir.



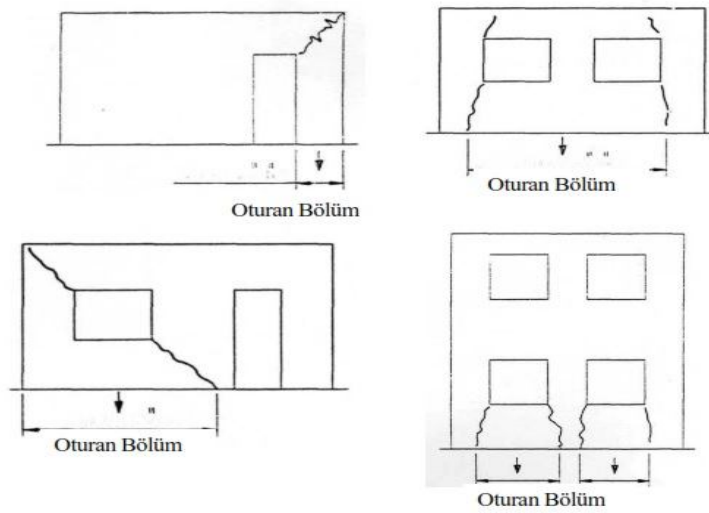
Şekil 3.3 Yığma Yapının Elastisite Modülünü Gösteren Gerilme-Birim Deformasyon Eğrisi (Kuruşcu 2012).

3.4 Yığma Yapılarda Hasar Şekilleri

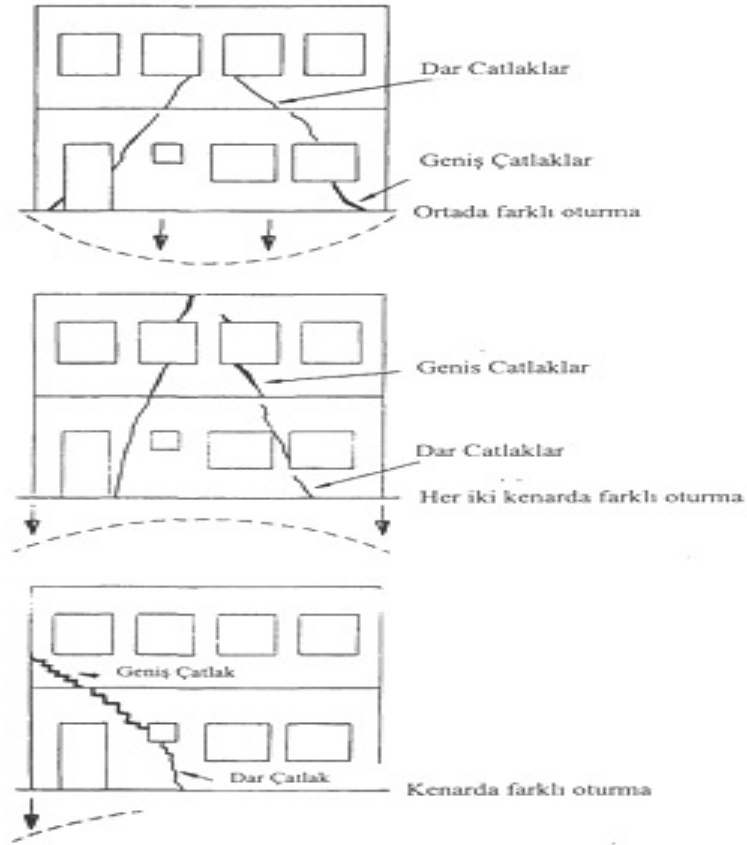
Yığma yapılarda taşıyıcı sistem duvarlar olduğu için oluşabilecek tüm hasarlar direk taşıyıcı sistemi etkiler ve bu sebeple betonarme yapılarda yaptığımız gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlar gibi hasar ayrımı yapılamamaktadır. Yığma yapıların duvarları oturma hasarlarına karşı çok duyarlıdır. Temelde meydana gelecek en küçük oturma hemen duvarlarda gözlemlenebilir. Bunun sebebi duvarların gevrek nitelikte olması ve çatlama dayanabileceği elastik gerilme ya da yüklerin çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kullanılan malzemelerin dayanımı zayıf olduğundan kolayca hasar görmektedir.

3.4.1 Oturma Çatlakları ve Hasarı

Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları meydana gelmektedir. Yığma yapının temelinin oturduğu bölümler ile diğer bölümler arasındaki sınırı oturma çatlakları belirlemektedir. Oturma şekillerine göre çatlaklar arasında olan açılmanın biçimleri Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de gösterilmiştir. Bir cephenin ortasındaki oturma köşelerden fazla ise oturma çatlakları temele yakın bölümlerde daha geniştir. Eğer köşeler, ortaya göre daha çok oturuyorsa, eğik oturma çatlakları yukarıya doğru daha geniştir. Bir köşedeki oturma farklı ise üst taraftaki çatlak daha geniştir.



Şekil 3.4 Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke 2011).



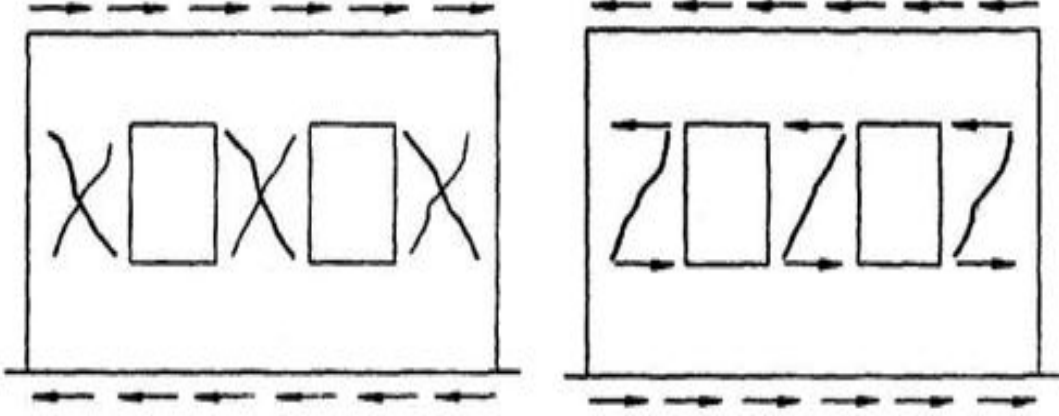
Şekil 3.5 Yığma Yapılarda Oturma Çatlakları (Bayülke 2001).

Yığma yapılarda meydana gelen oturma hasarlarının nedeni genellikle temellerin altındaki özellikle killi zeminlerin taşıma gücünün su kaçakları sonucunda zayıflamasından kaynaklanmaktadır. Yığma yapılarda duvarlardan gelen yükü zemine aktarmak amacıyla yapılan temellere gelen yük ile temel boyutları karşılaştırıldığında zemine aktarılan gerilmelerin oldukça küçük değerlerde olduğu görülmektedir. Bu sebeple yığma yapıların kendi ağırlığından kaynaklı oturma olasılığı oldukça azdır. Ancak oturmalar su kaçaklarının temelin altını boşaltması ya da killi zeminin kohezyonunun azalması sonucunda meydana gelmektedir.

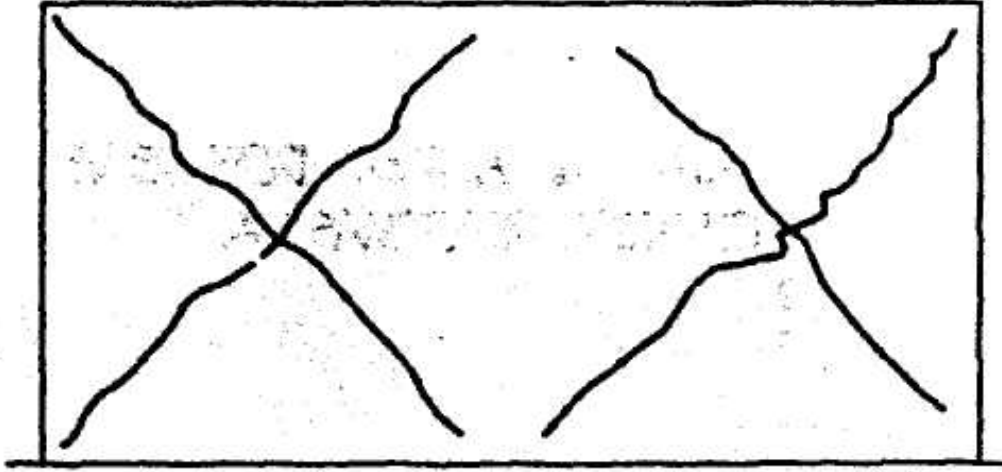
3.4.2 Deprem Hasarı ve Düzeyleri

Deprem etkisine maruz kalan yığma bina duvarlarında çekme çatlaklarına neden olan kuvvetler oluşmaktadır. Bu kuvvetler ve çatlak oluşumu Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Çatlak oluşumunda duvardaki boşlukların ve duvar uzunluğunun da etkileri vardır. Duvar

boyutu uzun olduğu zaman Şekil 3.7’de gösterildiği gibi birden fazla çekme çatlağı meydana gelebilir. Çekme çatlakları, Şekil 3.7’de görüldüğü gibi gerilme yığılmalarının biriktiği köşe noktalardan 45 derecelik açı ile ilerlemektedir.

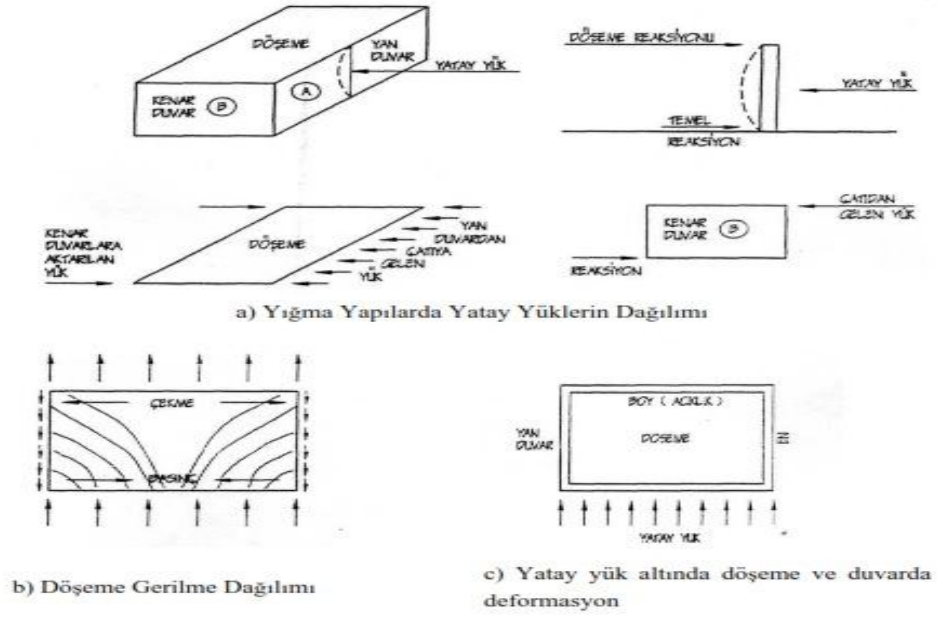


Şekil 3.6 Deprem Etkisi Altında Eğik Çekme Kuvvetleri Oluşturan Çatlaklar ve Çatlak Oluşumu (Bayülke 2001).



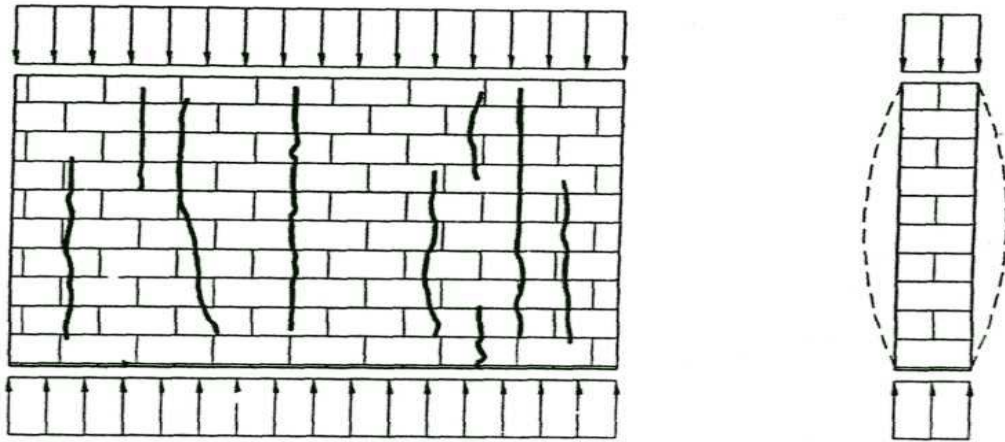
Şekil 3.7 Yığma Yapılardaki Çatlak Oluşumu (Bayülke 2001).

Yığma yapıların deprem etkisindeki kuvvet dağılımı Şekil 3.8’de gösterilmektedir. Çatı ve temelden gelen yüklerin etkisi altında kalan kenar duvar kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bu zorlanmanın sonucu olarak gelen kuvvetler boşluklar arasındaki duvarlarda Şekil 3.8’de görüldüğü gibi 45 derecelik eğik çekme çatlakları meydana getirmektedir.

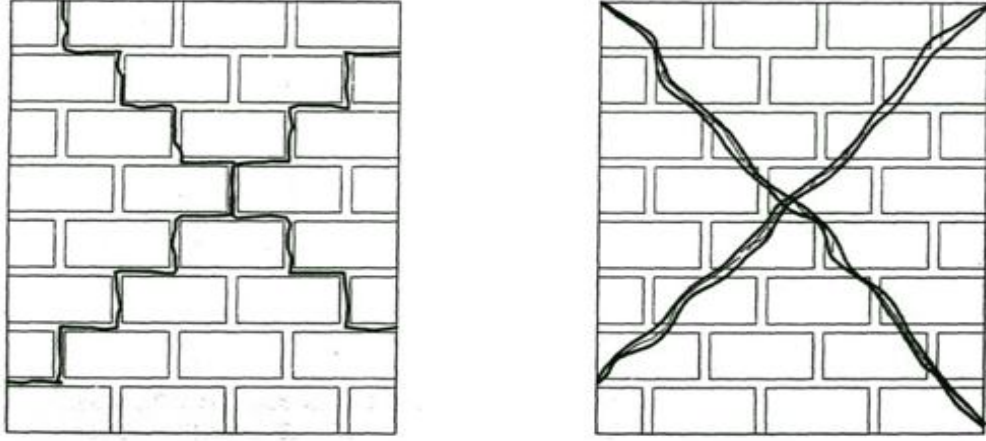


Şekil 3.8 Yığma Yapılarda Deprem Yükünün Taşıyıcı Elemanlara Dağılımı (Bayülke 2001).

Yığma duvarlarda kırılmalar eğer yükler dik doğrultudaysa Şekil 3.9’de görüldüğü gibi kırılmalar meydana gelmektedir. Eğer harç dayanımları kullanılan yapı malzemesinin dayanımından (tuğla, briket vb.) küçük olursa kırılmalar Şekil 3.10’da sol tarafta görüldüğü gibi harçlardan ayrılarak, malzemenin dayanımı kullanılan harcın dayanımından büyük olursa Şekil 3.10’da sağ tarafta gösterildiği gibi çatlaklar kullanılan yapı malzemesini keserek meydana gelmektedir.

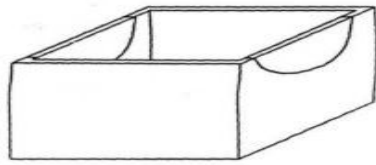


Şekil 3.9 Derzlere Dik Yükler Altında Yığma Duvarlarda Kırılma (Bayülke 2001).

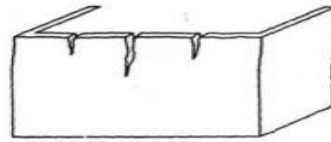


Şekil 3.10 Yatay Derzlerle Paralel Etkiyen Yükler Altında Yığma Duvarlarda Kırılma Biçimleri (Bayülke 2001).

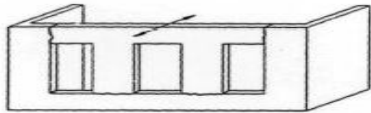
Yığma binaların duvarlarında düzlemlerine dik yönde hasarlar gözlemlenebilir. Bu şekilde hasar görmesinin nedeni duvarların üstünden rijit bir döşeme plağı, çatı makası ya da hatıl ile bağlanmamasından kaynaklanmaktadır. Üstünden yeteri kadar bağlanmamış duvarlar bahçe duvarları gibi serbest bir şekilde durmaktadır. Geniş açıklıklara sahip yığma binalarda büyük hacimleri çeviren duvarlar birbirleriyle yeteri kadar rijit bağlantı sağlayamamaktadır. Bu hasar çok yüksek duvarlar ile çevrelenmiş hacimlerde de geçerlidir. Üst tarafından yeterli biçimde bağlanmamış yığma binaların duvarlarındaki hasar biçimleri Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



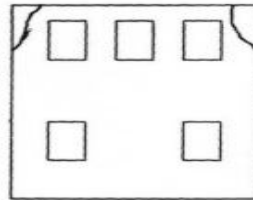
a) Zayıf duvar üst bağlantısı sonucu duvarda kırılma bölgeleri



b) Boşluksuz duvarda



c) Boşluklu duvarda

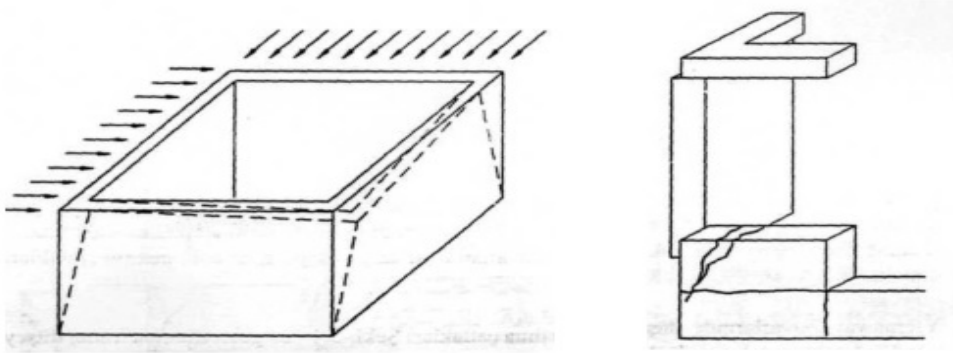


d) Üst başından yetersiz bağlanmış yığma yapı duvar hasarı

Şekil 3.11 Üst Tarafından Yeterli Biçimde Bağlanmamış Yığma Binaların Duvarlarında Hasar Biçimleri (Bayülke 2001).

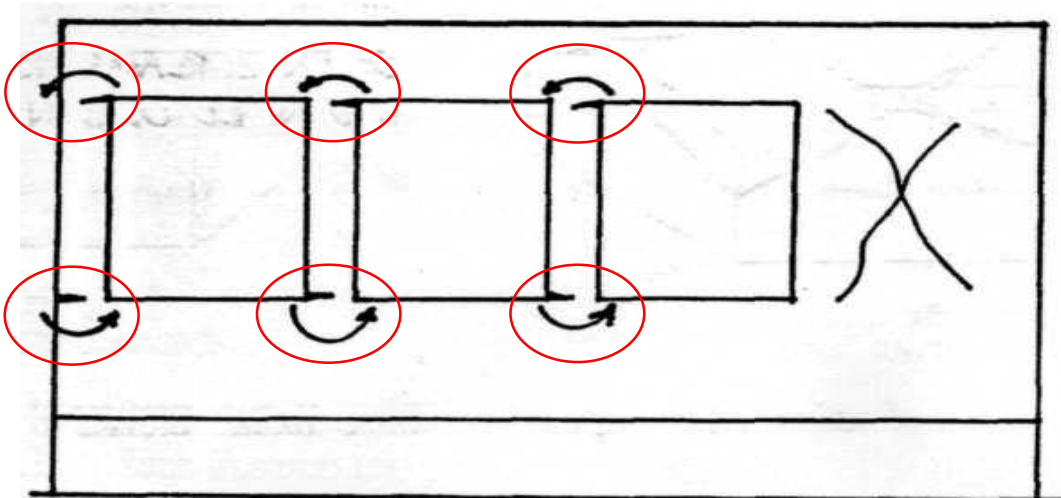
Yığma yapı duvarlarını köşede iyi bir şekilde bağlayan hatıl ya da döşeme yoksa duvarlar deprem etkisi altında oluşan asal gerilmeler sonucunda birbirlerini düzlem dışına doğru itmektedirler. Bu durumda Şekil 3.12’de verilen hasar meydana gelmektedir. Şekil 3.12’de gösterilen hasarın oluşmasında Sallıo (2015)’ya göre üç farklı neden vardır. Bunlar;

- 1- Duvarların köşelerinde yeterli örgü düzeni ile bağlanmamış olması,
- 2- Yüksek ve uzun duvarların yetersiz rijitlikte bir çatı sistemi ile bağlanmamış olması,
- 3- Kesişen duvarlara depremde gelen büyük zorlamalardır.



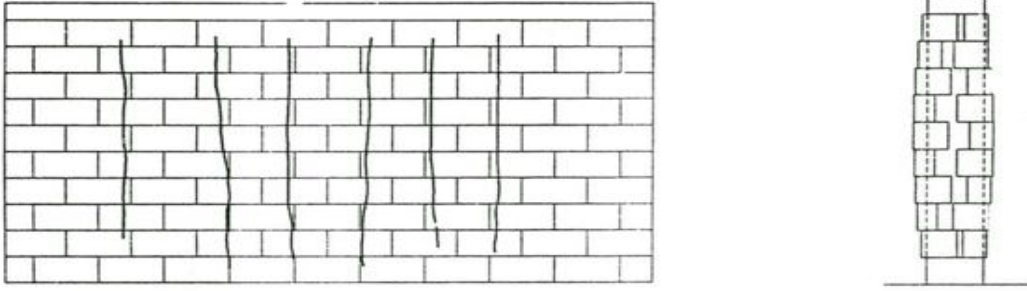
Şekil 3.12 Yapı Köşelerinde Birbirlerini İten Duvarlarda Oluşan Hasar (Bayülke 2001).

Duvar üzerinde pencere boşlukları birbirine çok yakın olduğu zaman arada kalan dar duvar parçaları “kolon” gibi davranış sergilemekte ve bu parçaların alt ve üst kısımlarında “eğilme” çatlakları meydana gelmektedir. (Şekil 3.13)



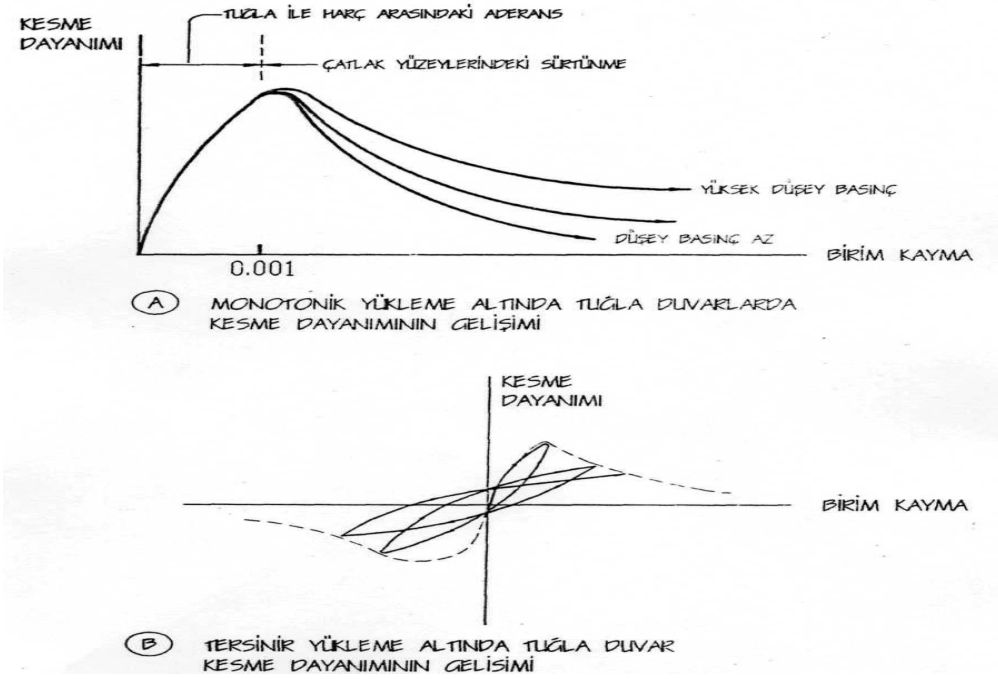
Şekil 3.13 Narin Yığma Duvarlarda Eğilme Çatlakları (Bayülke 2001).

Yığma yapılarda duvarlarda düşey yükler altında oluşan kırılma çatlakları düşey yönde meydana gelmekte ve duvar düzlemine dik bir şekilde genişlemektedir. Ayrıca duvarlarda çift kat örme işlemi yapılmışsa Şekil 3.14’ de görüldüğü gibi duvarlarda şişme meydana gelmektedir.



Şekil 3.14 Tuğla Kullanılarak Yapılmış Yığma Duvarlarda Düşey Yükler Altında Meydana Gelen Hasar (Bayülke 2001).

Yığma yapıların hasar düzeylerini belirlemede duvarların üzerine depremden kaynaklı gelecek olan yatay yükleri taşıma gücü göz önünde tutulmalıdır. Yığma bina duvarlarının düzlemlerine paralel olarak gelen kesme kuvvetleri altındaki davranışı Şekil 3.15’ de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.15 Yığma Duvarlarda Monotonik ve Tersinir Yükleme Altında Kesme Dayanımının Gelişimi (Bayülke 2001).

Başlangıç aşamasında dayanım tuğla ve harç arasındaki aderans ile sağlanmaktadır. Derzler çatlamaya başladığında aderanstan kaynaklı dayanım kaybolmakta ve çatlakların bulunduğu yüzeyde sürtünmeden kaynaklı kuvvetin sağladığı kesme kuvveti taşıma gücü kalmaktadır. Bu kuvvet çatlakların genişlemesi ile giderek azalmaktadır. Çatlakların genişlemesiyle düşey yüklerin taşındığı alan azalmakta ve bu sebeple yapının düşey yüklere karşı emniyeti de azalmaktadır. Duvarları çatlamış bir yığma yapının hasar değerlendirmesinde çatlakların genişliği, duvarlarda kalan kesme ve düşey yük taşıma gücünün göstergesidir (Sallho 2015).

3.5 Yığma Yapıların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Tasarım Kuralları

Yığma yapılar Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018'in Bölüm 11' de belirtilen şartlarına uygun bir biçimde tasarlanması gerekmektedir. Bu yönetmeliğe göre yığma binalar dört ana başlığa ayrılmıştır. Bunlar aşağıda gösterilmiştir:

- a) Donatısız Yığma Bina: Taşıyıcı duvarlarda sadece kâgir birim ve harç kullanılarak imal edilen süneklik düzeyi sınırlı bina cinsidir.
- b) Donatılı Yığma Bina: Donatısız yığma binada bulunan kâgir birim ve harcın yanında taşıyıcı duvarlara TBDY 2018 Bölüm 11'de verilen kurallara göre donatı yerleştirilerek elde edilen ve süneklik düzeyi yüksek binalardır.
- c) Kuşatılmış Yığma Bina: Taşıyıcı duvarlar örüldükten sonra bu duvarların kalıp olarak kullanıldığı, birbirlerine ve döşemeye betonarme olarak bağlı olan süneklik düzeyi sınırlı binalardır.
- d) Donatılı Panel Sistemli Yığma Bina: Önceden imal edilen donatılı gaz beton paneller arası kenarlarında bulunan donatıların temel ve kat seviyelerindeki betonarme hatıllara bağlandığı ve düşey gaz beton panellerin bir araya getirilerek duvarları ve döşemeleri oluşturduğu süneklik düzeyi yüksek binalardır.

3.5.1 Yığma Binalarda İzin Verilen Bina Yüksekliğinin Belirlenmesi

Yığma bina türlerine izin verilen kat yükseklikleri belirleyebilmek için Bina Kullanım Sınıfı (BKS) ve Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})'na bağlı olarak

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) Çizelge 3.5 ile belirlenir. Sonra Çizelge 3.6 yardımı ile Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) bulunur. Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'den bulunmuş olduğumuz BYS ve DTS yardımı ile izin verilen kat yükseklikleri Çizelge 3.7'e göre belirlenmelidir.

Çizelge 3.5 Deprem Tasarım Sınıfları (TBDY 2018).

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 3.6 Bina Taşıyıcı Sistemleri İçin Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY 2018).

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
E1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
E11. Donatılı yığma binalar	4	2	BYS ≥ 7
E12. Donatılı gaz beton panel binalar	4	2	BYS ≥ 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

Çizelge 3.7 Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (TBDY 2018).

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	$H_n \leq 7$	$H_n \leq 10.5$	

3.5.2 Yığma Binalarda Kullanılan Malzemeler ve Dayanım Özelliklerinin TBDY 2018'e Göre Belirlenmesi

Yığma binalarda kullanılan malzemeler tipine ve delik oranına göre iki gruba ayrılmışlardır. Bu gruplar Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Kargir Birimlerin Delik Oranlarına Göre Gruplandırılması (TBDY 2018).

Kargir Birim Cinsi	Grup I	Grup II
Tuğla	$a \leq \%35$	$\%35 < a \leq \%50$
Beton	$a \leq \%35$	$\%35 < a \leq \%50$

Kargir birimlerin TS EN 722-1'e göre belirlenecek olan 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 küçük olmamalıdır.

Yığma binalarda kullanılacak harçlar TS EN 1015-11'e göre belirlenecek olan en küçük küp basınç dayanım süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sisteme sahip olan yığma binalar için $f_{m,min} = 5,0$ MPa'dan, süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sisteme sahip yığma binalar için $f_{m,min} = 10,0$ MPa'dan küçük olmamalıdır.

Yığma binalarda taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı (f_k), duvar numuneleri üzerinde TS EN 105-1'e göre yapılacak deneyler yoluyla veya kargir birim ve harç üzerinde sırasıyla TS EN 772-1 ve TS EN 1015-11'e göre yapılacak deneylerden elde edilen basınç dayanımları kullanılarak Çizelge 3.9'a göre belirlenir.

Çizelge 3.9 Yığma Taşıyıcı Duvarların Karakteristik Basınç Dayanımı, f_k (MPa) (TBDY2018).

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	3,6-3,3	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	Genel amaçlı harç	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)			2,9	5,3	7,5	9,6	11,6	13,5
Tuğla (Grup II)	İnce Tabakalı Harç**		2,2	3,5	4,7	5,7	6,7	7,6
Beton (Grup I), Gaz beton			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

Çizelge 3.9’da verilen değerler 0,8 katsayısı ile çarpılarak duvarın karakteristik basınç dayanımı bulunmalıdır. Arada kalan değerler için iterasyon yapılmalı ve değer hesaplanmalıdır.

Duvarların karakteristik kesme dayanımı (f_{vko}), TS EN 1052-3 ya da TS EN 1052-4 de belirtilen standartlara bağlı olarak yapılan deneyler ile Çizelge 3.10’a göre belirlenmelidir.

Çizelge 3.10 Duvarların Başlangıç Kesme Dayanımları, f_{vko} (MPa) (TBDY 2018).

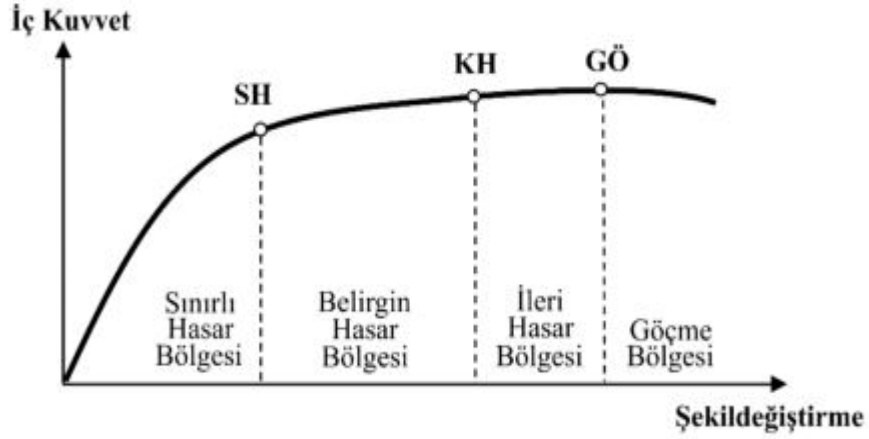
Kargir Birim	Genel Amaçlı Harç	İnce Tabaka Harç
Tuğla	M10-M20	0,30
	M2,5-M9	0,20
	M1-M2	0,10
Beton	M10-M20	0,20
Gaz beton	M2.5-M9	0,15
Doğal veya Yapay Taş	M1-M2	0,10
		Kullanılmaz

Tasarım dayanımlarına geçilirken donatılar için kullanılan azaltma katsayısı γ_s 1,15 olarak kabul edilecek, γ_m ise gaz beton malzemeler için 1,75, diğer malzemelerde 2,0 olarak kabul edilmelidir.

Taşıyıcı duvarların elastisite modülü (E_{duv}), TS EN 1052-1’de belirtilen deneylerle belirlenmelidir. Bu deneyler yapılmıyorsa E_{duv} değeri analizler için $750f_k$ değeri alınabilir. Bu değer donatılı paneller ile yapılmış duvarlar için $450f_k$ olarak alınmalıdır. Duvar kayma modülü (G_{duv}), elastisite modülünün %40’ına eşit olarak alınmalıdır.

3.6 Bina Performans Hedeflerinin Belirlenmesi

TBDY18’e göre deprem etkisi altında bina taşıyıcı sistemleri için performans hedefleri Şekil 3.16’da gösterildiği gibi 4 ana başlık altında toplanmıştır.



Şekil 3.16 TBDY18'e Göre Bina Performans Hedefleri (TBDY18).

3.6.1 Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi

Binanın kesintisiz kullanım performans hedefini sağlayabilmesi için, taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın meydana gelmediği ya da ihmal edilebilir düzeyde hasarların olduğu duruma karşı gelmektedir.

3.6.2 Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi

Sınırlı hasar performans hedefinde, bina taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği, bir başka deyişle doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyine karşı gelmektedir.

3.6.3 Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyinde, can güvenliğini sağlamak için bina taşıyıcı sistem elemanlarında onarılması mümkün olan hasar düzeyine karşılık gelmektedir.

3.6.4 Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Binanın taşıyıcı sistem elemanlarında ileri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği göçme öncesindeki duruma karşı gelmektedir. Binada tamamen veya kısmen göçmesi önlenmiştir.

3.7 Yığma Binalarda Performans Hedefinin Belirlenmesi

Yığma binaların performans düzeyi belirlenirken TBDY Bölüm 15.2'ye göre yapılan inceleme ve Bölüm 11'e göre yapılan hesaplama sonucunda karar verilmektedir. Eğer yığma binanın her iki doğrultuda bulunan duvarlarının kesme kuvveti dayanımı uygulanan deprem etkileri altında oluşan kesme kuvvetlerini karşılamaya yeterli ise, binanın sınırlı hasar performans düzeyini sağladığı sonucuna varılır. Herhangi bir katta uygulanan deprem doğrultusunda bu koşulu sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında ise binanın kontrollü hasar performans düzeyini sağladığı, bu oranın %40'ı aşması durumunda binanın göçme durumunda olduğu kabul edilir.

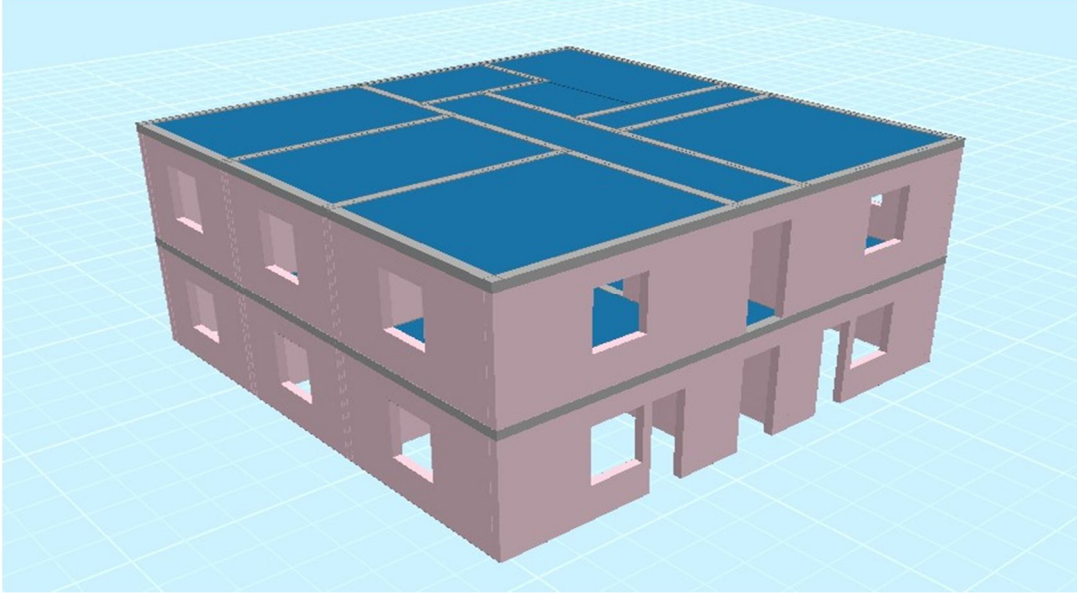
4. ANALİZDE KULLANILAN YAPI MODELLERİ

Performans analizlerinde DBYBHY07'ye göre tasarlanarak Afyonkarahisar'da inşa edilmiş yığma bina modelleri kullanılmıştır. Afyonkarahisar'ın yığma yapı stokunu yansıtabilmesi amacıyla yapı modelleri ilin farklı bölgelerinden seçilmeye çalışılmıştır. Seçilen binalar STA4CAD programında modellendikten sonra her bir analizde TBDY 2018 Tablo 11.2 ve Tablo 11.3'e göre tuğla ve harç için tanımlanmış olan tüm karakteristik basınç dayanımları ve uygun olan başlangıç kesme dayanımları kullanılarak bu parametrelerin binaların performans düzeyi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Bu değerler tablodan seçilirken, duvar karakteristik basınç dayanımı ve kesme dayanımları için grup II genel amaçlı harca karşılık gelen değerler kullanılmıştır. Elastisite modülleri ise TBDY 2018 uygun olarak her bir karakteristik basınç dayanımı için tekrar hesap edilmiştir. Performans analizlerinde sınırlı bilgi düzeyi dikkate alınmıştır. Model 1'de tüm değerlere karşılık gelen duvar karakteristik basınç dayanımı değerleri kullanılarak yapılan analizlerde sonuçların dikkate değer bir şekilde değişmediği görüldüğünden diğer modellerde M1-M2, M2,5-M9 ve M10-M20 değerleri için tek bir ortalama değer kabul edilmiştir.

4.1 Model 1'e Ait Veriler

Model 1 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, Bayat ilçesinde Z+1 katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.1'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.2'de verilmiştir.

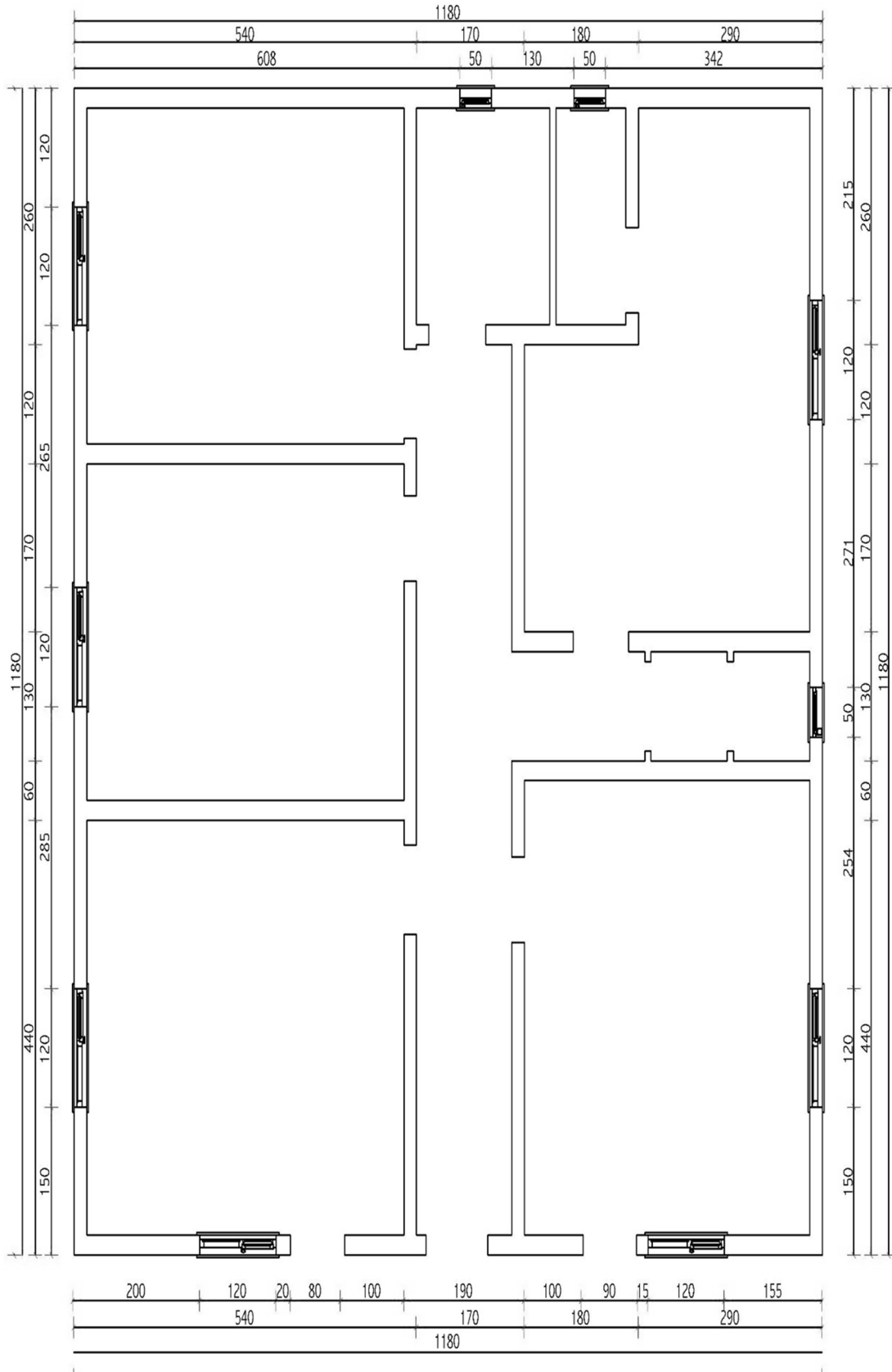


Şekil 4.1 Model 1'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 1'e ait genel bilgiler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Model 1'e Ait Genel Bilgiler.

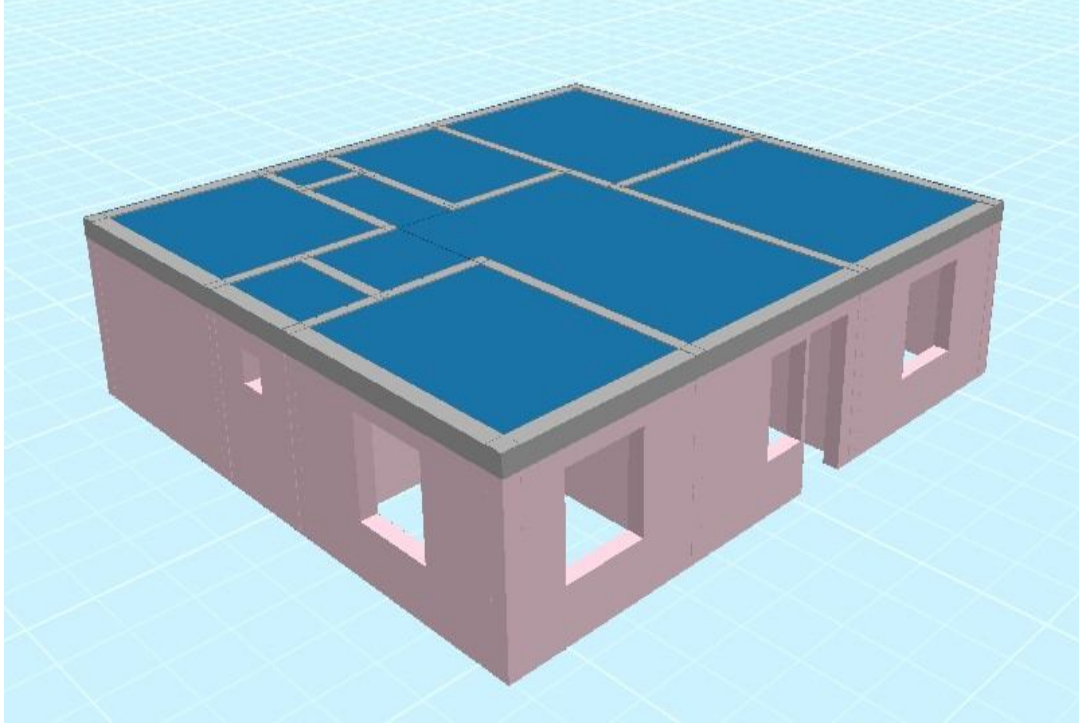
Lokasyon	Bayat/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2018
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam Kat Alanı	319,60 m ²
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	3
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	8
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	1
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Sd _s	0,783
Sd ₁	0,333



Şekil 4.2 Model 1'in Taşıyıcı Duvar Planı.

4.2 Model 2'ye Ait Veriler

Model 2 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, Sinanpaşa ilçesinde tek katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.3'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.4'de verilmiştir.

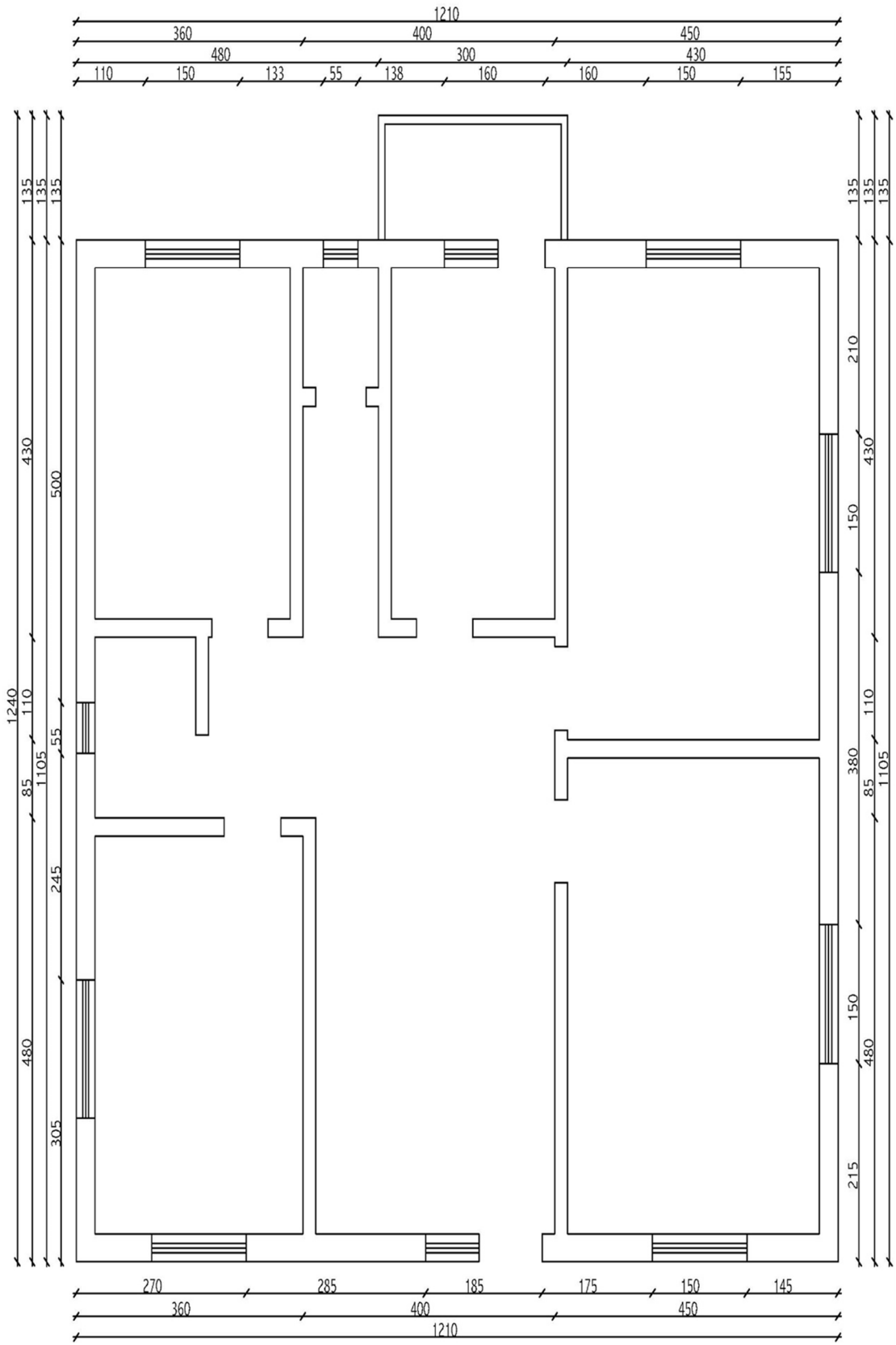


Şekil 4.3 Model 2'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 2'ye ait genel bilgiler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Model 2'ye Ait Genel Bilgiler.

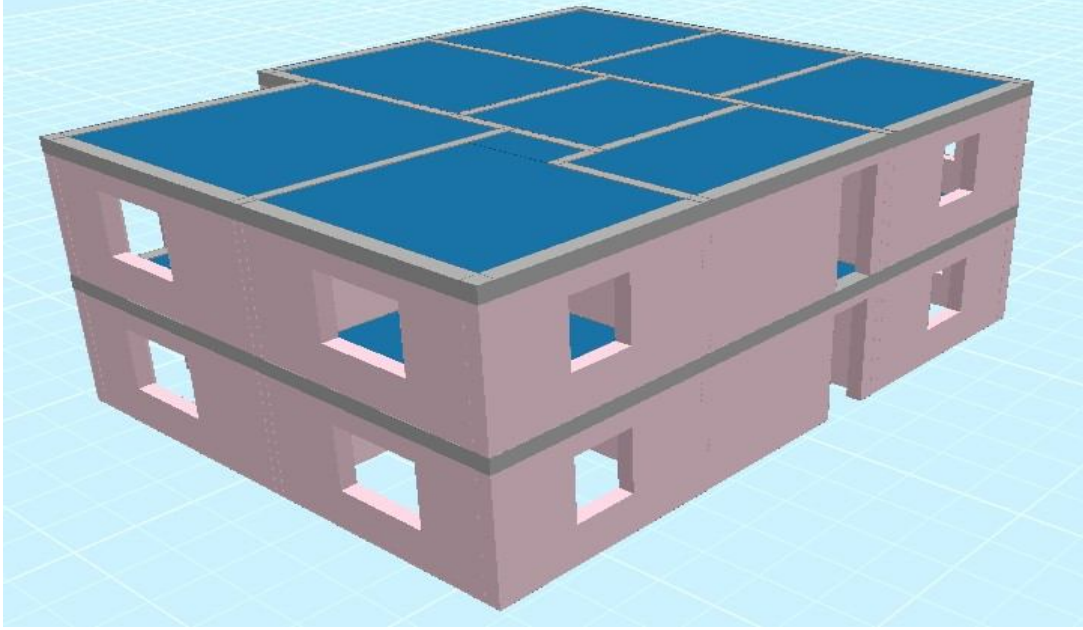
Lokasyon	Sinanpaşa/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2017
Kat Adedi	Z
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m2	151,13
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S_{d_s}	0,985
S_{d_1}	0,427



Şekil 4.4 Model 2'nin Taşıyıcı Duvar Planı.

4.3 Model 3'e Ait Veriler

Model 3 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, İncehisar ilçesinde iki katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.5'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.6'da verilmiştir.

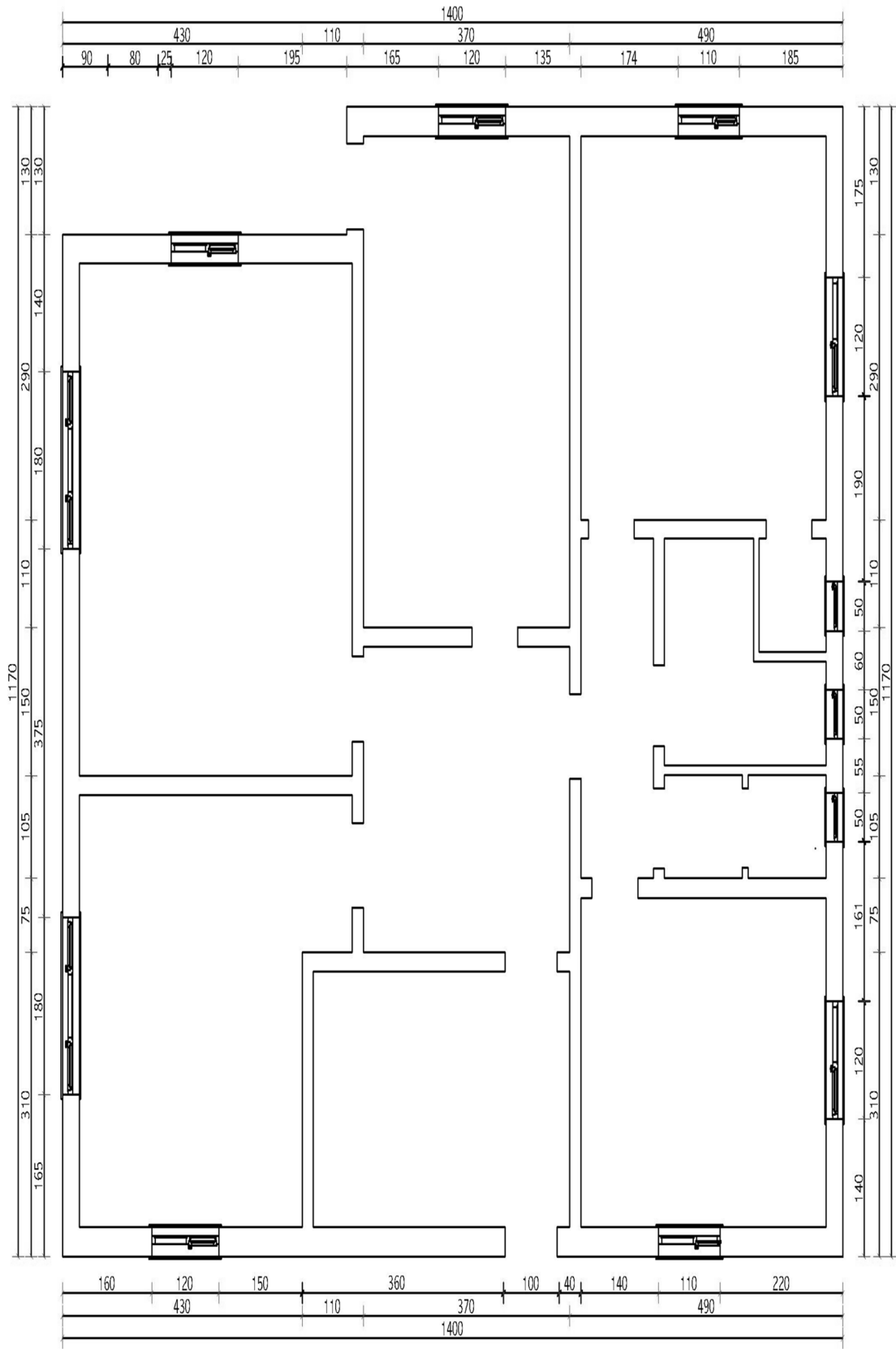


Şekil 4.5 Model 3'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 3'e ait genel bilgiler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Model 3'e Ait Genel Bilgiler.

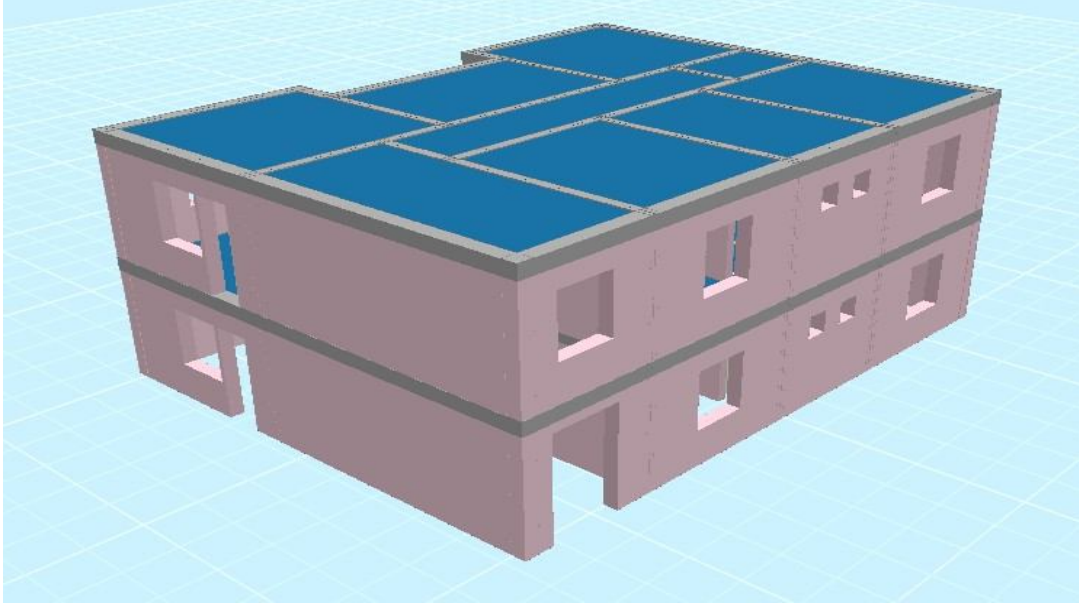
Lokasyon	İncehisar/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2018
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m ²	388,16
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,803
S _{d1}	0,341



Şekil 4.6 Model 3'ün Taşıyıcı Duvar Planı.

4.4 Model 4'e Ait Veriler

Model 4 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, İscehisar ilçesinde iki katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.7'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.8'de verilmiştir.

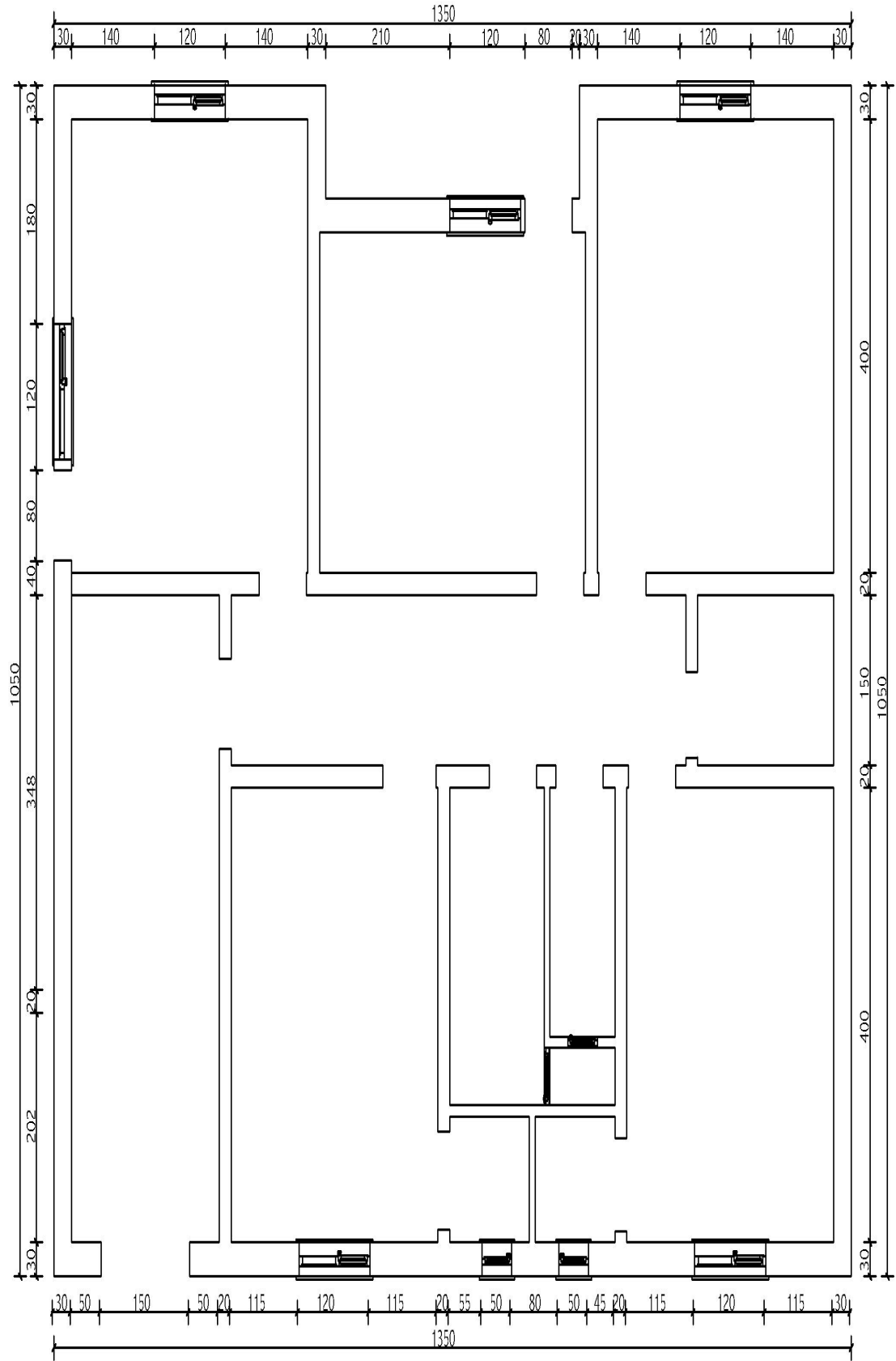


Şekil 4.7 Model 4'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 4'e ait genel bilgiler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Model 4'e Ait Değerler.

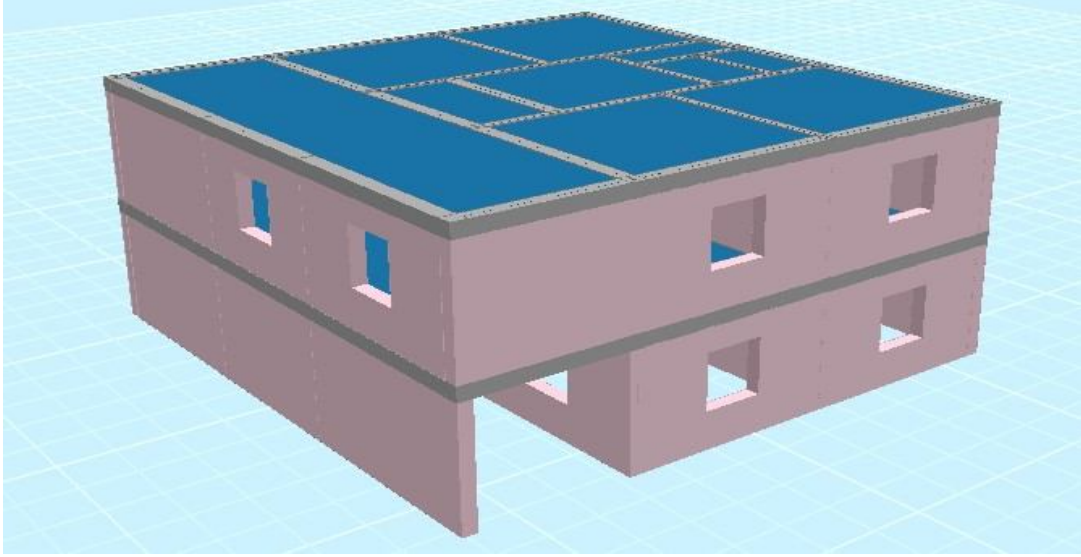
Lokasyon	İscehisar/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2018
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m ²	321,85
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,805
S _{d1}	0,341



Şekil 4.8 Model 4'ün Taşıyıcı Duvar Planı.

4.5 Model 5'e Ait Veriler

Model 5 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, İncehisar ilçesinde iki katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.9'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.10'da verilmiştir.

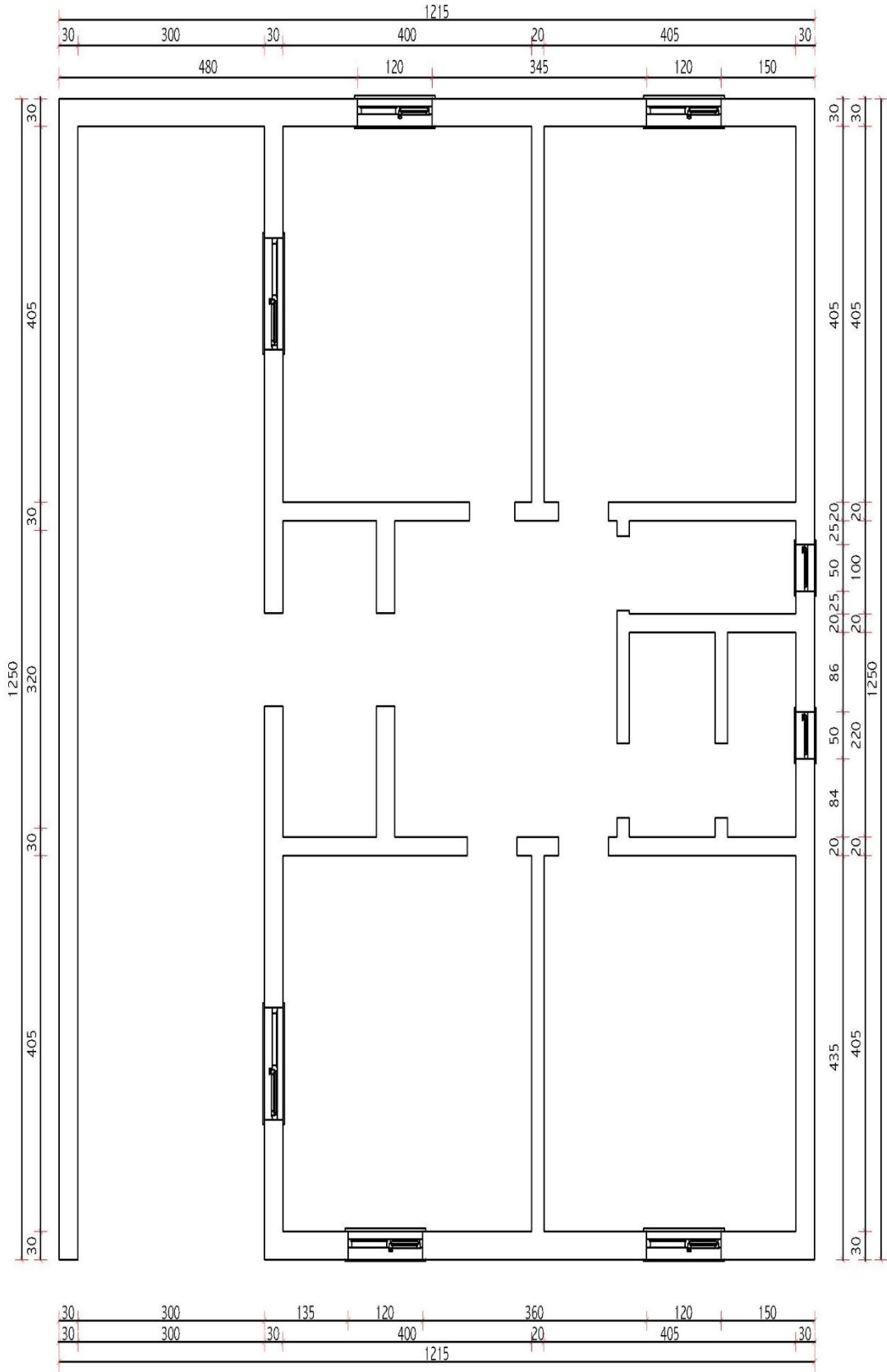


Şekil 4.9 Model 5'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 5'e ait genel bilgiler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Model 5'e Ait Değerler.

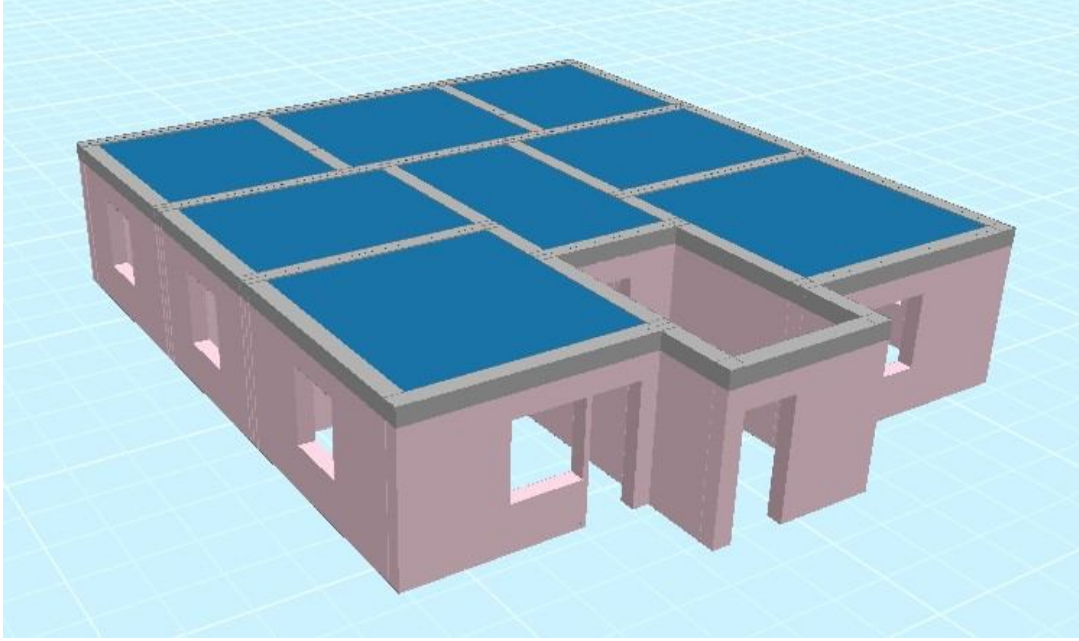
Lokasyon	İncehisar/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2018
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m2	304,97
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,805
S _{d1}	0,341



Şekil 4.10 Model 5'in Taşıyıcı Duvar Planı.

4.6 Model 6'ya Ait Veriler

Model 6 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, Sandıklı ilçesinde tek katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.11'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.12'de verilmiştir.

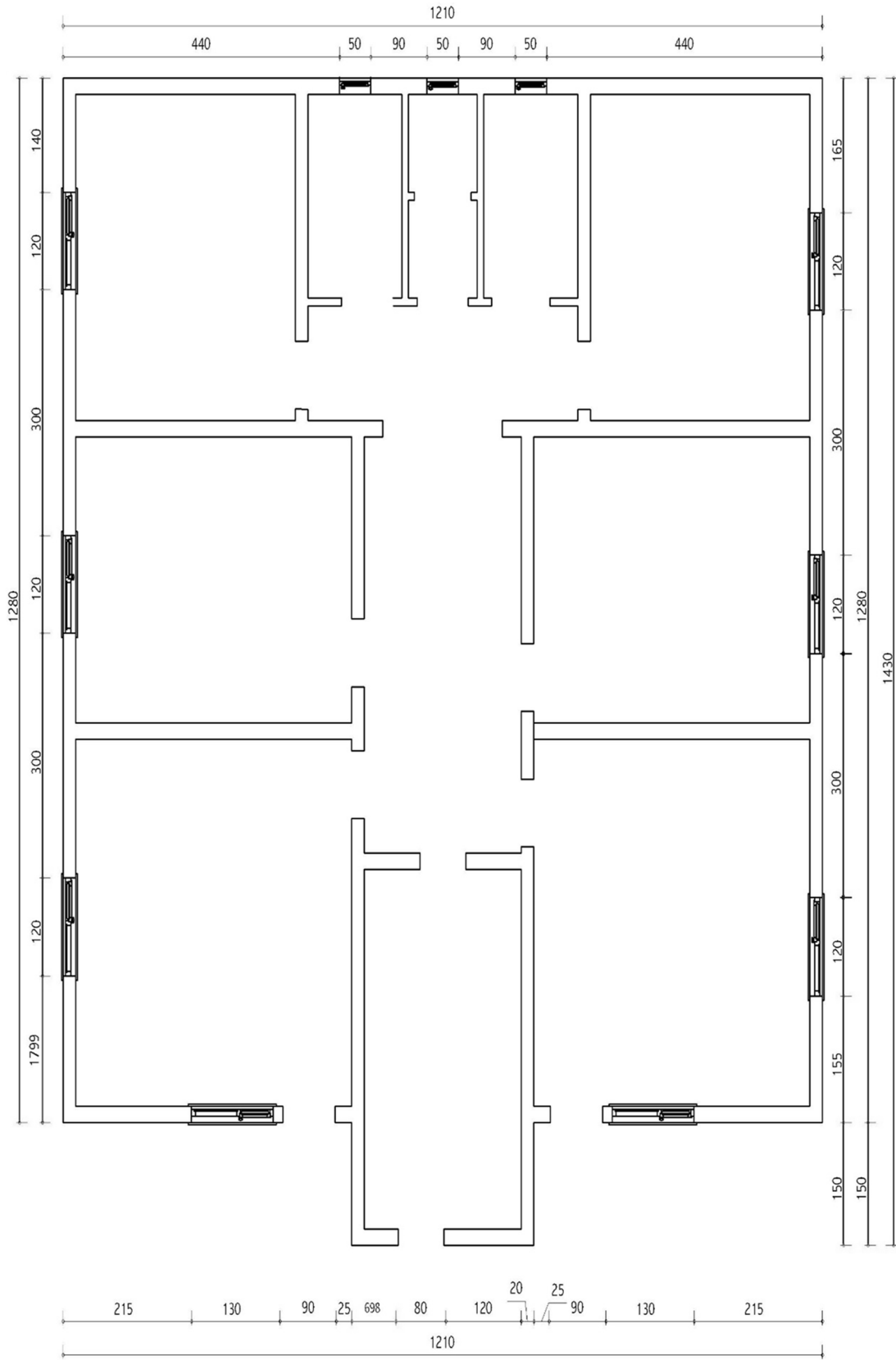


Şekil 4.11 Model 6'ya Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 6'ya ait genel bilgiler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Model 6'ya Ait Değerler.

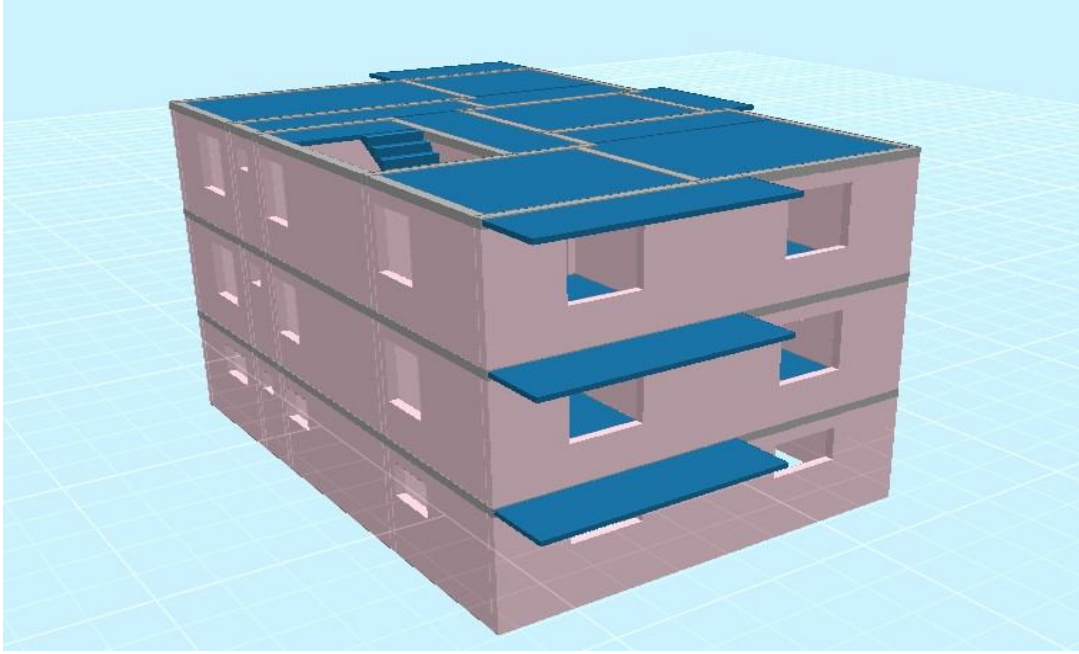
Lokasyon	Sandıklı/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2018
Kat Adedi	Z
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m2	177,65
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,2
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
Sd_s	0,916
Sd_1	0,411



Şekil 4.12 Model 6'nın Taşıyıcı Duvar Planı.

4.7 Model 7'ye Ait Veriler

Model 7 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar il merkezinde bulunan üç katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.13'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.14'de verilmiştir.

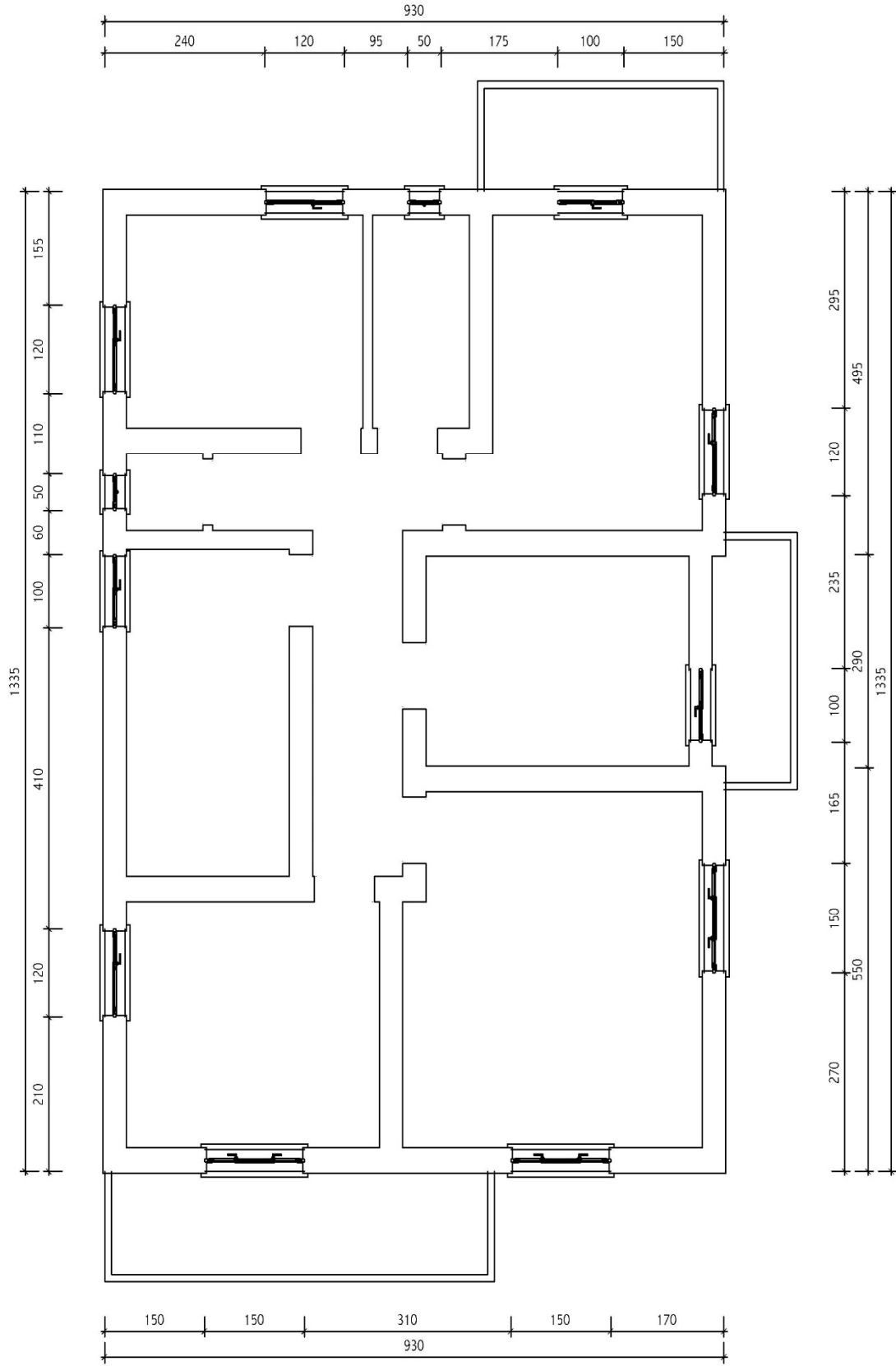


Şekil 4.13 Model 7'ye Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 7'ye ait genel bilgiler Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Model 7'ye Ait Değerler.

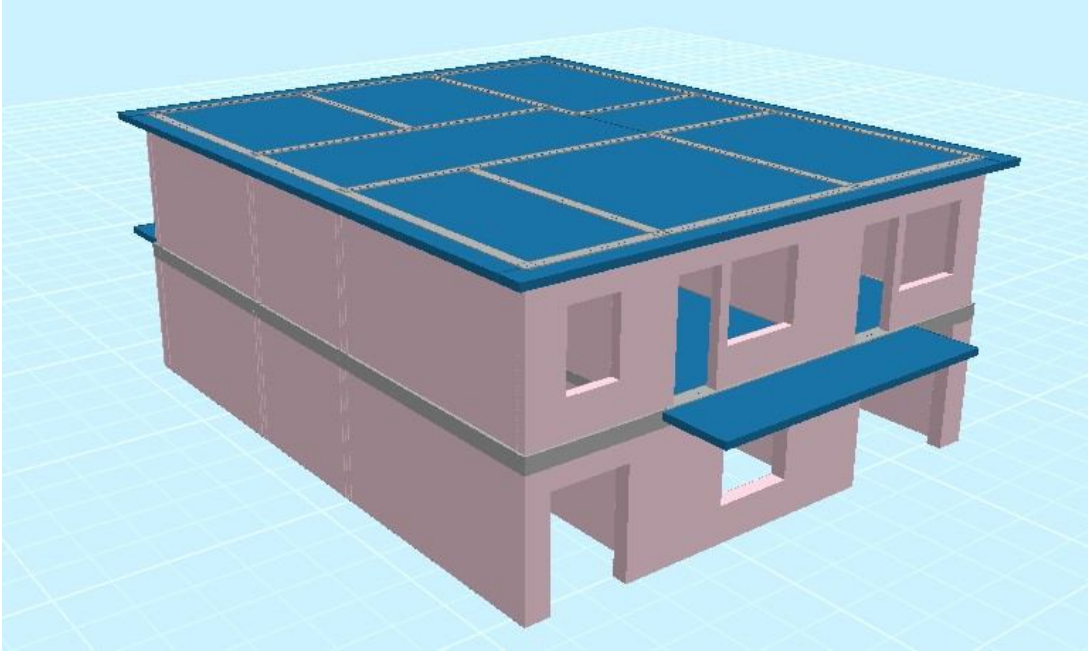
Lokasyon	Merkez/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2013
Kat Adedi	B+Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m2	408,24
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,3
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S_{d_s}	0,951
S_{d_1}	0,413



Şekil 4.14 Model 7'nin Taşıyıcı Duvar Planı.

4.8 Model 8'e Ait Veriler

Model 8 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar ili, Erenler mahallesinde bulunan iki katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.15'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.16'da verilmiştir.

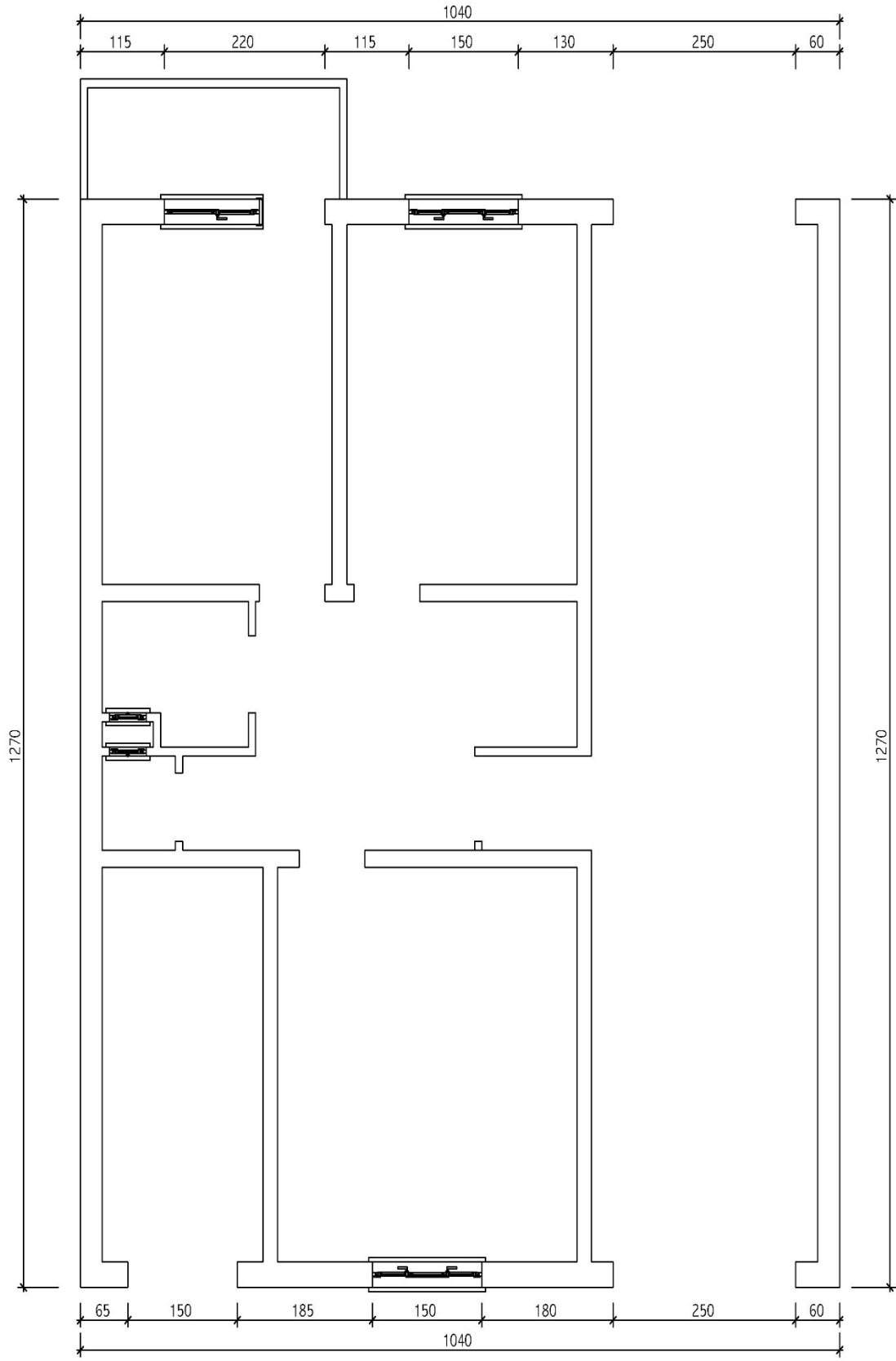


Şekil 4.15 Model 8'e Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 8'e ait genel bilgiler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Model 8'e Ait Değerler.

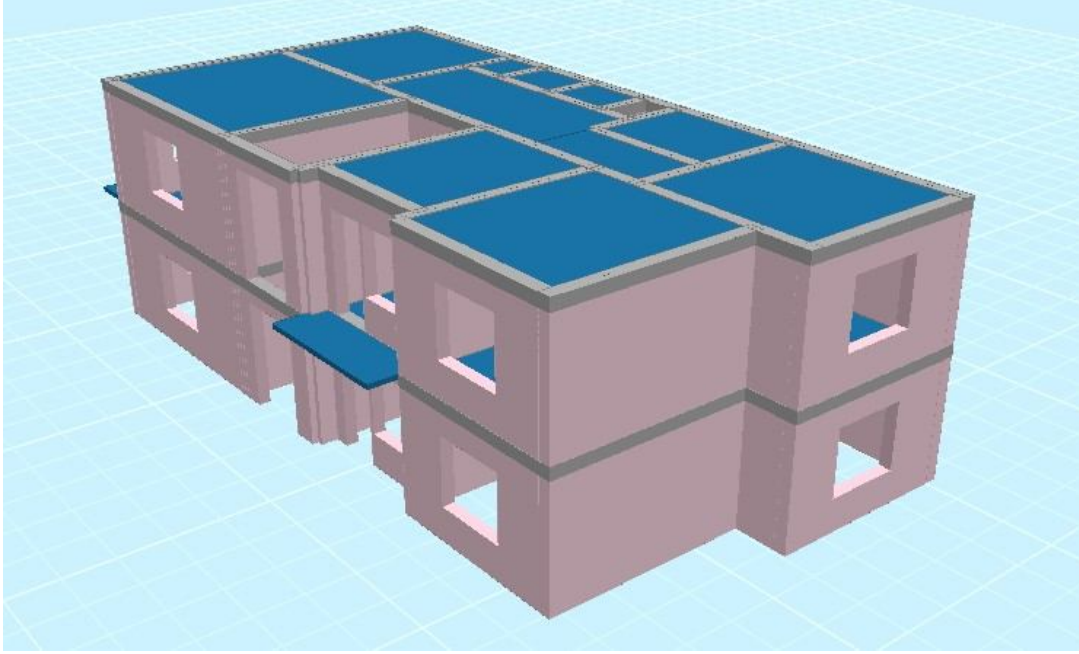
Lokasyon	Erenler/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2012
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m2	242,5
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,2
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,963
S _{d1}	0,413



Şekil 4.16 Model 8'in Taşıyıcı Duvar Planı.

4.9 Model 9'a Ait Veriler

Model 9 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar Çayırbağ beldesinde bulunan iki katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.17'de, binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.18'de verilmiştir.

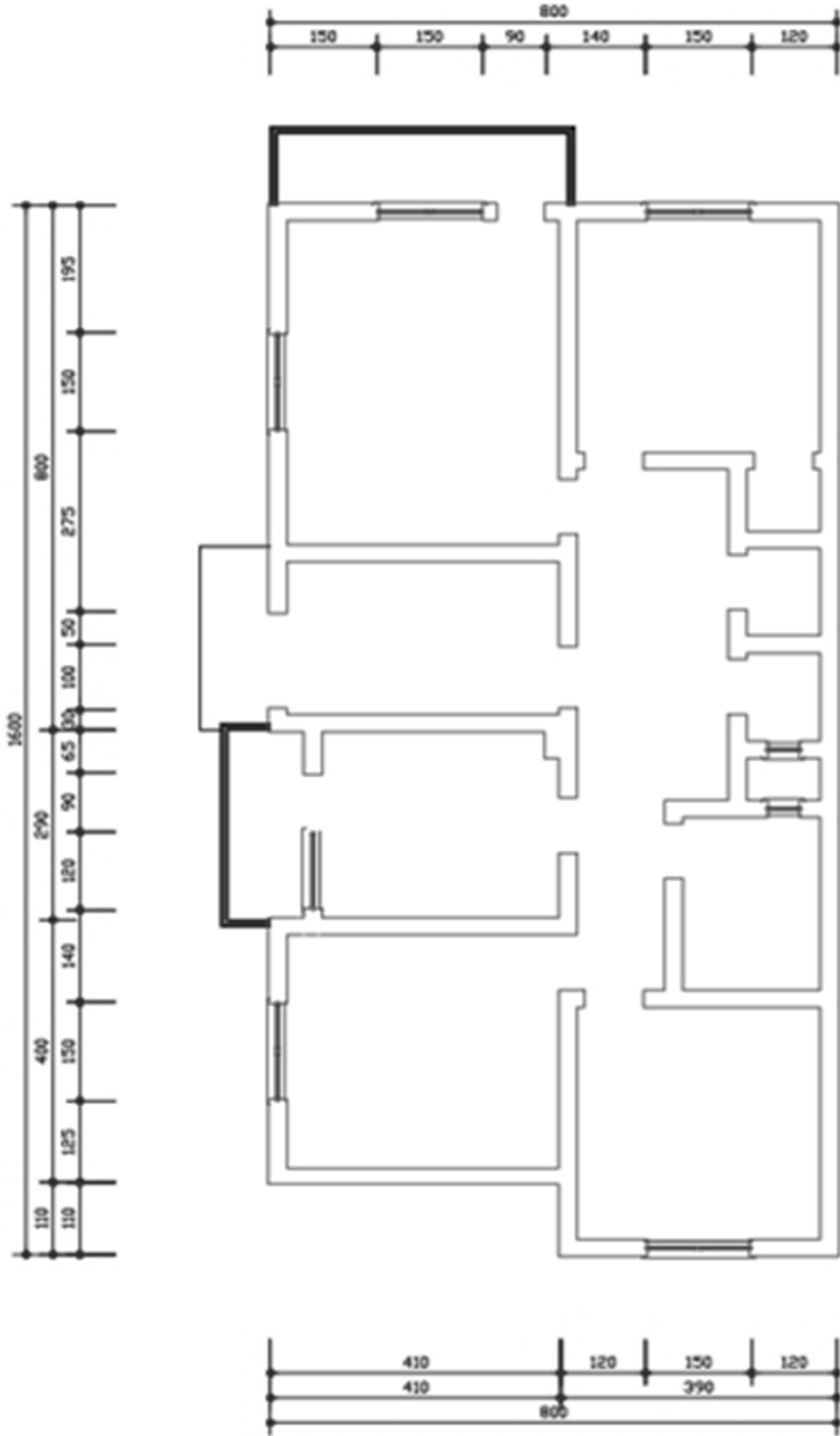


Şekil 4.17 Model 9'a Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 9'a ait genel bilgiler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Model 9'a Ait Değerler.

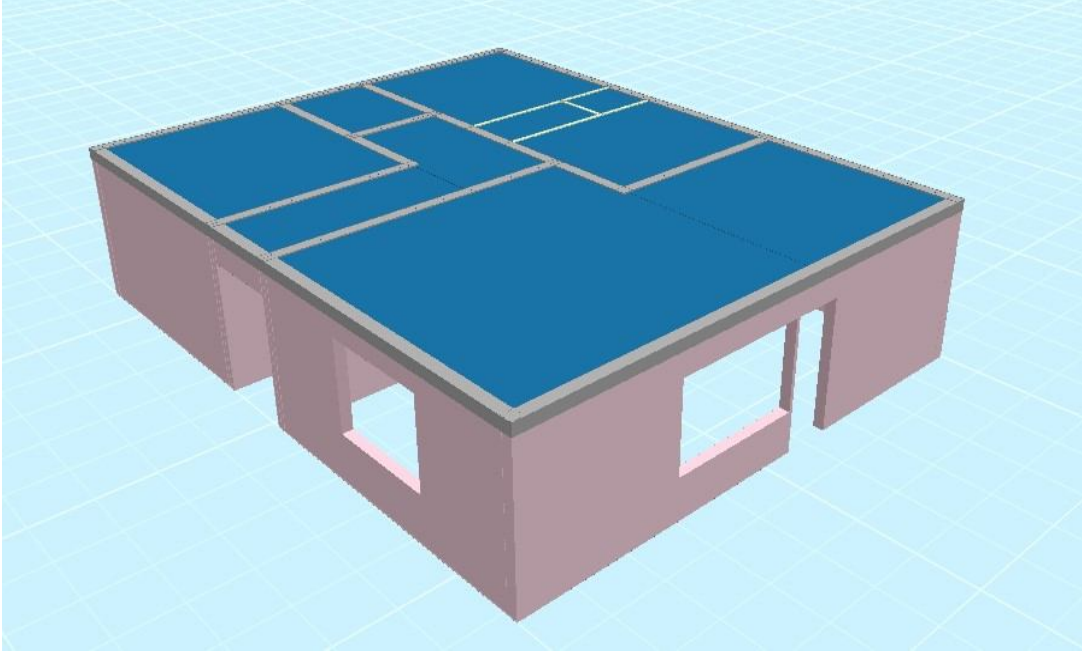
Lokasyon	Çayırbağ/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	2012
Kat Adedi	Z+1
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m ²	263,26 m ²
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,3 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,953
S _{d1}	0,409



Şekil 4.18 Model 9'un Taşıyıcı Duvar Planı.

4.10 Model 10'a Ait Veriler

Model 10 olarak incelenen yığma bina; Afyonkarahisar il merkezinde bulunan, tek katlı yapıdır. Binanın STA4CAD programından alınmış görseli Şekil 4.19'da binaya ait taşıyıcı duvar planı Şekil 4.20'de verilmiştir.

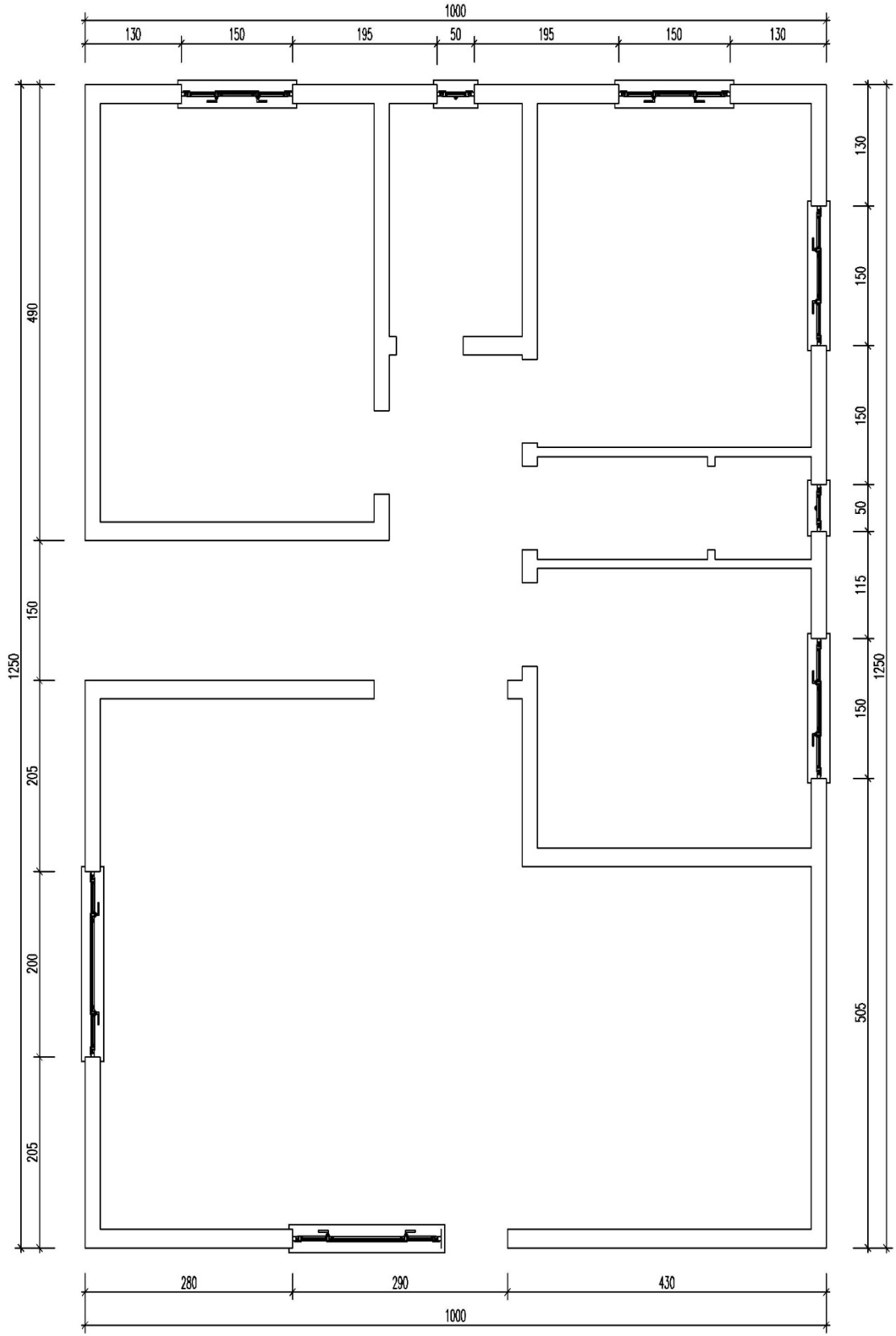


Şekil 4.19 Model 10'a Ait STA4CAD'den Alınan 3D Bina Görünümü.

Analiz ve değerlendirmelerde kullanılan Model 10'a ait genel bilgiler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Model 10'a Ait Değerler.

Lokasyon	Merkez/Afyonkarahisar
Yapım Yılı	Bilinmiyor
Kat Adedi	Z
Kat Yüksekliği	2,8 m
Toplam m ²	125,00 m ²
Duvar Kalınlığı (İç Duvarlar)	0,2 m
Duvar Kalınlığı (Dış Duvarlar)	0,2 m
Bina Kullanım Sınıfı	3
Bina Yükseklik Sınıfı	8
Deprem Tasarım Sınıfı	1
Bina Önem Katsayısı	1
S _d	0,997
S _{d1}	0,438



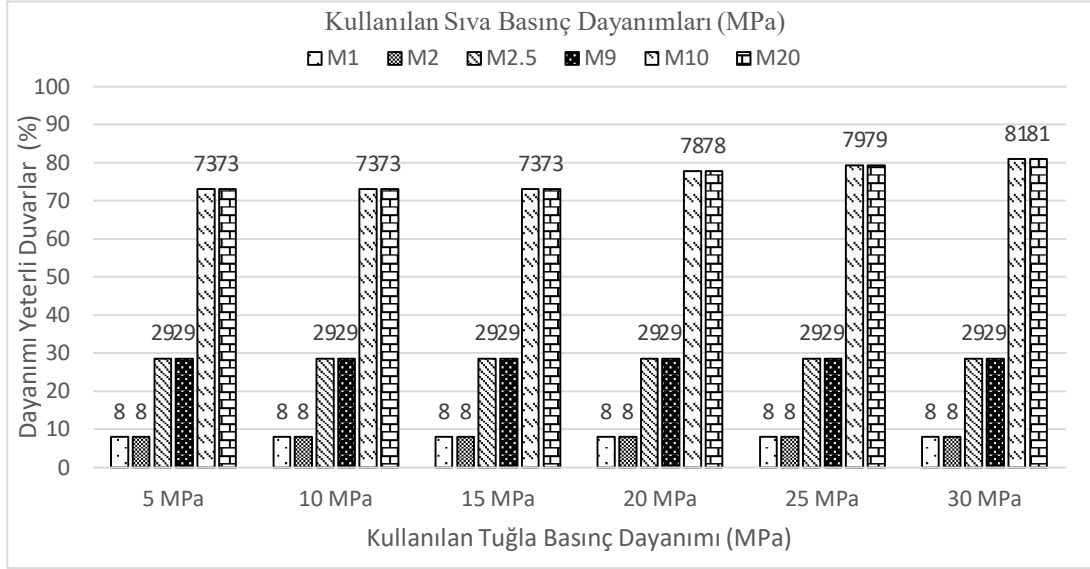
Şekil 4.20 Model 10'un Taşıyıcı Duvar Planı.

5. BULGULAR

Afyonkarahisar’da DBYBHY07’ye göre tasarlanarak inşa edilmiş 10 adet yığma bina modelleri için TBDY 2018 yönetmelik şartlarına göre yapılan performans analizlerinde öncelikle tüm duvarların; duvar ve harç dayanımı değişimine göre tasarım kesme kuvveti dayanımları (V_{RD}) ve yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında duvar kesme kuvveti değerleri (V_{ED}) hesap edilmiştir. Bu iki değer karşılaştırılarak her bir analiz için $V_{RD} > V_{ED}$ şartını sağlayan duvarlar “dayanımı yeterli duvar” olarak kabul edilmiş ve her bir model için toplam duvar sayısına oranlanarak grafikler halinde verilmiştir. Performans analizleri sonucunda tüm modellere ait TBDY 2018 Madde 15.8.8’e göre performans düzeylerinin değişimi de değerlendirilerek tablo halinde sunulmuştur. Ayrıca, performans analizlerine ek olarak yığma yapı modellerinin TBDY 2018 Madde 11’e göre tasarım kriterlerini sağlayıp sağlamadıkları da kontrol edilmiştir.

5.1 Model 1’e Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 1 için deprem kuvvetlerini karşılayan duvarların oranı Şekil 5.1’de verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında belirgin bir artış görülmemiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1 harç dayanımı referans alındığında; M2 de aynı kalmış, M2.5’da ve M9’da %21, M10’da ve M20’de %65 ile %73 arasında artış görülmüştür. Artış oranları Çizelge 5.2’de gösterilmiştir. Analizler sonucunda M1-M2, M2,5-M9 ve M10-M20 değerleri için artış gözlemlenmediğinden diğer modellerde ortalama değer alınarak tek grup şeklinde analizlere devam edilmiştir.



Şekil 5.1 Model 1'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılamanın Duvarların Oranı.

Çizelge 5.1 Model 1 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılamanın Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı					
		M1	M2	M2.5	M9	M10	M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	-	%21	%21	%65	%65
	10 MPa	-	-	%21	%21	%65	%65
	15 MPa	-	-	%21	%21	%65	%65
	20 MPa	-	-	%21	%21	%70	%70
	25 MPa	-	-	%21	%21	%71	%71
	30 MPa	-	-	%21	%21	%73	%73

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18'de Bölüm 15.8.8'de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.1'de verilmiştir. Bu tabloya göre bina tüm değerler için Göçme Bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.2 Model 1 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı					
		M1	M2	M2.5	M9	M10	M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	10 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	15 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	20 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	25 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB
	30 MPa	GB	GB	GB	GB	GB	GB

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

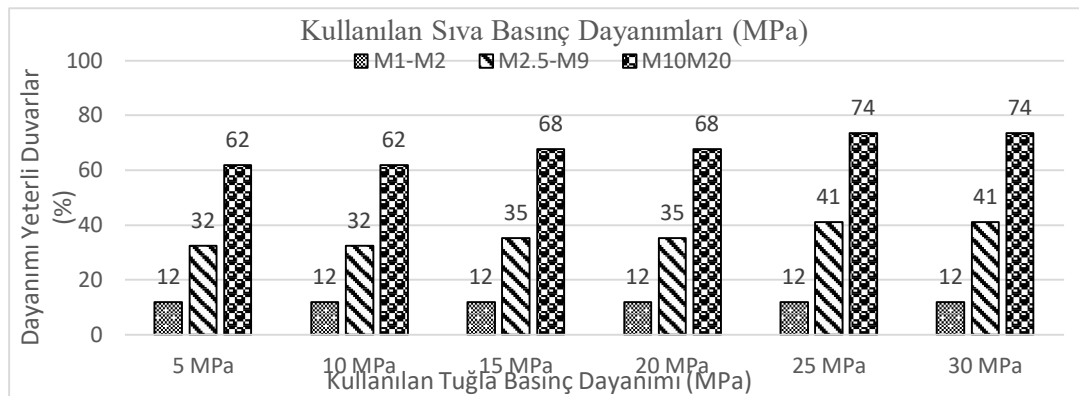
Çizelge 5.3’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığı ve desteklenmemiş duvar uzunluğunu sağlamadığı da gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.3 Model 1 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
t_{ef} min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
h_{ef}/t_{ef} max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	-
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.2 Model 2’ye Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 2’nin dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.2’de verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’ya kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için artış görülmemiş, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %9, M10-M20 harç basınç dayanımı içinse %12’ye kadar artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9’da %20 ile %29 arasında, M10-M20’de %50 ile %62 arasında artış görülmüştür. Artış oranları Çizelge 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Model 2’ye Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.4 Model 2 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşıl原因an Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%20	%50
	10 MPa	-	%20	%50
	15 MPa	-	%23	%56
	20 MPa	-	%23	%56
	25 MPa	-	%29	%62
	30 MPa	-	%29	%62

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18’de Bölüm 15.8.8’de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.5’de verilmiştir. Bu tabloya göre bina tüm değerler için Göçme Bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.5 Model 2 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	GB	GB	GB
	10 MPa	GB	GB	GB
	15 MPa	GB	GB	GB
	20 MPa	GB	GB	GB
	25 MPa	GB	GB	GB
	30 MPa	GB	GB	GB

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

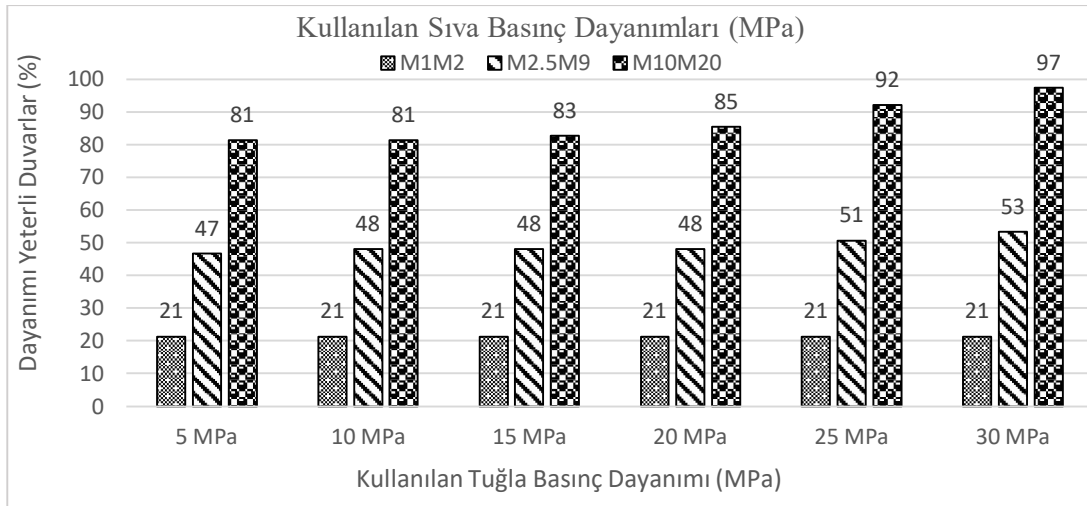
Çizelge 5.6’da gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığı ve desteklenmemiş duvar uzunluğunu sağlamadığı da gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.6 Model 2 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	-
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.3 Model 3'e Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 3'ün dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.3'de verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa'dan 30 MPa'a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için artış görülmemiş, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %6'ya kadar bir artış gözlemlenmiş, M10-M20 harç basınç dayanımı içinse %16'ya kadar bir artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç basınç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9'da %26 ile %32 arasında, M10-M20'de %60 ile %76 arasında artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Model 3'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.7 Model 3 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılayan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%26	%60
	10 MPa	-	%27	%60
	15 MPa	-	%27	%62
	20 MPa	-	%27	%64
	25 MPa	-	%30	%71
	30 MPa	-	%32	%76

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18’de Bölüm 15.8.8’de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.8’de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda göçme bölgesinde bulunmaktadır. Sadece 30 MPa tuğla dayanımı ve M10-M20 harç basınç dayanımı seçildiğinde kontrollü hasar bölgesinde çıkmıştır.

Çizelge 5.8 Model 3 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	GB	GB	GB
	10 MPa	GB	GB	GB
	15 MPa	GB	GB	GB
	20 MPa	GB	GB	GB
	25 MPa	GB	GB	GB
	30 MPa	GB	GB	KH

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

Çizelge 5.9’da gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığını sağlamadığı gözlemlenmiştir.

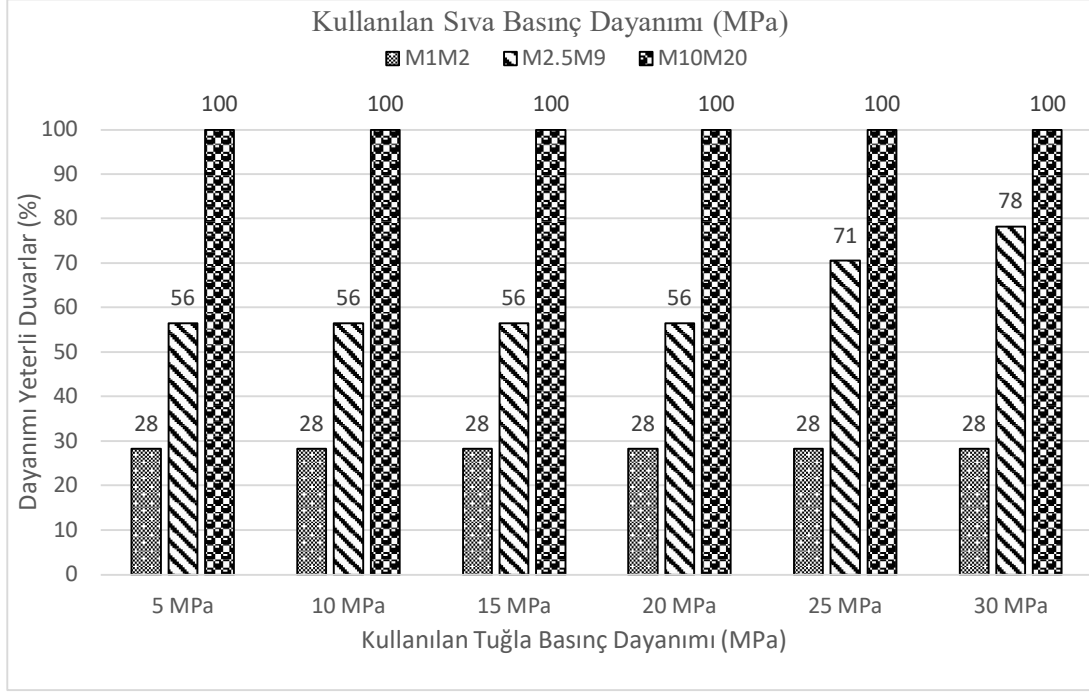
Çizelge 5.9 Model 3 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.4 Model 4’e Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basın dayanımına göre analizi yapılan Model 4’ün dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.4’te verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 ve M10-M20 harç basınç dayanımı için artış görülmemiş, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %22’ye kadar bir artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı

tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9'da %28 ile %50 arasında, M10-M20'de %72'lik artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Model 4'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılıyan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.10 Model 4 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%28	%72
	10 MPa	-	%28	%72
	15 MPa	-	%28	%72
	20 MPa	-	%28	%72
	25 MPa	-	%43	%72
	30 MPa	-	%50	%72

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18'de Bölüm 15.8.8'de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.11'de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda M1-M2 ve M2.5-M9 değerleri için Göçme Bölgesinde bulunmaktadır. M10-M20 harç basınç dayanımı seçildiğinde kesintisiz kullanım şartını sağladığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.11 Model 4 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	KK
	10 MPA	GB	GB	KK
	15 MPA	GB	GB	KK
	20 MPA	GB	GB	KK
	25 MPA	GB	GB	KK
	30 MPA	GB	GB	KK

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

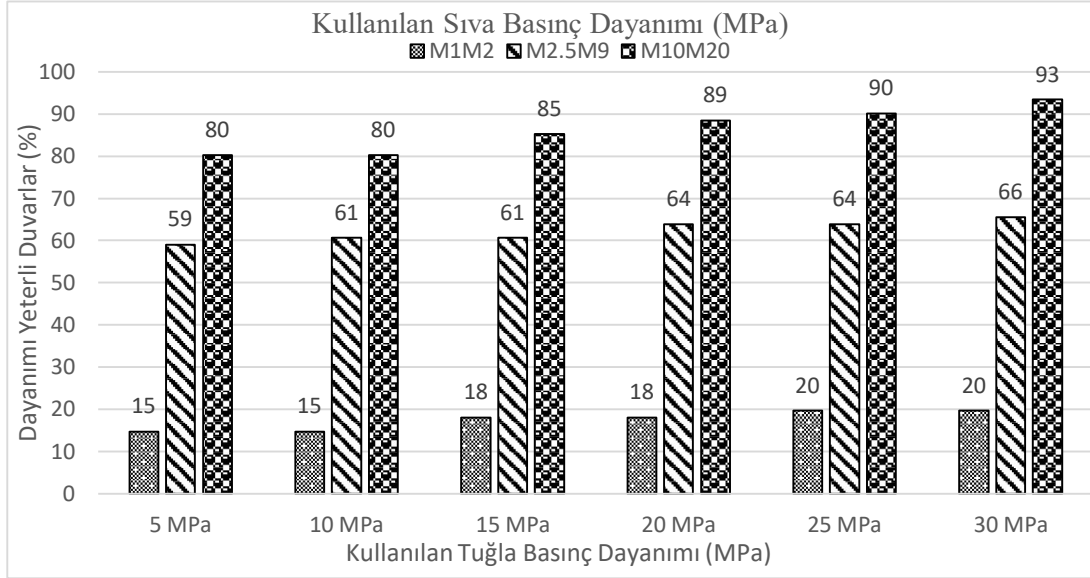
Çizelge 5.12’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığını sağlamadığı görülmüştür.

Çizelge 5.12 Model 4 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.5 Model 5’e Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 5’in dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.5’te verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %3, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için %7, M10-M20 harç basınç dayanımı için %13’e kadar artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9’da %44 ile %51 arasında, M10-M20’de %65 ile %78 arasında artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.13’de gösterilmiştir.



Şekil 5.5 Model 5'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılamanın Duvarların Oranı.

Çizelge 5.13 Model 5 İçin Referans Değere Deprem Kuvvetini Karşılamanın Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%44	%65
	10 MPa	-	%46	%65
	15 MPa	%3	%46	%70
	20 MPa	%3	%49	%74
	25 MPa	%5	%49	%75
	30 MPa	%5	%51	%78

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18'de Bölüm 15.8.8'de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.14'de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda Göçme Bölgesinde bulunmaktadır. Sadece 30 MPa tuğla dayanımı ve M10-M20 harç basınç dayanımı seçildiğinde kontrollü hasar bölgesinde çıkmıştır.

Çizelge 5.14 Model 5 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	GB
	10 MPA	GB	GB	GB
	15 MPA	GB	GB	GB
	20 MPA	GB	GB	GB
	25 MPA	GB	GB	GB
	30 MPA	GB	GB	KH

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

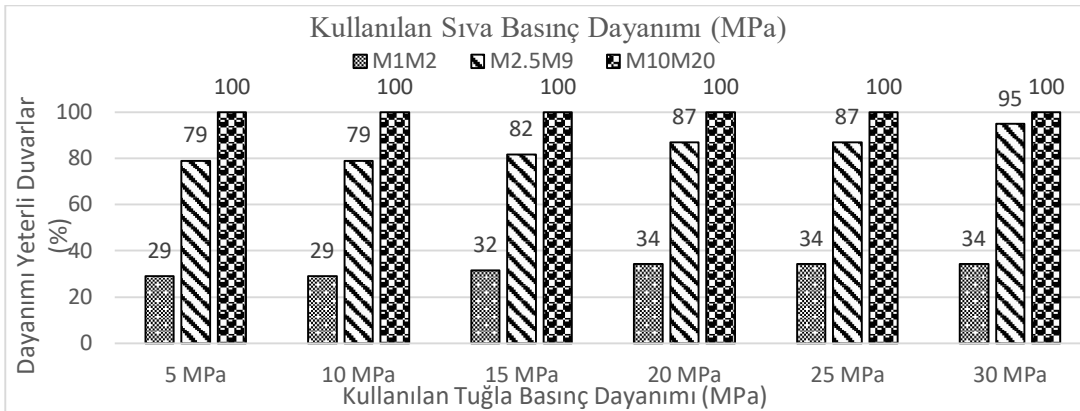
Çizelge 5.15’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığını sağlamamaktadır.

Çizelge 5.15 Model 5 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.6 Model 6’ya Ait Bulgular

Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan modal analiz sonucunda Model 6 için tuğla dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.6’da verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %5 e kadar, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için %16’ya kadar, M10-M20 harç basınç dayanımı içinse herhangi bir artış gözlemlenmemiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9’da %50 ile %66 arasında, M10-M20’de %71’lik artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.16’da verilmiştir.



Şekil 5.6 Model 6’ya Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.16 Model 6 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşıllayan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%50	%71
	10 MPa	-	%50	%71
	15 MPa	%3	%53	%71
	20 MPa	%5	%58	%71
	25 MPa	%5	%58	%71
	30 MPa	%5	%66	%71

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18’de Bölüm 15.8.8’de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.17’de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda M1-M2 harç basınç dayanımı için göçme bölgesinde çıkmıştır. M2.5-M9 harç basınç dayanımı için sadece 30MPa tuğla basınç dayanımı seçildiğinde kontrollü hasar bölgesinde olduğu gözlemlenmiştir. Harç basınç dayanımı M10-M20 seçildiğinde ise tüm tuğla basınç dayanımları için kesintisiz kullanım şartını sağladığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.17 Model 6 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	KK
	10 MPA	GB	GB	KK
	15 MPA	GB	GB	KK
	20 MPA	GB	GB	KK
	25 MPA	GB	GB	KK
	30 MPA	GB	KH	KK

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

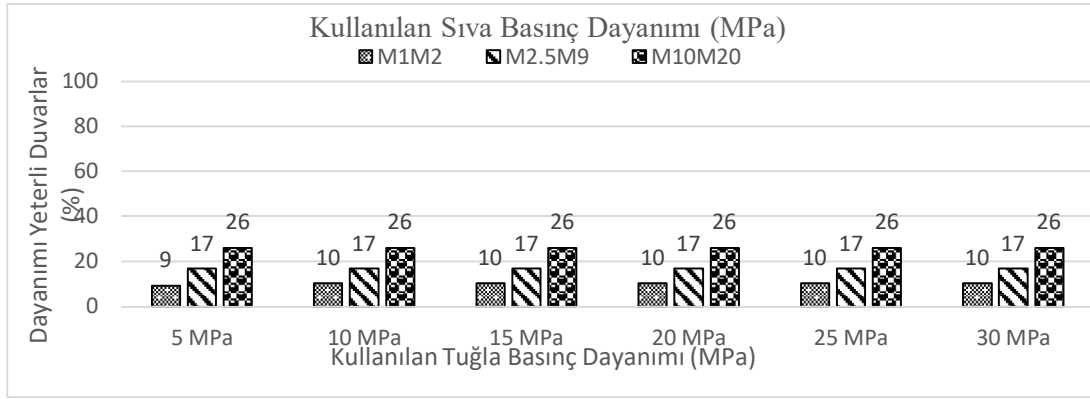
Çizelge 5.18’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığını sağlamamaktadır.

Çizelge 5.18 Model 6 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.7 Model 7'ye Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 7'nin dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.7'de verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa'dan 30 MPa'a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımındaki artıştan kaynaklı %1'lik artış gözlemlenmiş, M2.5-M9 ve M10-M20 harç basınç dayanımı için belirgin bir artış gözlemlenmemiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9'da %8, M10-M20'de %17'lik artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.19'da gösterilmiştir.



Şekil 5.7 Model 7'ye Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.19 Model 7 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılayan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

	Kagir Birim Basınç Dayanımı	Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
	5 MPa	R	%8	%17
	10 MPa	%1	%8	%17
	15 MPa	%1	%8	%17
	20 MPa	%1	%8	%17
	25 MPa	%1	%8	%17
	30 MPa	%1	%8	%17

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18'de Bölüm 15.8.8'de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.20'de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda göçme bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.20 Model 7 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	GB
	10 MPA	GB	GB	GB
	15 MPA	GB	GB	GB
	20 MPA	GB	GB	GB
	25 MPA	GB	GB	GB
	30 MPA	GB	GB	GB

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

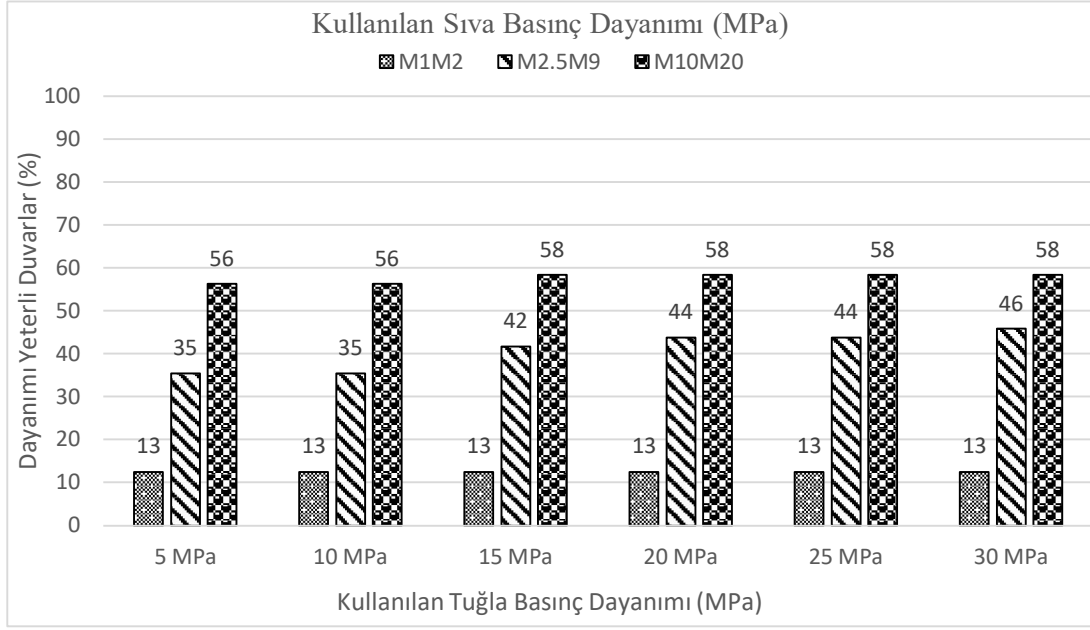
Çizelge 5.21’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir.

Çizelge 5.21 Model 7 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	+
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.8 Model 8’e Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 8’in dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.8’de verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 harç basınç dayanımı için artış görülmemiş, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımı arttıkça %11, M10-M20 harç basınç dayanımı içinse %2’ye kadar artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9’da %22 ile %33 arasında, M10-M20’de %43 ile %45 arasında artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.22’de gösterilmiştir.



Şekil 5.8 Model 8'e Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılıyan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.22 Model 8 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%22	%43
	10 MPa	-	%22	%43
	15 MPa	-	%29	%45
	20 MPa	-	%31	%45
	25 MPa	-	%31	%45
	30 MPa	-	%33	%45

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18'de Bölüm 15.8.8'de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.23'de verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda göçme bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.23 Model 8 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	GB
	10 MPA	GB	GB	GB
	15 MPA	GB	GB	GB
	20 MPA	GB	GB	GB
	25 MPA	GB	GB	GB
	30 MPA	GB	GB	GB

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

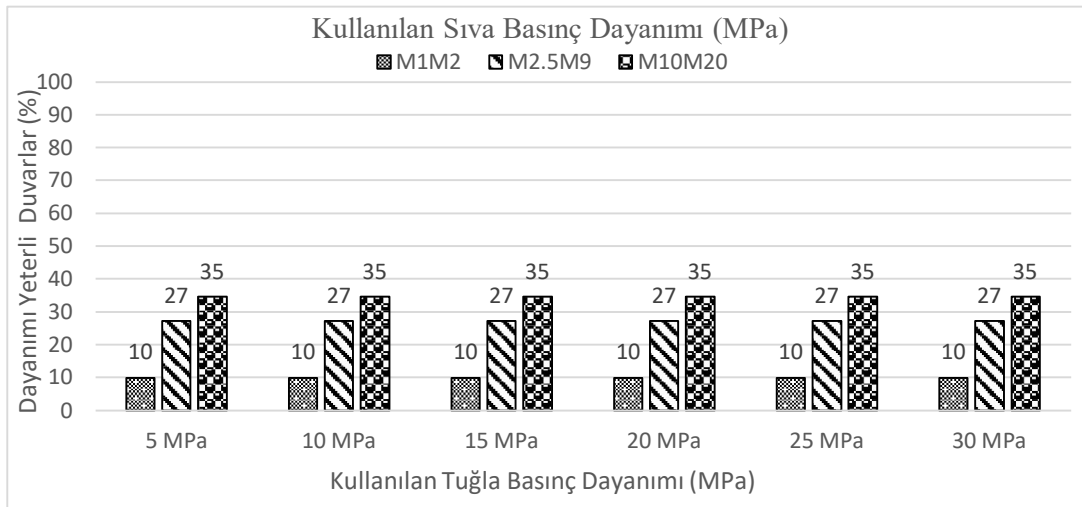
Çizelge 5.24’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığını sağlamamaktadır.

Çizelge 5.24 Model 8 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.9 Model 9’a Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basın dayanımına göre analizi yapılan Model 9’un dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.9’da verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa’dan 30 MPa’a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında belirgin bir artış görülmemiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9’da %17, M10-M20’de %25’lik artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.25’de gösterilmiştir.



Şekil 5.9 Model 9’a Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.25 Model 9 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılıyan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%17	%25
	10 MPa	-	%17	%25
	15 MPa	-	%17	%25
	20 MPa	-	%17	%25
	25 MPa	-	%17	%25
	30 MPa	-	%17	%25

* (R) Referans değeri ifada etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18’de Bölüm 15.8.8’de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.26’da verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda göçme bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 5.26 Model 9 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	GB
	10 MPA	GB	GB	GB
	15 MPA	GB	GB	GB
	20 MPA	GB	GB	GB
	25 MPA	GB	GB	GB
	30 MPA	GB	GB	GB

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

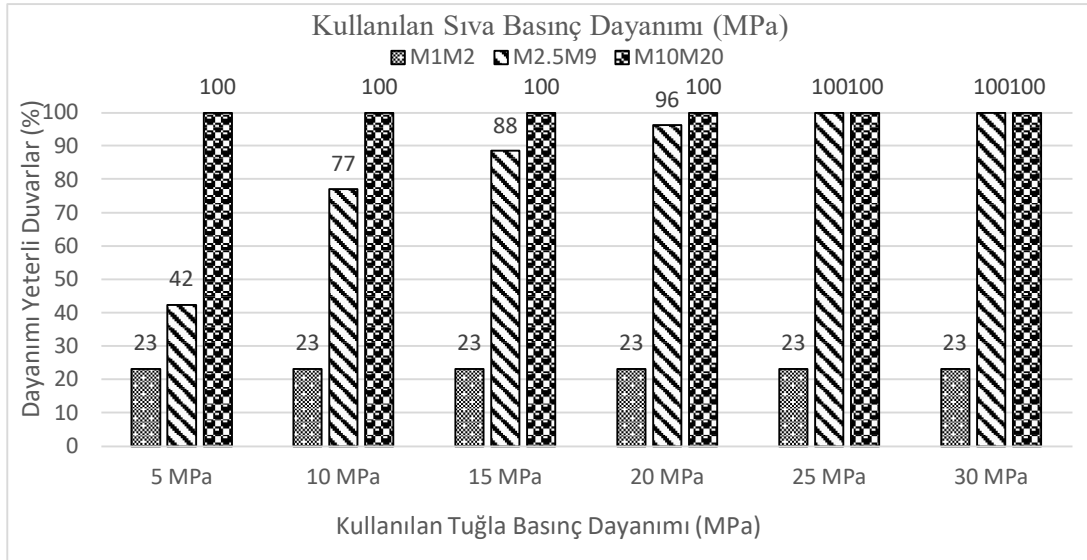
Çizelge 5.27’de gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığı değerini sağlamamaktadır.

Çizelge 5.27 Model 9 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	+
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

5.10 Model 10'a Ait Bulgular

Tuğla basınç dayanımı ve harç basınç dayanımına göre analizi yapılan Model 10'un dayanımı sağlayan duvarlarının oranı Şekil 5.10'da verilmiştir. Aynı harç dayanımları için tuğlanın basınç dayanımı 5 MPa'dan 30 MPa'a kadar olan analizlerde 5 MPa tuğla basınç dayanımı referans alındığında; kesme kuvvetini karşılayan duvarların oranında, M1-M2 ve M10-M20 harç basınç dayanımı için artış görülmemiş, M2.5-M9 harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımındaki artışa bağlı olarak %58'e kadar artış gözlemlenmiştir. Fakat aynı tuğla basınç dayanımları için M1-M2 harç dayanımı referans alındığında; M2.5-M9'da %19 ile %77 arasında, M10-M20'de %77'lik artış gözlemlenmiştir. Artış oranları Çizelge 5.28'de gösterilmiştir.



Şekil 5.10 Model 10'a Ait Deprem Kuvvetlerini Karşılayan Duvarların Oranı.

Çizelge 5.28 Model 10 İçin Referans Değere Göre Deprem Kuvvetini Karşılayan Duvar Oranındaki Artış Miktarı.

	Harç Basınç Dayanımı	Harç Basınç Dayanımı		
		M1-M2	M2.5-M9	M10-M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPa	R	%19	%77
	10 MPa	-	%54	%77
	15 MPa	-	%65	%77
	20 MPa	-	%73	%77
	25 MPa	-	%77	%77
	30 MPa	-	%77	%77

* (R) Referans değeri ifade etmektedir.

Analizler sonucunda binanın TBDY 18’de Bölüm 15.8.8’de verilen deprem performans hedeflerini gösteren tablo, Çizelge 5.29’da verilmiştir. Bu tabloya göre bina analizler sonucunda M1-M2 harç basınç dayanımı için tüm tuğla basınç dayanımlarına karşılık gelen değerler seçildiğinde göçme bölgesinde çıkmıştır. Harç basınç dayanımı M2.5-M9 seçildiğinde tuğla basınç dayanımı 15 MPa ve 20 MPa için kontrollü hasar bölgesinde çıkmış, 25 MPa ve 30 MPa içinse kesintisiz kullanım değerini sağladığı gözlemlenmiştir. M10-M20 harç basınç dayanımı seçildiğindeyse tüm tuğla basınç dayanımına karşılık gelen değerlerde kesintisiz kullanım şartını sağladığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.29 Model 10 için Analizler Sonucunda Bulunan Performans Hedefleri.

		Harç Basınç Dayanımı		
		M1M2	M2.5M9	M10M20
Kagir Birim Basınç Dayanımı	5 MPA	GB	GB	KK
	10 MPA	GB	GB	KK
	15 MPA	GB	KH	KK
	20 MPA	GB	KH	KK
	25 MPA	GB	KK	KK
	30 MPA	GB	KK	KK

*Göçme Bölgesi (GB), Kontrollü Hasar (KH), Kesintisiz Kullanım (KK)

Çizelge 5.30’da gözlemlendiği gibi binanın yeni yönetmeliğe göre bazı tasarım kriterlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Estetik gerekçeler göz önüne alınarak kapı pencere boşluklarının arasında bulunması gereken mesafenin özellikle balkon olan yerlerde yönetmelik koşullarını sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca minimum duvar kalınlığı ve desteklenmemiş duvar uzunluğunu sağlamadığı da gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.30 Model 10 için TBDY2018’e Göre Sağlaması Gereken Koşulların Kontrolü.

TBDY2018 Kontrol Şartları	Uygunluk
İzin verilen Bina Yüksekliği (Madde 11.1.3)	+
tef min. (240mm) (Madde 11.5.1)	-
hef/tef max (15) (Madde 11.5.1)	+
Desteklenmemiş Duvar Uzunlukları (Madde 11.5.2)	-
Boşluk Oranları (Madde 11.5.3)	-

6. TARTIŞMALAR VE SONUÇ

Afyonkarahisar'da DBYBHY07'ye göre yapılan 10 adet yığma binanın STA4CAD programında modellendikten sonra, TBDY18 yönetmelik şartlarına göre yapılan performans analizleri sonucunda elde edilen bulgular maddeler halinde verilmiştir:

- Analizi yapılan binalarda kullanılan aynı harç basınç dayanımı için tuğla basınç dayanımlarının değişiminin kesme kuvvetini karşılayan duvar oranında etkisi genel olarak incelendiğinde; M1-M2'de %5'e kadar, M2.5-M9'da %58'e kadar, M10-M20'de %16'ya kadar artışa sebep olmuştur.
- Analizi yapılan binalarda kullanılan aynı tuğla basınç dayanımı için harç basınç dayanımlarındaki değişiminin kesme kuvvetini karşılayan duvar oranına etkisi genel olarak incelendiğinde; M1-M2'de %0 ile %5 arasında, M2.5-M9'da %8 ile %77 arasında, M10-M20'de %17 ile %78 arasında artışa sebep olmuştur.
- Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, tuğla basınç dayanımındaki artışın harç basınç dayanımındaki artışa oranla daha az etki ettiği görülmüştür.
- 10 modelin tamamının estetik gerekçeler nedeniyle TBDY18'de belirlenen boşluk oranlarına dikkat edilmeden projelendirildiği görülmüştür.
- Minimum duvar kalınlıkları DBYBHY07'ye göre 20 cm yapıldığından, 10 modelin 8'i TBDY18 minimum duvar kalınlıkları koşulunu sağlamamaktadır.
- 10 modelden 3'ü TBDY18'e göre desteklenmemiş duvar uzunluğu değerini sağlamamaktadır.
- Performans analiz sonuçları değerlendirildiğinde harç ve duvar basınç dayanımları arttırılmasına rağmen 5 modelin göçme bölgesinden kurtulamadığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak TBDY18'de belirlenen tasarım kriterlerine uyulmadığı sonucuna varılmıştır.

7. KAYNAKÇA

- Akan A E, Özen Ö, Bursa Yeşil Türbe'nin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Deprem Analizi, Deprem Sempozyumu, 2005, Kocaeli, 758-762.
- Akdeniz Ö, 2011, Tarihi Yapıların Lineer Olmayan Dinamik Analizi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88s, Elazığ.
- Arslan M., 2012. Yapı Teknolojileri, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı, Seçkin Yayıncılık, 399s. Ankara.
- Arun G, 2005, Yığma Kâgir Yapı Davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı.
- Atabey İ İ, Kanıt R, 2014, Yığma Bir Okul Binasının Deprem Performans Analizi, Selçuk-Teknik Dergisi, 13, 1-11.
- Ay Z, Çarhoğlu A I, Korkmaz K A, Nuhoğlu A, Orhon A V, 2012, Yığma Yapıların Yapısal Davranışının İncelenmesi, Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknik Dergisi, 2, 41-53.
- Bayülke N, 1992, Yığma Yapılar, TC İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Bayülke N, 2001, Depreme Dayanıklı Betonarme Ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 261, İzmir.
- Bayülke N, 2011, Yığma Yapıların Deprem Davranışı ve Güvenliği, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Ankara.
- Can Ö, Yıldızoğlu H, 2018, Yığma Binalarda Deprem Performansının Belirlenmesi (Bayburt Korkut Ata Lisesi Örneği), Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 372-380.
- Can Ö, 2019, Ahşap Döşemeli Geleneksel Bayburt Evinin Deprem Performansının Belirlenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7, 369-382.
- Çarhoğlu A I, Korkmaz K A, 2013, Mevcut Yığma Bir Yapının Deprem Davranışının Değerlendirilmesi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2, 1-11.
- Değirmenci Ö Ç, Aras M, Ekin Ö, 2015, Yığma Eğitim Binalarının İncelenmesi "Bilecik Örneği", Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 11-15 Mayıs 2015, İstanbul, 1323-1390.
- Demirel I, Erberik M, Sucuoğlu H, 2011, Tuğla Yığma Yapıların Performans Esaslı Değerlendirilmesi İçin Doğrusal Olmayan Çerçeve Modeli, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Ankara.

- Demirel İ, Akansel V, Bankir Ş, Geneş M, Erberik M, Yakut A, 2013, Antalya'daki Yığma Binaların Özelliklerinin Deprem Performansı Açısından Analitik Olarak Değerlendirilmesi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 25-27 Eylül 2013, Hatay.
- Döndüren M S, 2008, Bağlayıcı Özelliği Artırılan Duvar ve Sıva Harcının Düzlem Dışı Yüklenen Tuğla Duvarların Mekaniksel Davranışına Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Dymiotis C, Gutleiderer B M, 2002, Allowing For Uncertainties In The Modelling of Masonry Compressive Strength, Construction and Building Materials, 16, 443-452.
- Günaydin M, 2019, Seismic Performance Evaluation of A Fire-Exposed Historical Structure Using An Updated Finite Element Model, Engineering Failure Analysis, 106, 104149.
- Hüsnü C, Kubin J, Ali Ü, 2012, Düzensiz Geometrik Şekile Sahip Tarihi Yığma Binaların Sismik Davranışı, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27.
- Jafarov O, Köksal H O, Doran B, Karakoç C J S, 2012, An Investigation On The Nonlinear Behavior of Unreinforced Masonry Walls, 30, 133-143.
- Kamanlı M, Jaihoon E H, Alptuğ Ü, 2019, TBDY 2018'e Göre Tarihi Sille Ak Camii'nin Statik Analizi, Selçuk-Teknik Dergisi, 18, 134-151.
- Kanca A G, 2004, Yığma Yapıların Depreme Karşı Dayanımları Beyoğlu Postane Hizmet Binası ve Beyoğlu Han Binası, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, İstanbul.
- Karaşin A, Öncü M, 2009, Çok Katlı Yığma Binaların Deprem Güvenliklerinin Değerlendirilmesi, 8, 63-67.
- Köksal H O, Doran B, Ozsoy A E, Alacali S N, 2004, Nonlinear Modeling of Concentrically Loaded Reinforced Blockwork Masonry Columns, Canadian Journal of Civil Engineering, 31, 1012-1023.
- Kuruşcu A, 2012, Yığma Duvar ve Temelerde Doğrusal Olmayan Modelleme. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 192s, İstanbul.
- Mumyalmaz Y A, 2015, Tarihi Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Gedik Ahmet Paşa Camii Örneği, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 101s, Afyon.
- Öztaş V, 2009, Yığma Yapıların Güçlendirilmesi ve Bir Yığma Yapı Örneğinde Güçlendirme Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74s, İstanbul

- Pantò B, Cannizzaro F, Caddemi S, Caliò I, 2016, 3D Macro-Element Modelling Approach For Seismic Assessment of Historical Masonry Churches, *Advances in Engineering Software*, 97, 40-59.
- Selim H H, Cenik O, Güler K, 2018, Kadıköy (İstanbul)'de Yığma Bir Binanın Deprem Riskinin Belirlenmesi, *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 17, 69-85.
- Sepetçi Ö, 2012, Edirne Kaleiçi'nde Yer Alan Erken 20. yy. Kamu Yapılarına Ait Taşıyıcı Sistemlerinin ve Yapı Malzeme Özelliklerinin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117s, Tekirdağ.
- Sepici L, 2013, Göbekli Tepe, Artcivic.
- Smyrou E, 2016, Kuşatılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışı: 2011 Van Depremi Örneği, *Dicle Üniversite Mühendislik Dergisi*, 8, 453-461.
- Şeker B Ş, Çakır F, Doğangün F, Durmuş A, 2015, Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Tarihi Erzurum Lala Paşa Cami'nin Yapısal Davranışının İncelenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21, 82-87.
- Tanganelli M, Rotunno T, Cardinali V, Viti S, 2018, Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings, *Procedia Structural Integrity*, 11, 266-273.
- TS EN 1467, 2012, Doğal Taşlar – Ham Bloklar – Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 771-3+A1, 2016, Kagir Birimler – Özellikleri – Bölüm 3: Beton Kagir Birimler, Türk Standartları Enstitüsü , Ankara
- Türkçü Ç, 1997, Yapım, Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınlan, İzmir.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018, Resmi Gazete, 18 Mart 2018, 30364 (Mükerrer)
- Ünay A İ, 2002, Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, ÖDTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşbirliği.
- Yazgan İ O, Ünay A İ, 2019, Bursa, Yenişehir Sinan Paşa Külliyesi İmaretinin Sayısal Modellenmesi ve Yapısal Analizi, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8, 1193-1203.
- Yücel S, Bikçe M, Geneş M, Bankir Ş, 2015, Yığma Tiği Yapıların Deprem Etkisi Altında Aletsel Veri ve Hesaplamara Göre Değerlendirilmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökhan ÇOBAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Çay-01.01.1995
Yabancı Dili : İngilizce (Orta)
İletişim (Telefon / e-posta) : 0507 389 05 85 / gkhncbn95@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bayındır Sadık Susamcıoğlu Anadolu Lisesi (2009-2010)
: Anafartalar Anadolu Lisesi (2010-2011)
: Çay İMKB Anadolu Lisesi (2011-2013)
Lisans : Bozok Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Böl. (2013-2014)
: Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Böl.
(2014-2017)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, İş Güvenliği ABD (2017-
2018)
: Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği ABD
(2017-2021)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

: Aksan Yapı Denetim Kontrol Elemanı İnşaat Mühendisi
(2017 – 2017)
: M Yapı İnşaat Soğuk Hava Deposu Şantiye Şefliği (2018
– 2018)
: Göktürk Taner İnşaat (2018 – 2020)
: Sağlamlar Prefabrik (Ocak 2021 – Şubat 2021)