

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA YAPININ
PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şenol İLBASAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Celal APAY

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜÇLENDİRİLMİŞ YIĞMA YAPININ PERFORMANSININ İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şenol İLBASAN

Enstitü Anabilim Dalı

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 08.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.
Ahmet ÇELİK
Jüri Başkanı

Dr. Öğrt. Üyesi
Zeynep YİĞİT
Üye

Dr. Öğr. Üyesi
Yusuf SÜMER
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Şenol İLBASAN

08.05.2019

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada yığma yapıların performans analizi, güçlendirilmesi ve örnek bir yığma yapının incelenmesi hedeflenmiştir.

Tez çalışmalarında desteğini esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet Celal APAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan ve beni bu güne getirmek adına hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Yığma Yapılar	1
1.2. Ahşap Yığma Yapılar (Çanyı Yapılar).....	2
1.2.1. Yığma ahşap yapılarda taşıyıcı modeller	4
1.3. Taş Yığma Yapılar (Kargir).....	5
1.3.1. Taş duvar örgü biçimleri.....	6
1.4. Tuğla Yığma Yapılar	6
1.5. Kerpiç Yığma Yapılar	8
1.6. Literatür Çalışmalar	9

BÖLÜM 2.

YIĞMA YAPILARDA HASARLAR.....	14
2.1. Yığma Yapılardaki Hasar Sebepleri ve Şekilleri.....	14
2.2. Yığma Binalarda Belirlenen Hasarların Sebepleri.....	15
2.3. Yığma Binalardaki Hasar Şekilleri	15
2.4. Yığma Yapılarda Deprem Hasarı ve Seviyeleri	16

2.5. Yığma Binaların Döşemelerinde Meydan Gelen Hasarlar	18
2.6. Yığma Binaların Duvarlarında Meydana Gelen Hasarlar.....	19

BÖLÜM 3.

YIĞMA YAPILARIN ONARIM METOTLARI	20
3.1. Yığma Yapıda Ufak Çatlakların Onarımı.....	20
3.2. Çimento Şerbeti Kullanarak Onarım	21
3.3. Çimento Enjeksiyonu Kullanarak Onarım.....	21
3.4. Epoksi Reçineleri	21
3.5. Epoksi Reçineleri Kullanarak Onarım	22
3.6. Sıvama Kullanarak Onarım	23

BÖLÜM 4.

YIĞMA YAPILARDA GÜÇLENDİRME METOTLARI	24
4.1. Yığma Yapıda Duvarların Güçlendirilmesi.....	24
4.2. Yığma Yapılarda Temellerin Güçlendirilmesi	26
4.3. Yığma Yapının Bütünün Güçlendirilmesi.....	26

BÖLÜM 5.

DEPREM YÖNETMELİĞİNDE YIĞMA BİNA	28
5.1. Genel Kurallar.....	28
5.2. Düşey ve Deprem Yüğü Altında Duvar Gerilmeleri.....	29
5.2.1. Normal gerilmeler	30
5.2.2. Kayma gerilmeleri.....	31
5.3. Taşıyıcı Duvarlar.....	32
5.3.1. Taşıyıcı duvar malzemesi	32
5.3.2. Duvar malzemesinin dayanımı.....	32
5.4. Taşıyıcı Duvarların Kalınlık ve Toplam Uzunluğu.....	33
5.4.1. Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu	34
5.4.2. Taşıyıcı duvar boşlukları	35
5.5. Lentolar, Hatıllar ve Döşemeler.....	36

5.6. Taşıyıcı Olmayan Bölme Duvarları	37
---	----

BÖLÜM 6.

ÖRNEK BİR YIĞMA YAPININ İNCELEMESİ	38
6.1. Mevcut Yığma Yapının Deprem Açısından İncelenmesi	38
6.1.1. Yapının özellikleri	38
6.1.2. Mevcut yığma yapının bilgileri	39
6.1.3. Binanın taşıyıcı sisteminin yığma binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları açısından değerlendirmesi.....	40
6.1.4. Yığma duvar gerilmelerinin hesabı	42
6.1.5. Taşıyıcı duvar malzemesi	42
6.1.6. Duvar malzemesi dayanımları.....	42
6.1.7. İzin verilen en küçük taşıyıcı duvar kalınlıkları.....	43
6.1.8. Taşıyıcı duvarlarda toplam uzunluk sınırı	43
6.1.9. Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu	44
6.1.10. Taşıyıcı duvar boşlukları	45
6.1.11. Yatay hatıllar.....	47
6.1.12. Düşey hatıllar	48
6.2. Mevcut Yığma Yapının Elle Hesabı.....	50
6.2.1. İki doğrultuda duvar boylarının kontrolü	50
6.2.2. Düşey gerilmelerin hesabı ve kontrolü.....	50
6.2.3. Kesme gerilmelerin hesabı ve kontrolü.....	52
6.3. Mevcut Yığma Yapının Güçlendirilmesi	59
6.3.1. Uygulama detayları	61
6.3.2. SAP 2000 modeli.....	61
6.3.3. Mevcut yığma yapının güçlendirilmiş performansı	63

BÖLÜM 7.

SONUÇ	74
-------------	----

KAYNAKLAR.....	75
----------------	----

EKLER.....	78
------------	----

ÖZGEÇMİŞ	100
----------------	-----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

f_u	: Tuğla basınç dayanımını
f_d	: Duvar basınç dayanımı
f_{em}	: Duvar basınç emniyet gerilmesi
E_d	: Elastisite modülü
F_{di}	: i 'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
V_t	: Deprem doğrultusunda binaya etkiyen eşdeğer deprem yükü
F_t	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
W_i	: Binanın i 'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
H_i	: Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
$A(t)$	: Spektral İvme Katsayısı
$R_a(t)$	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
I	Bina Önem Katsayısı
δ_x	: Y doğrultusundaki etkin görelî kat ötelemesi
δ_y	: X doğrultusundaki etkin görelî kat ötelemesi
M_p	: Yığma duvar üzerine gelen hesap momenti
M_{rp}	: Yığma duvar moment taşıma kapasitesi
ΣM_r	: Yığma duvar üzerine gelen toplam hesap momenti
ΣM_d	: Yığma duvarın toplam moment taşıma kapasitesi
V_d	: Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_r	: Yığma duvar kesitinin kesme dayanımı
F_T	: Yalın tuğla duvar kırılma yükü

F_B	: Betonarme perde ile güçlendirilmiş duvar kırılma yükü
F_F	: GFRP ile güçlendirilmiş duvar kırılma yükü
$E_{eş1}$	: Betonarme perde ile güçlendirilmiş duvar eşdeğer elastisite modülü
$E_{eş2}$	: GFRP ile güçlendirilmiş duvar eşdeğer elastisite modülü
E_B	: Betonarme perde elastisite modülü
E_T	: Yığma tuğla elastisite modülü
τ_{em}	: Kayma emniyet gerilmesi
$b_{eş1}$	: Betonarme perde ile güçlendirilmiş duvar eşdeğer kesiti
μ	: Sürtünme katsayısı
b_T	: Yığma duvar kesiti
σ	: Gerilme
τ_o	: Kayma gerilmesi
δx	: X doğrultusu yer değiştirme
δy	: Y doğrultusu yer değiştirme
F_x	: X doğrultusu deprem yükü
F_y	: Y doğrultusu deprem yükü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Örnek yığma yapı.....	1
Şekil 1.2. Örnek yığma ahşap yapı.....	3
Şekil 1.3. Örnek yığma taş yapı	6
Şekil 1.4. Örnek yığma tuğla yapı.....	7
Şekil 1.5. Örnek yığma tuğla yapı.....	8
Şekil 5.1. Deprem doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar	33
Şekil 5.2. Planda duvar boyları için sınırlar	35
Şekil 5.3. Planda duvar boşlukları için sınırlar	36
Şekil 6.1. İncelenen yığma yapı	38
Şekil 6.2. İncelenen yığma yapının ön cephe.....	39
Şekil 6.3. İncelenen yığma yapının arka cephe.....	39
Şekil 6.4. Deprem doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar	44
Şekil 6.5. Planda duvar boyları için sınırlar	45
Şekil 6.6. Planda duvar boşlukları için sınırlar	47
Şekil 6.7. Planda duvar boşlukları için sınırlar	49
Şekil 6.8. Mevcut yığma yapı kat planı.....	50
Şekil 6.9. Mevcut yığma yapının duvar yönleri.....	54
Şekil 6.10. Mevcut yığma yapı güçlendirme kat planı.....	60
Şekil 6.11. Mevcut yığma yapı güçlendirilmiş üç boyutlu	60
Şekil 6.12. Mevcut yığma yapının üç boyutlu deplasmanları (G+Q+DEPREM)....	62
Şekil 6.13. Mevcut yığma yapının güçlendirilmiş üç boyutlu deplasmanları (G+Q+DEPREM).....	63
Şekil 6.14. 1 aksı deplasmanları.....	64
Şekil 6.15. 2 aksı deplasmanları.....	65
Şekil 6.16. 3 aksı deplasmanları.....	66
Şekil 6.17. 4 aksı deplasmanları.....	67

Şekil 6.18. 5 aksı deplasmanları.....	68
Şekil 6.19. A aksı deplasmanları.....	69
Şekil 6.20. B aksı deplasmanları.....	70
Şekil 6.21. C aksı deplasmanları.....	71
Şekil 6.22. D aksı deplasmanları.....	72



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 5.1. Duvar malzemesi ve harç sınıfına bağlı olarak duvar basınç emniyet gerilmesi	29
Tablo 5.2. Yığma duvarların basınç emniyet gerilmesi.....	30
Tablo 5.3. Narinlik oranına göre düşey yük emniyet gerilmelerinin azaltılma miktarları	30
Tablo 5.4. Duvarların çatlama emniyet gerilmesi τ_0	32
Tablo 5.5. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları.....	34
Tablo 6.1. İzin verilen en çok kat sayısı	40
Tablo 6.2. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları.....	43
Tablo 6.3. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmeleri.....	43
Tablo 6.4. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları	43
Tablo 6.5. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları	51
Tablo 6.6. Duvarların çatlama emniyet gerilmesi	53
Tablo 6.7. Mevcut yığma yapıda kayma rijitlik merkezinin hesabı	55
Tablo 6.8. Mevcut yığma yapıda duvarlara gelen kesme kuvvetlerinin ve kayma gerilmelerinin hesabı	57

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Yığma yapılarda çatlak düzeyleri	16
Çizelge 3.1. Epoksi harcının mekanik özellikleri	22



ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yığma yapılar, Performans, Güçlendirme, Örnek bir yığma yapı.

Yığma yapıları meydana getiren taş, tuğla gibi malzemelerle, taşıyıcı modeli oluşturan yapılara yığma yapı denir. Ülkemizde daha çok yığma yapılar özellikle kırsal bölgelerde karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel ve tarihi yapılar çoğunlukla yığma yapı olarak inşa edilmiştir. Yığma yapıların tercih edilme sebebi, yerel malzemelerden basitçe inşa edebilmesi ve düşük maliyet olmalarıdır. Bu çeşit yapılar, genellikle yeterli mühendislik bilgisi olması gerekmeyen yönetmeliklere bakılmadan gelişigüzel olarak yapılmaktadır. Süneklikleri düşük olmasının sebebi ise, yığma yapıları meydana getiren tuğla ve harç gibi gevrek malzemelerin kullanılmasıdır. Yığma yapıların, betonarme yapılara oranla, deprem enerjisini tüketebilme kapasiteleri çok düşüktür. Yığma yapıların Türkiye’de sıklıkla kullanılmasından dolayı, yığma yapılardaki hasar biçimlerinin tespit edilip ve gerekli tedbirlerin alınması gereklidir.

Dünyanın pek çok ülkesi ve Türkiye’de, bilhassa kırsal kesimlerde yığma yapıların belirgin olarak kullanılmalarının sebebi, yığma binaların basit yapılabilmeleri, yöresel inşaat malzemelerin değerlendirilmesi, kullanılan malzemelerin ucuz olması, bu yapılarının çok çok eskiden beri yapılıyor olmalarıdır.

Yığma yapılar, günümüzde yapımı yavaş yavaş azalmaktadır. Fakat yığma yapılar hala kullanılmaktadır. Yapı türü olarak karkas taşıyıcı yapılardan farklı olarak, yığma yapıların duvarları taşıyıcıdır.

Bu çalışmada öncelikli olarak mevcut bir yığma yapı ele alınarak, inceleme si yapılmıştır. Daha sonra bu yapının yönetmeliğe göre riskli olup olmadığı konusunda hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda yığma yapının yönetmeliğe göre riskli yapı olduğu karşımıza çıkmaktadır. Riskli çıkan yığma yapıyı güçlendirme yapılarak tekrardan performans analizi yapılmış olup, bu performans analiz sonucunda yapı, artık riskli yapı kapsamına girmemektedir.

PERFORMANCE ANALYSIS OF REINFORCED MASONRY STRUCTURE

SUMMARY

Keywords: Masonry structure, Performance, Strengthening, Example of masonry structure

Stone, bricks and similar materials that form masonry structures are called masonry structures. In our country, more masonry structures are encountered especially in rural areas. Traditional and historical buildings are mostly made of masonry. The reason why masonry structures are preferred is that they can simply build from local materials and they are affordable. These types of structures are usually carried out randomly, irrespective of the directives that do not have sufficient knowledge of engineering. The reason for their low ductility is the use of brittle materials, such as bricks and mortar, that form masonry structures. The capacity of masonry structures to consume earthquake energy compared to reinforced concrete structures is very small. Taken up the form of damage to masonry structures that are frequently used in masonry construction, Turkey and the necessary measures must be provided.

The world's many countries and Turkey in particular rural areas in masonry structures significantly the use of reason can do simple masonry buildings, evaluation of local building materials, cheap being the materials used are not of masonry structures is done very, very long time.

Masonry structures, nowadays construction is gradually decreasing. However, masonry structures are still used. Different from carcass-bearing structures as the building type, the walls of the masonry structures are carriers.

In this study, an existing masonry structure has been examined and the study has been carried out. Afterwards, calculations were made whether the structure was risky or not according to the direction of the directive. As a result of these calculations, the structure of the masonry structure is seen as a risky structure. The performance analysis was performed by reinforcing the risky masonry structure and as a result of this performance analysis, the structure no longer falls within the scope of risky structure.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Yığma Yapılar

Genel olarak yığma bina duvarları, taşıyıcı duvar birimleri ile inşa edilen yapı olarak tanımlanabilir. Yığma binaların taşıyıcı sistem elemanlarını döşemeler, bunların mesnetlendiği hatıllar, taşıyıcı duvarlar ve taşıyıcı duvarların temelleri oluştururlar.

Yığma yapıyı meydana getiren kerpiç, taş, tuğla, harç gibi malzemelerin basınç dayanımı fazla, çekme dayanımı azdır. Bunlar basınç ve çekme tesirinde olduklarında yok denecek kadar deformasyona maruz kalırlar. Zeminde oluşan farklılıklardan veya deprem kuvvetleri sebebiyle meydana gelen çekme gerilmelerini karşılayamazlar (Batur, 2006).



Şekil 1.1. Örnek yığma yapı (<http://www.google.com>)

Duvarlar, yığma yapılarda, ayırıcı ve taşıyıcı fonksiyonuna sahiptir. Yığma yapılarda duvarlar hacimleri meydana getirir ve aynı zamanda yığma yapı fonksiyonu gereği, meydana getirilen iç kısımlarını bölerler.

Yığma yapı duvarlarında, duvarın taşıyıcı olması sebebiyle, duvarlardaki tüm hasar çeşidi, direk taşıyıcı modele etki yaparlar.

1.2. Ahşap Yığma Yapılar (Çanyı Yapılar)

Ahşap yığma, yatayda olacak şekilde üst üste konularak dizilen taşıyıcı ahşap unsurlarla yapılan yapı modelleridir.

Ahşap yığma modellere ahşap çanyı ismi de kullanılmaktadır. Bu model çok eski bir modeldir. Ahşabın kolay ve ucuz olması sebebiyle her yerde kullanılır.

İskandinavya, Rusya, Sibirya, İsviçre, Kanada, ABD'nin kuzeyi, Japonya gibi ülkelerde ahşap yığma yapı tarzları neredeyse aynıdır. Bazılarında bu yapılar belirgin bir gelenek meydana getirmiştir, bazılarında ise yerel ve halk mimarlığı hudutları içinde kullanılması gereken bir teknik olarak kalmıştır. Ülkeler arasında Türkiye 1950'den bu yana ahşap yığma modelini kullanmaktadır.

Ahşap yığma yöntemin en belirgin ve sade şekli, birbirlerinin üzerine oturtulmasıyla yüzeyi hafiften temiz yapılmış ahşap kütüklerden yarım geçmeli olarak oluşturulmaktadır (Can, 1992).

Türkiye'de var olan bir ahşap yığma yapı ele alınmış ve sırayla aşağıdaki prosedürler göze çarpmıştır:

- Hafriyattan sonra, temel inşaatı gerçekleştirilmektedir. Düzenli yüzey üstüne kütük duvarları konulmaktadır.

- Temel üstüne konulacak evvel kütük sırasının temel üstüne ankraj yapması ve nemden muhafaza etmesi nedeniyle alınması gereken tedbirler uygulanmalıdır. Kütük dizileri üst üste eklenirken, dış kapılar ve pencereler de planda belirtilen yerlere konulmaktadır. Pencere ve kapıların kütük duvar ile bağlantı konumlarına, su ve hava deflektörleri konularak izolasyon sağlanmak gerekir (Kanberoğlu, 1997).

Ormanları fazla olan ülkeler sıklıkla ahşap yığma yapılar kullanırlar. Duvarları ağaç gövdelerini üst üste konularak meydana getirirler. Köşelerinde ağaç kesitleri yarım olacak şekilde kesilerek üst üste konulur. Ağaçlardan daha iktisat yapabilmek için ağaç gövdelerinin kalaslar biçiminde kesilmeler yapıp kullanma imkanı doğar.

Yığma ahşap yapılarda, kargir yığma modelde yapılan bodrum kat ya da subasman, kotu üstüne yerleştirilir. Çoğunlukla 2-3 kattan çok yüksek yapılarda uygulanamaz.



Şekil 1.2. Örnek yığma ahşap yapı (<http://www.google.com>)

Memleketimizde, bilhassa Doğu Karadeniz bölgesindeki iklim ve bitki örtüsü sebebiyle yüzyıllardır gelişmiş bir ahşap yapım modeli uygulanmaktadır. Yapı, ahşap hatılların ya da üstün körü düzgün yapılmış kütüklerin köşelerde açılan ve boğaz olarak isimlendiren kertikler aracılığıyla birbirinin üstüne konularak meydana getirilir. Başkaca bu hatıllar sübek adı verilen ağaç çivilerle destek yapılmaktadır.

1.2.1. Yığma ahşap yapılarda taşıyıcı modeller

Ahşap yapıların taşıyıcı yöntem unsurları yük iletimi kabul edilmesinden türlü sınıflara bölünmüştür:

Çatı taşıyıcı unsurlar: Genel olarak beşik ya da oturtma çatı namına yapılan çatılarda, taşıyıcı unsur namına ahşap kirişler, dikmeler ve gergi kullanılmaktadır.

Döşeme-kiriş unsurları: Daimi ve hareketli yükler tesirinde olan döşemenin kaplamaları ikincil kirişlere, ikincil kirişler ise esas kirişlere mesnet yapılmaktadır.

Merdivenler: Geleneksel ahşap yapılarda merdivenlerin değişik uygulamalarına denk gelmek mümkündür. Bu yapılardaki merdivenler, kimi zaman kendileri ayrı bir taşıyıcı yönteme sahip olarak yapılmışlar, kimi zaman da kat kirişlerine mesnet yapılarak yapı taşıyıcı yönteminin bir parçası olmuştur.

Duvarlardaki taşıyıcı unsurlar: Bu unsurlar, kullanılmış ahşap yapı yöntemine binaen, yatayda düzenlenmiş kütük gibi ahşap unsurlar, düşeyde düzenlenmiş dikmeler, yatık düzenlenmiş unsurlar (payandalar, diyagonaller) ve panel duvarlardan yapılmaktadır.

Temeller: Yığma ahşap yapı temelleri çoğunlukla kargir bir zemin kat veya zeminden başlayarak makul yükseklikte oluşan kargir duvarlar yapmaktadır.

Yığma ahşap yapıların temelinde ahşap unsurlar da kullanılmaktadır. Sertliği artıran ve suyun altında çok fazla kalınca taşlaşma hususiyeti oluşan kestane ağacı, bu amaçla temellerde tercih edilmektedir.

1.3. Taş Yığma Yapılar (Kargir)

Taşıyıcı yapı unsurları doğal taş, kumtaşı, tuğla gibi bloklarla tertiplenmiş yığma kargir yapılar, dış tesirlere dayanabilen malzemelerle yapıldığından, bu zamana denk yıkılmadan durabilmiştir. Gevrek malzemelerle yapılan yığma yapılar, yığma kargir yapılardır ve bu yapıların süneklilikleri düşüktür.

Kargir yapılar, doğal taşların üst üste konularak meydana getiren ilk yığma yapılardır. Beşeriyet, en mühim ve gösterişli yapılarını taştan oluşturmuştur. Bunlara Mısır'daki Piramitleri örnek verebiliriz. Piramitlerde ortalama ağırlıkları 2,5 ton olan iki milyon taş kullanılmış ve 20. yüz yıla dek, dünyanın en yüksek yapıları konumunu üstlenmişlerdir.

Geleneksel yığma kargir duvar temellerini meydana getiren taşlar, lüzumlu dayanıma sahip olabilmeleri amacıyla, büyük taşlardan ve yoğun bağlantılar yapılarak oluşturulur. Temellerin ehliyetli olmaması, yığma yapı duvarında oturmalar ve yarıklara sebep olur. Temel inşaaata başlamadan önce zemin düzenlemeleri yapılır, daha sonrası 15-20cm kalınlığında kum serilir ki, bu yapı Anadolu'da geleneksel olarak kullanılır.

Temelin altına konulan kumun, zemin suyunu yapıya ulaştırmaması, beraberinde depremde yer titremlerin önüne geçmesi için de fayda sağlar.



Şekil 1.3. Örnek yığma taş yapı (<http://www.google.com>)

1.3.1. Taş duvar örme şekilleri

- Toprakla örme,
- Sıkıştırma yapılarak kil ile harç olmadan örme,
- Köseli taşlar ile harç olmadan örme,
- Poligonal olarak örme,
- Kesilmiş birimlerle ve kireç harcıyla örme,
- Kesilmiş birimlerle harç olmadan örme.

1.4. Tuğla Yığma Yapılar

Tuğlanın tarihsel olarak varlığı 10.000 yıl hatta 12.000 yıl evveline dek uzanmaktadır. Babil’de, Mısır’da, İspanya’da, Güney Amerika’da, Hindistan’da ve tüm yerlerde kullanılmış olan tuğlalar çamurdan veya kilden meydana gelen ve Güneş’te kurutulan tuğlalardır. Çamur harç ile örülmüş puro biçiminde meydana getirilen tuğlalardır. El ile yapılan tuğlaların kalıba konmaya bırakılmaları MÖ 3000’li yıllara dayanmaktadır. Avrupa’da tuğlanın yapılması, Romalılar döneminde ortaya çıkmaktadır.

Killi toprak ve balçığın, kaolin'in veya bazı yönden bunların içinde bulunduran toprakların karıştırılıp lüzum gördüğünde su, kum, ezilmiş tuğla veya kiremit tozu, kül gibi katkı maddeleriyle harmanlayıp biçimlendirildikten sonra fırına atmasıyla meydana getirilen bir yapı malzemesinin adı tuğladır.

Güneş altında bekletilerek kurutulan kerpiçten meydana gelmiş tuğlalar, yağışa karşı mukavemeti sahip değilken, günümüzde 1000°C'de yakılarak dayanımı yükseltmiştir. Bahsi geçen tuğlaların temel malzemesi kilden oluşmaktadır.

Tuğlayı meydana getiren malzemenin niteliği, tuğlanın örülme biçimi, bağlantı yapan harç ve tuğlanın güzel fırınlanıp fırınlanmadığı, tuğlanın dayanımına tesir eden etkenlerdir.



Şekil 1.4. Örnek yığma tuğla yapı (<http://www.google.com>)

Betonarme yapılar depreme karşı, tuğladan yapılmış yığma yapılara nazaran çok fazla dayanıklıdır. Katman ve kristalli bir yapısı yok olan tuğla ve harçtan meydana gelen yığma yapı unsurlarının, süneklik göstermesi imkansızdır. Bundan dolayı yığma yapı

olarak 1. derece deprem bölgelerinde en fazla iki katlı yapı yapılabilir. Yığma yapılar 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde kat sayıları en fazla üç kat, 4. derece deprem bölgelerinde kat sayıları en fazla dört kat yapılabilir. Şayet istenirse bodrum katta yapılabilir. Tuğla yığma yapıların, sadece konut olarak inşa edilmesi lazımdır. İçinde fazla insan barındıran sağlık evi, cami, okul, işyeri gibi gayeli yapılar olmaması gerekir.

1.5. Kerpiç Yığma Yapılar

Kerpiciin ortaya çıkması ilk insanların yapı malzemesi olarak kullanmalarıyla olmuştur. Kerpici meydana getiren killi toprağın, temel malzemesi saz ve kamıştır. Mezopotamya ve Nil vadilerinde kerpiç, binlerce yıl yapı malzemesi olarak kullanılmıştır.

Harcı oluşturan kum ve çakıl birleşmesini, çimento ve kireç sağlar ama kerpiciin esas birleşimini sağlayan, içinde var olan kildir.



Şekil 1.5. Örnek yığma kerpiç yapı (<http://www.google.com>)

Malzemenin dayanımını yükseltmek amacıyla kerpiç harcının içine kimi katkı maddeler konulmuştur. Bunlar;

- Lifli malzemeler: Bitki sapı, kamış artığı, ot, saman...
- Ağaç türünden malzemeler: Ahşap elyaf, talaş, ağaç dalları, çam iğneleri...
- Mineral ve taş türünden malzemeler: Çakıl, taş, kum veya tuğla kırıntıları, kaya kırıntıları...

Yığma yapıyı oluşturan malzemenin içindeki nemin dışarı atılarak çatlakların önlenmesini sağlayan bitkisel katkılardır. Fakat görünen o ki, bitkilerin çürüyerek yapının bozulmalarına sebep verdiği bilinmektedir. Bu sebeple, yapıda stabiliteyi yükseltmek amacıyla mineral ve taş türünden malzemeleri killi toprağa eklemek daha doğru olur.

Yapılarda kerpiç kullanımının en büyük kazanımı, pahalı olmadığı ve hammaddesinin çok daha basit elde edilip üretilmesidir.

Bununla birlikte daha sağlıklı bir malzemeye sahip olması, duvarların ısıyı toplama yapıp muhafaza etmesi, ses yalıtımına sahip olması, yangına dayanabilirliği, mühim etkenlerdir.

Hava sıcaklığının birdenbire değişim göstermesi, tuz kristalleşmesine sebebiyet olarak malzemenin yapısında değişimleri hızlı bir şekilde meydana getirir. Bu sebeple kerpiç duvarın temelinin çabuk bozulmasına denk gelir. Kerpicein ömrü su değmediği sürece çok uzundur.

1.6. Literatür Çalışmalar

Sallıo (2005), yüksek lisans tezinde ele alınan Buldan Göğüs Hastalıkları Hastanesi'nin 1950'li yıllarda yığma yapı olarak inşa edilmiş olup bu yığma yapının mevcut durumu ile püskürtme beton ile güçlendirilmiş durumunu SAP 2000 programında analiz ederek sonuçları karşılaştırmıştır. Yığma yapının rölevesi çıkartılarak mevcut durumu 1998 Afet Yönetmeliğinin yığma yapılarla ilgili hükümleri esas alınarak değerlendirme yapılmıştır. Yığma yapılarda en zayıf nokta köşe noktalarının olduğunu yerlerde

boşluk bulunmasıdır. Güçlendirilme yaparken de bu zayıf noktalarda güçlendirilmiş duvarların konulması yığma yapının dayanımına olumlu katkısı olduğu görülmüştür. Düzlem dışı kuvvetler karşısında bir nevi döşeme davranışı sergilenmesi ve düzlem dışı deplasmanların azaldığı tespit edilmesi bazı duvarlarda uygulanan 10 cm kalınlığındaki hasır donatılı betonarme güçlendirme kabuğunun uygulanmasından dolayıdır. Püskürtme beton ile güçlendirme yapılan mevcut yığma yapının rijitliğini arttırdığını ve aynı zamanda duvar kesme dayanımlarını yeterli düzeye çıkarması bazı duvarların püskürtme beton uygulaması ile güçlendirilmesi öngörülmüştür.

Batur (2006), lisans bitirme tezinde, yığma yapı elemanlarında meydana gelen gerilmeleri hesap etmesi yığma yapıların depreme karşı gösterdiği reaksiyonlardan yola çıkarak yapmıştır. Yığma yapının modellenmesi seçilen deprem bölgesine göre yapılmış ve belirlenen duvar, döşeme ve hatıl kalınlığına göre bina ağırlığı hesaplanıp binaya gelen deprem yükleri bulunmuştur eşdeğer deprem yükü metoduna göre. Gelen yüklere karşı duvarlarda meydana gelen gerilmeler bulunarak emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılmıştır. Yığma yapı duvarları üzerinde yapılan tahkikler sonucunda modeldeki taşıyıcı duvarda yatay veya düşey yüklerden dolayı meydana gelen gerilmeler emniyet gerilmesinin altında olduğu görülmüştür.

Ediz (2006), yüksek lisans tezinde ele alınan yığma yapı modeli güçlendirme yapmadan önce harman tuğlalar ile örülmüş model tuğla duvarları, güçlendirme yaptıktan sonra kendiliğinden yerleşen beton ve standart beton ile yük altındaki davranışlarını araştırmıştır. Deneysel çalışmaların sonucundaki verilerden değişik serilerde üretilen model tuğla duvarların sonuçları karşılaştırılarak inceleme yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda; yalın duvar numunelerin takviye edilmiş duvar numunelerine göre az daha düşük olan kırılma yüklerinde bile parçalandığı, normal betonun tuğla duvar numunesi ile olan aderansının, kendiliğinden yerleşen betona göre çok daha az olduğu görülmüştür. Ayrıca donatılı kendiliğinden yerleşen betonla takviye edilmiş numuneler ile donatısız kendiliğinden yerleşen betonla takviye edilmiş model tuğla numunelerine göre, yük taşıma kapasiteleri ortalama % 28 oranında, gerilme değerleri % 25 oranında arttığı tespit edilmiştir. Polipropilen liflerinin taşıma ve gerilme kapasitesine çok fazla bir etkisinin olmadığı sonucuna

varılmıştır. Kendiliğinden yerleşen beton ile güçlendirilen hasarsız numunelerin hasarlı numunelere göre ortalama % 6 oranında daha fazla yük taşıma kapasitelerinin olduğu, ortalama % 5 oranında göre daha fazla gerilme kapasitelerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre epoksi malzemesinin, duvar yüzeyinde kendiliğinden yerleşen beton ile aderansını olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Hasarsız numunelerin, hasarlı numunelere göre ortalama % 34 oranında daha fazla deplasmana sahip oldukları tespit edilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda yalın model tuğla duvar numunelerinin çoğunun yükleme eksenini doğrultusunda kırıldığı görülmüştür.

Kuran (2006), yüksek lisans tezinde ele aldığı uç boyutlu tek katlı bir yığma yapıyı bu yığma yapı düşey delikli tuğladan yapılmış olup bu yapıyı sarsma tablasında test ederek önce hasar vermiş, ardından hasarlı yapıyı, dört farklı türde düzenlenen çelik şeritlerle rehabilitasyonunu yaparak tekrar test etmiştir. Deney sonuçlarını kullanarak, çelik şeritlerle rehabilitasyonun; periyot, sönüm oranı, rijitlik, dayanım, sönüm oranı ve enerji tüketimi üzerinde etkileri ortaya konularak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, uygulanan rehabilitasyon tekniği, aynı yatay kuvvetler altında çatlakların gelişimini önemli ölçüde sınırladığı ortaya koymuştur. Diyagonal çelik şeritler rehabilitasyonun hasarlı yığma yapılar için önemi hasarlı yığma yapının kat döşemelerini birbirine bağlanması olduğunu belirtilmiştir. Yığma yapıda devrilme engellenmiş ve yükleme doğrultusunda taşıyıcı duvarlarda kesme çatlaklarının gelişimi engellemiş çelik şerit düzenlemesi sayesinde. Geliştirilen bu güçlendirme tekniği sayesinde hasarlı yığma yapılarda yeterli deprem güvenliği bulunmayan yığma yapıların güçlendirilmesi için de kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Çelik elemanları deney yapısına bağlayan birleşim detaylarının yatay kuvvetleri başarıyla karşıladıklarını yapılan tüm deneylerde görülmüştür. Aynı zamanda düşey çelik şeritler sayesinde dik duvarlardaki çatlakları engellenmesinde ve duvarın düzlem dışı hareketini önemli ölçüde sınırladığı görülmüştür. Son olarak da tüm deney yapılarının sönüm oranının artan yatay kuvvetin artmasıyla beraber arttığı ve yine enerji tüketimlerinin artan kuvvetle beraber arttığı gözlemlenmiştir.

Onar (2007), yüksek lisans tez çalışmasında yığma yapı duvarlarında kullanılan tuğla duvarların CFRP şerit ve dokuma malzemesi kullanarak güçlendirilmesinin duvar

davranışı ve dayanımı üzerindeki etkisini deneysel olarak araştırmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında yığma yapılarda oluşan hasar çeşitleri ve sebepleri incelenerek, güçlendirme kavramı ile yığma yapıların güçlendirme yöntemleri araştırılmıştır. Sonraki aşamada ise tuğla duvarların CFRP şerit ve dokuma malzemesi kullanılarak güçlendirilmesinin duvar davranışı ve dayanımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ele alınan model tuğla duvarlar üzerine bir dizi deneysel çalışma yapılarak oluşturulmuştur. Tuğlandan örülmüş duvarların düzlemi içerisinde, yatay ve düşey yüklerin bileşkesi olan ve bileşenler ile 45° 'lik açı yapan tek eksenli basınç kuvveti ile yüklenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, dokuma CFRP ile yapılan güçlendirmenin en yüksek dayanımı gösterdiği, şerit (lamine) CFRP ile yapılan güçlendirmenin ise tuğla duvar dayanımında önemli ölçüde artış gösterdiği, model duvarların yer değiştirmeleri önemli ölçüde artış göstermiştir.

Ersubaşı (2008), yüksek lisans tez çalışmasında dinamik bir deney düzeneğinde yapılan çalışmalarında yığma yapılarda uygulanabilecek ekonomik yöntemlerin, deprem dayanımına olan katkısını ele almış ve karşılaştırmalar yapmıştır. Dinamik yükleme yapabilmesi için basitleştirilmiş bir sarsma masası yapmıştır. Bu dinamik yükleme masasında deney çalışmalarında, 1/10 ölçeğinde tek odalı bir yapı modeli oluşturmuştur. Yapılan deneyler sonucunda; duvara uygulanan CFRP ile duvarın gerilme yığılması olan bölgelerinin ve köşelerinin sarılması sonucu yapıyı meydana getiren blokların bağlantısı sağlanarak birbirlerine yük aktarma kapasitelerinin arttığı ve yapının düşük olan eğilme ve kesme kuvvetlerine karşı performansını arttırarak daha sünek bir davranış ortaya koyduğunu gözlenmiştir. Diğer bir numunede ise çelik saç levha ile modellendiğini ve duvar yüzeyine ince çelik levha uygulaması denenmiştir. Denemede numune yıkılmadan önce referans numunenin 1.4 katı kadar bir yatay ivmeye maruz kaldığını görmüştür. Yapının eğilme ve kesmeye karşı sünekliğin ve dayanımının artmasını, duvarın içine ve dışına konulacak levhaların belirli aralıklarla duvarın delinmesiyle oluşacak boşluklardan birbirine kaynaklanmasını çelik levha uygulamasından dolayı olduğunu söylemiştir. Model olarak ele alınan yapıyı hasır çelik uygulamasının duvar köşelerinden ve köşe birleşim noktalarında hasır çelik ve üstüne sıva uygulaması modellenmiş ve referans numunenin 1.7 katı kadar bir yatay yüke dayanarak yıkılmıştır. Yapılan güçlendirme

tekniki ile yapıda daha fazla sayıda çatlak daha büyük bir alanda meydana geldiği için yapının enerji tüketme kapasitesinin de arttığı göstermiştir. Sonuçta bu tez çalışmasında, yapılan güçlendirme tekniklerinin en az % 50 lik bir dayanım artışı ortaya koyduğunu belirtilmiştir.



BÖLÜM 2. YIĞMA YAPILARDA HASARLAR

Türkiye'nin iki aktif deprem kuşağı ortasında bulunması sebebiyle, Ülkemizde var olan tüm yapıların, yönetmelik ve hesap kaidelerindeki lüzumlu hassasiyetin gösterilmesi zorunludur. Deprem riskine sahip olan Ülkemizin, DİE araştırma verilerine göre deprem korkusuyla yaşayan nüfusumuz, %95'tir. Daha önceki çalışmalarda ve son 60 yıl içinde 60 binden çok vatandaşımız ölmüştür 23000 kişi yaralanmış ve 400.000'den çok binamız hasara maruz kalarak yok olmuştur. Bunun maddi zayi araştırdığında son on yılda memleketimizin parasal açıdan zayı 20 milyar \$ seviyesindedir.

Türkiye'de büyük ve küçük depremlerin en çok zarar verdiği binalar yığma yapılarıdır. Bu sebeple can kayıplarının çok büyük bir kısmı bu tür yapılarda oluşmaktadır. Parasal açıdan gücü yetersiz olan insanlarımız, yığma yapıları ya yapar ya da yaptırırlar. Bu da genellikle fazla gelişmemiş ve kırsal kesimlerimizde vardır. DİE araştırma verilerine göre İstanbul, Ankara, İzmir, Adana gibi gelişmişlik gösteren büyükşehirlerimizde var olan yığma yapıların bu şehirlerdeki toplam yapı sayısına nispeten %40-45 düzeyindedir. Bu sayıların giderek yükseleceğini farz edilmektedir Türkiye genelinde (www._Spim_netcat).

2.1. Yığma Yapılardaki Hasar Sebepleri ve Şekilleri

Yığma binalarda kullanılan taş, briket, tuğla gibi malzemeler ve bunların bağ seviyeleri, yatay ve düşey derz biçimleri, malzemelerin ve taşıyıcı unsurlarının davranışları, çözümleme ve yapım kaidelerine özen gösterilmelidir. Duvarlar yığma yapılarda taşıyıcı olmasından dolayı, duvarlara gelen bütün hasar, direk taşıyıcı modeline ve bütün yapıya etki etmektedir.

2.2. Yığma Binalarda Belirlenen Hasarların Sebepleri

Yığma yapılarda meydana gelen hasar sebepleri: Duvarları meydana getiren unsurların rastgele üst üste konularak ve bunların güçlü bir harç ile birbirine bağlantı yapmaması durumunda, taşıyıcı konumunda olan duvar zayıf kalmış olur. Aynı zamanda büyük boşluk olarak kapı ve pencere bırakılarak duvar bütünlüğü bozulmaktadır. İç ve dış duvarları birbirine bağlayan beton ya da ahşap, sürekli hatıllar meydana getirmemesi, duvar köşelerin birleşiminde sıradan taşlarla birbirine bağlantı yapılması (Şekil 2.1.), yapı çatısı olarak toprağın döşemesini kaplaması, yapıyı gereğinden fazla ağırlştırılması, yığma yapı duvarlarında farklı malzeme kullanılması; hımış, taş, kerpiç vb. çeşitli malzemelerin kullanılmasıdır (Sorgu, D., 2000).

2.3. Yığma Binalardaki Hasar Şekilleri

Deprem etkisiyle oluşan dış yük yığma yapı temellerinde oluşan oturmalar sebebiyle hasar yaparak, unsurlarında çatlaklar meydana getirir. Meydana gelen çatlağın şekli, yeri ve boyutu yapıyı tesir edecek nitelikte ya da lüzumlu olmayabilir. Çatlağın meydana gelmesinden, meydana geliş biçimi, yeri ve büyüklüğüne nazaran yapıya gerekli müdahale usulü tayin etmektedir. Alt kısımda yığma duvarlarda meydana gelen çatlak genişliğine nazaran hasar halleri Çizelge 2.1.'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Yığma yapılarda çatlak düzeyleri

Çatlak genişliği	Hasar Derecesi	Açıklamalar
0.1'den az	Önemsiz	Yapıya ve kullanıma etkisi yoktur
0.1-0.3 mm	Önemsiz, az	Taşıyıcı sisteme ve yapının kullanımına bir etkisi yoktur
0.3-1.0 mm	Az	Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır.
Buraya kadar olan çatlaklar kılcal çatlaklardır. Çoğu zaman gözden kaçabilir. 1 mm yakın çatlarda duvar kağıtlarında buruşukluklar gözlenebilir.		
Çatlak genişliği	Hasar Derecesi	Açıklamalar
1.0-2.0 mm	Orta	Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır. Bu düzeydeki çatlaklar ve briketleri, pencere kapı lentolarını çatlatabilir. Birkaç metre uzaktan fark edilebilirler. Bu düzeyden daha ileri düzeydeki çatlaklar yapıda oturanları önlem alınması için harekete geçebilir.
2-5 mm	Orta	Taşıyıcı sistemi etkilemeye başlar. Dış duvarlardan içeriye hava akımları duyumsanmaya başlar, pencere ve kapılar sıkışır ve kapanmamaya başlar. Yapının kullanımı eklenmeye başlar.
5.0-15.0 mm	Orta-Ağır	Kapı ve pencereler sıkışabilir. Su ve kanal bağlantıları kırılabilir. Binaya su ve soğuk hava girer. Pencere camları çatlar ve kırılabilir, sıvılar dökülmeye başlar. Tuğla duvarlar parçalanır. Yığma kemerler çökebilir. Bu boyutlardaki çatlaklar kabul edilemez çatlak sınırı oluşturur.
15.0-25.0 mm	Ağır	Ciddi onarım ve güçlendirme gerektirir. Yapının stabilitesi çok büyük bir tehlike altındadır.
25.0mm'den çok	Çok ağır ve çok tehlikeli	Yapıda ağır hasar, ciddi onarım ya da yeniden yapım gerekir

2.4. Yığma Yapılarda Deprem Hasarı ve Seviyeleri

Depremi etkisi yapması yığma yapılarda kuvvet dağılımı olduğundan dolayı kenar duvar çatıdan ve temelden meydana gelen tesirlerin sonucunda kesme kuvvetleriyle zorlanmaktadır. Sonuç olarak yığma yapı duvarında bulunan boşluk, bu boşluklar arasında 45 derecelik yatık çekme çatlakları meydana getirmektedir. Şayet bu yatık çekme çatlaklarında harç direnci tuğla direncinden daha fazlaysa yatık çekme çatlakların tuğlaları da keserek meydana gelir. X-biçiminde yatık çekme çatlakların meydana gelişi sebebi deprem yükünün tersinir bir yük olmasındandır. Duvarlarda

oluşan çatlaklar düşey gerilmeler fazla değilse 90 derece açı olan çatlaklar 45 derece yatık kesme çatlakları meydana gelir. Yığma yapı duvarlarında oluşan çatlakların vaziyeti ve açısı, boşluk miktarına ve vaziyetine nazaran farklılık gösterir.

Yığma yapıların hasar seviyeleri beş etapta gösterilebilir. Yığma yapıların duvarları taşıyıcı konumunda olması sebebiyle burada ele alınacaktır. Başka bir söylemle briket, tuğla ve yığma taş yapı “kutu” davranış gösterirler.

Hasarsız veya Az Hasarlı Yapı: Yığma yapılarda herhangi bir çatlak meydana gelmemiştir veya kılcal kapsamı 1.0 mm’den daha zayıf sıva çatlakları olmuştur. Çatlakların büyüklüğü derinde olmayıp sıva katmanına kadar inmiştir. Böylece bu basit hasarlar sonucunda depremden sonra bu yığma yapılar onarım ve güçlendirmeye gerek yoktur.

Az Hasarlı Yapılar: Yığma yapılarda X-biçimindeki kesme çatlakları meydana gelmiştir. Çatlakların büyüklüğü 1.0-10.0 mm arasında olup ihtimalle duvarın içine kadar gitmektedir. Kesme gerilmeleri taşıma sınırı; takribi 10-20 N/cm²’ dir (Bayülke, N., 1999).

Orta Hasarlı Yığma Yapılar: Yine yığma yapılarda X-biçimindeki kesme çatlakları meydana gelmiştir. Fakat buradaki çatlağın büyüklüğü az hasarlı yapılara nazaran 10-25 mm gibi daha da büyüktür. Yığma yapı duvarında meydana gelen kesme gerilmesinde ulaştığı en yüksek değerine nazaran mühim azalma (%30-40) meydana gelmiştir. Fakat yığma yapı duvarları genel olarak ebatlarında mühim bir farklılık olmamaktadır. Duvar düzlemi dışına nazaran büyük bir deforme meydana gelmemiştir, şakülünden uzaklaşma olmamıştır. Böylece bu durumdaki hasar seviyesi 3.sınıftaki güçlendirme metotları uygulanmaktadır.

Ağır Hasarlı Yığma Yapılar: Yığma yapılarda meydana gelen hasarların çatlakları 25 mm’yi büyük olmasından daha önemli:

- a-Duvarların yerinden oynaması,
- b- Duvar köşelerinin birbirinden ayrılması,

c-Ortaya çıkan kesme kuvvetlerin etkisiyle çatlaklar meydana gelmiş ve bundan dolayı duvarlar zayıflamış, yıkılma seviyesine gelmiş olur ki, yükleri taşıyamaz hale gelmiş olduklarını belirtir ve

d- Bu durumdaki yığma yapının duvarları az yıkılmıştır ve yığma yapı zemini şakilden uzaklaşma miktarı (q/h) $1/50$ 'den büyüktür. Bu yığma yapılarda, hasar seviyesine göre onarım yapılabilir olanlar mutlaka olmuştur. Aynı zamanda bunlar önemli yapı veya acil kullanımına ihtiyaç olması halinde bunlara güçlendirilme metotları uygulanır.

Yıkılmış Yığma Yapılar: Yığma yapı duvarı taşıyıcı olmasından dolayı bu duvarların yıkılması sonucunda döşemelerde de düşmeler meydana gelmiştir. Bu tür yığma yapılarda onarım yapılamaz. Fakat onarım veya güçlendirme ihtiyacı belirlenirken bu tür yığma yapılarda hasar seviyesi ve deprem etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Yığma yapılarda meydana gelen hasar seviyelerine göre 1. ve 2. 'ci seviyesindeki yapıda VI-VII büyüklükteki depremler, 3. ve 4.'ncü seviyesindeki VIII-IX büyüklükteki depremler, 5.'ci seviyesindeki ise IX' dan fazla büyüklüklerde meydana gelmesi beklenen, hasar seviyeleridir. Şayet ortaya çıkan hasar seviyesi, beklenenden daha küçük bir şiddet seviyesinde meydana gelmiş ise güçlendirme, gene kullanılan yığma yapıyı deprem olmadan önceki halinden daha sağlam yapmak lazımdır. Diğer taraftan şayet yığma yapı çok eski ise yıkılıp tekrardan inşa edilmesi daha ekonomik olacaktır. Yığma yapılarda meydana gelmiş hasar seviyeleri belli olurken duvarların taşıyıcı olmasını unutmamak gerekir (Bayülke, N., 1984; Sucuoğlu, H., Tokyay, M., 1992; EC8, 1993; Tuna, M.E., 1993; Bayülke, N., 1999; Demirtaş, R., 2000; Sorguç, D., 2000).

2.5. Yığma Binaların Döşemelerinde Meydan Gelen Hasarlar

Döşemelerin mesnetlerinde meydana gelen eksi moment sebebiyle üst yüzeyde kendini gösteren yığma yapı döşeme çatlaklarıdır. Burulmadan dolayı döşeme kenarları yukarıya kalkma meydana gelmiş olup bu burulmaya sebep ise süreksiz kenarlarda burulma donatısı yerleştirilmemesindendir. Aynı zamanda yığma yapılarda burulma donatısına ihtiyaç olmayan hesap tabloların kullanılmamasından dolayı döşemelerde çatlaklar meydana gelir ve döşemenin mesnetlenme koşullarının beton

imalatlara yansıma yapmaması sebebiyle, mesnetlerde lüzumlu rijitlikte lentoların oluşum yapılmamasından döşemelerde çatlaklar meydana gelir.

2.6. Yığma Binaların Duvarlarında Meydana Gelen Hasarlar

Hasarlar özellikle yığma yapıların zemin katlarında ortaya çıkar. Yığma yapıların duvarları ince ve yüksek ise örnek olarak minare, baca, kule gibi yerlerde daha fazla üst bölümlerinde meydana gelir. Tabi yapı yüksekliğinin $1/3-2/3$ ü oranında hasarlar belirginleşir. Perdeyi duvarın davranışını göstermesini sağlayan duvar düzlemlerine paralel olan kesme kuvvetleridir. Tuğlaları birbirine bağlayan harçtan dolayı dayanım ortaya çıkar. Yığma yapı duvarlarını birbirine bağlayan harcın derzlerinde çatlamlar olursa yapıştırırmayı sağlayan mukavemet yok olur ve bu da harç ile tuğla arasındaki sürtünmeden ötürü taşıma gücü olur. Tuğlaların bir biri üzerinden kaymaya ortaya çıkması, yatay yükün etkisinden dolayıdır. Yığma yapı duvarlarında meydana gelen çatlaklarının büyüklüğünü, duvarı çatlamış yapının taşıma gücü gösterirler. Yığma yapı duvarında kat yüksekliğinin $1/250$ si oranında yer değiştirme meydana gelmiş ise, duvarda çatlamlar meydana gelir. Yığma yapı duvarında kırılmalar başlama sebebi düşey yüküdür ve bunun sonucunda çatlak düşey yönde meydana gelir bu da duvar düzlemine dik yönde ortaya çıkar (Mertol, A., 2002). Yığma yapı duvarların köşelerinde meydana gelen hasar sebepleri;

- Yığma yapı duvarların köşelerine olması gereken tuğlalarda ehliyetli bir örgü uyumu ortaya çıkmamasından,
- Yığma yapı duvarların ölçünlü olmaması ve ölçünlü tuğla harcın kalınlık meydana getirmemesinden,
- Yüksek ve uzun duvarlarda yanal tesirleri az olan, ehliyetsiz bir çatı yöntemine bağlı olmasından,
- Büyük deprem kuvvetlerin kesişen duvarlara denk gelmesinden ötürüdür.

Çatlaklar meydana geldikten sonra daha sonra büyür ve bütün duvarları kapsayacak şekilde yayılır. Böylece duvarlar didinir ve yükü taşıyamaz duruma gelir. Sonunda duvarlar yıkılır ve döşemeler üst üste düşer (Mertol, A., 2002).

BÖLÜM 3. YIĞMA YAPILARIN ONARIM METOTLARI

Yığma yapılarda meydana gelen çatlaklar için farklı metotlar uygulanması için çatlak genişlikleri önemlidir. Gözle görülebilen çatlaklar eğer 1-2 mm' ye denk geliyorsa bu çatlak kılcal çatlak denir. Çatlakların genişlikleri, bilhassa dış hava şartlarına açık taşıyıcı unsurların az zamanda güçlerini kaybetmelerine sebep olmaktadır. Yapılarda meydana gelen çatlakların doldurulmasında; 1-Çimento şerbeti 2- Epoksi reçineleri 3- Çatlaklara özel katkı madde konulmuş harçlar kullanılmaktadır.

3.1. Yığma Yapıda Ufak Çatlakların Onarımı

Meydana gelen çatlak genişliği derinde olmayan ufak çatlaklar olduğu için çatlağın üstündeki sıva sökülür. Sıvası sökülen çatlağın içine kalitesi yüksek olacak şekilde hazırlanan harçlar konulur. Dolgu malzemeleri çatlak onarımında yapılırken basınçlı mı yoksa basınçsız mı diye ayırım yapılır. Onarımında kullanılacak metotların yürütülmesi güçlü, itina gerekecek, hemen olacak iş olmayıp ve ucuz olmayan metotlardır. Yığma yapılarda meydana gelen ufak çatlaklar ve bu çatlaklar derin olmayıp yüzey temizlenmesi yapılır daha sonra gerek görüldüğü yerlere bağ levhalar konulduktan sonra önceden hazırlanmış yüksek dozlu çimento harç konulur. Çatlak büyük olursa donatı da konulabilir ve bu da genişlemesine engel olur. Donatılı destek bantlar düşey ve yatayda olacak şekilde konulur. Bağ unsurları kullanılması çatlak büyüklüğüne göredir. Yığma yapı duvarında çatlak düşeyde duvarın her iki tarafında da meydana gelmiş ise sıvalar ve duvarları oluşturan tuğlalar kaldırılır, yüksek dozlu çimentoyla tuğlaların örmesi tekrardan yapılır. Çatlak tuğla duvarda düşey konumda ise, çatlağın her iki tarafında bir tuğla boyundaki bölük kaldırılarak, tekrardan yüksek dayanımlı harç ile yapılır. “x” biçiminde yatık çekme çatlakları varsa duvarlara güçlendirme yapılır.

3.2. Çimento Şerbetini Kullanarak Onarım

Normal şartlarda kullanılan çimentoyu biraz daha yüksek doz katkı yaparak kullanmak gerekir. Basınç altında çimento şerbetini uygulanabilmesi meydana gelen ufak çatlaklarda yapılır. Tabi bu uygulamalarda dayanımı hızlı ve yüksek portlan çimentosu ile kendiliğinde genleşen harç ve çimento şerbeti kullanmak daha güzel olur. Çatlakların içini doldurulacak kendiliğinde genleşen çimento harcı veya şerbetin genişleyip tüm boşlukları kapsayacak şekilde olması gerekir.

3.3. Çimento Enjeksiyonu Kullanarak Onarım

Çimento enjeksiyonu uygulanacak yığma yapı, duvarın taşıma gücü fazla olmayan moloz taş ile yapılan duvarlara uygulanır. İnce borular yığma yapı duvarın içine yerleştirilerek yapılır. 2-3 cm kalınlığında sıva uygulaması, yapı duvarın iç ve dış yüzeyine uygulama yapılır. Sonraki aşama ise çimento şerbeti enjeksiyonu altlardaki deliklerden harekete geçerek az basınç altında uygulanır. Bu uygulama yan yana dizilmiş borulardan birisine çimento pompalama yapılır ve diğer borularda çimento şerbeti taşımaya kadar devam edilir. Açılan deliklere tek tek kapatma yapılır. Açılan her bir delik mesafe açısından 30 ile 40 cm arasında değişim gösterilir. Açılan bu deliklere durumlarına göre duvar taş ise ona göre, malzeme duvar tuğla ise ona göre malzeme derzi konulması gerekmektedir. Tabi ki seçilecek pompa hortum ucu deliklere konulacak borulara uyum sağlayacak şekilde olması gerekir. Sonuç olarak çimento enjeksiyonu ile onarım yapılan fazla zayıf olan aynı zamanda dirençsiz moloz taş duvarların dayanımının artırıldığı, önceki durumuna nazaran sağlam bir duvar meydana getirdiği görülmüştür. Metot hafif, zaman fazla, çimento pompalama donanımı olması lazımdır. Genleşen ve ilk direnci yüksek olan çimento kullanılmış olmalıdır.

3.4. Epoksi Reçineleri

Sentetik reçineler yapıştırma özellikleri çok iyi olan ve onarım için kullanılan epoksi reçinelerdir. Epoksi reçinelerin çekme gerilmeleri 500-1100 N/m² arasında farklılık göstermektedir. Kopma birim temadileri % 15-50 arasında meydana gelebilmektedir.

Dayanmaları alkaliye, suya, aside karşı fazladır. Özelliklerini kaybetmeleri için çok çok zaman geçmesi lazımdır. Şayet epoksi yapıştırıcısı çatlağın içine konulmuş ise çatlağın meydana getirdiği süreksizlik ortamını sürekli haline çevirir. Duvarda meydana gelen çatlağın her iki tarafı çatlak süresince daimi olarak birbirine tamamlar ve gerilme yığılmalarına karşı çıkar. Kimyasal moleküler yapışmasını sağlayan sentetik reçinelerdir. Epoksi reçinelerin dayanım gücü yüksek ısılara karşı azdır.

Direnci 7000-8000 N/m² arasında değişim gösteren epoksi basınçtır. Çekme direnci de 3000 N/ m² kadar ulaşabilmektedir (Bayülke, N., 1984). Epoksi reçinesi ve harcının mekanik hususiyetleri, alt kısımda Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Epoksi harcının mekanik özellikleri

	Reçine N/m ²	Harç N/m ²
Basınç Dayanımı	6500	7900
Çekme Dayanımı	3400	2900
Basınç Altında Birim Kısalma	0.047	0.022
Basınç Elastisite Modülü	230000	730000
Çekme Altında Birim Uzama	-	0.0039

3.5. Epoksi Reçineleri Kullanarak Onarım

Duvarda meydana gelen çatlak onarımı yapılırken epoksi reçinesi iki şekilde ele alınmaktadır.

- Eğer çatlak 0.2-0.3 mm arasında ise bu çatlağın onarımı epoksi enjeksiyon metodu uygulamak elverişlidir. Viskositesi az olan epoksi reçinesi daimi az basınç altında gösterilmektedir. Bu metotla betonda meydana gelen en ince, kılcal eğilme çatlakları bile örtülmekte ve çatlak seviyesinde çekme kuvveti aktarımı ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde beton ile donatı arasındaki açılmaları doldurularak aderansı (yapışmayı) yükselten epoksi reçineleridir.
- Epoksi harç kullanılarak içine konulmuş, ezilme yapmış, bölünmüş ya da yere düşmüş betonları içine konulmak üzere değerlendirilir. Tabi ki az agrega

kullanarak bu epoksi içine konularak bir çeşit “beton” oluşturulur. Bu da hasar görmüş betonun yerine yeniden yapılmaktadır.

Viskozitesi az olan epoksi enjeksiyonu uygulaması düşük basınç altında uygulanır. Düşük basınç altında uygulanan enjeksiyon uzun müddet durmaktadır. Meydana gelmiş çatlak üzerine belirli mesafelerle borular konulduktan sonra bu çatlağın olduğu yerlere epoksi harcı kullanarak örtülmektedir. Sonraki aşama ise epoksi dolu olan tüpler borulara geçirmektedir. Sonuç olarak tüpte dolu olan epoksinin çatlağın içine girmesi sağlanmaktadır.

3.6. Sıva Kullanarak Onarım

Yüzey ayrışması onarımı daha çok sıvama ile ilgilidir. Fakat çatlakları ağ biçiminde ufak olması durumunda da değerlendirilir. Sıva uzayabilir koşulu sağlanabiliyorsa bu durumda aktif çatlaklar ortaya çıkmıştır. Kimi hallerde bu dahi yeterli olmaz. Böylece cam elyafla kuvvetlendirilmiş bitüm ile emme sağlamış membranlar değerlendirilir sonra kat kat yapıştırılmalar yapılır. Fakat uygulama yapılan membranlar bir tuğla duvarla, bir beton asfalt dalla ya da çakılla sakınması lazımdır. Yırtılmalara ve ondülasyona sebep olan enine yöndeki hareketlerdir (Akman S., 2000).

BÖLÜM 4. YIĞMA YAPILARDA GÜÇLENDİRME METOTLARI

Güçlendirme ve onarma olarak yığma yapılarda, birkaç tür metotlar vardır. Altta yığma yapılarda duvarlarının güçlendirilmesi, temellerin güçlendirilmesi ve yığma yapının hepsinin güçlendirilmesi yüzeysel olarak ele alınmıştır.

4.1. Yığma Yapıda Duvarların Güçlendirilmesi

Yığma yapı duvarında meydana gelen ufak çatlaklara onarım veya güçlendirilme maksadıyla içerisinde donatı konulmuş beton bantlar yığma yapı duvarın iç ve dış yüzüne ilave edilir. Başkaca hasır donatı çatlak meydana gelmiş yığma yapı duvarın iç ve dış yüzüne konulur. Belli mesafelerle delik açılması ve bu delikten iç ve dış yüzeye yerleştirilen donatılar birbirine kaynakla ya da kancalarla bağlantı yapılır. Yığma yapı duvarında hasar meydana gelen kesimler ayrılarak ve tekrardan örülerek onarılır. Duvarda var olan iri çatlaklar kelepçelerle tamir harçlarıyla onarım yapılır. Başkaca bir yol ise duvarda var olan pencereler ufalayarak duvar güçlendirilmesi sağlanır ve bu da duvarın dayanımı yükseltir. Duvarlarda hasar meydana gelmiş ise hasarın olduğu kesimlere ankraj çubukları, çimento harçları, çelik ankraj değerlendirilir.

Meydana gelen çatlaklar yığma yapı duvarında içte ve dışta “x” biçiminde oluşmuşsa;

- Destek bantları içten ve dıştan uygulamak,
- Her iki yüzeye destek bantları içten ve dıştan uygulamak,
- Destek bantlarının içten ve dıştan veya her iki yüzeydeki desteklerin irtibatının gerçekleştirilmesi en mütenasip yoldur (Mertol, A., 2002).

- 1) Perde ya da kolon türünde oluşturabilmesi düşey destek bantlarıyla sağlanır. Güçlendirilmede kullanılan hasır çelik donatısı ya da normal betonarme donatısıdır. Donatı ile bağlayan yığma yapı duvarıdır duvarların güçlendirilmesinde. Bağlantının gerçekleşmesi gergi donatıları bulonların sıkılmasıyla meydana gelir. Kesme çatlakları duvarda meydana gelmesin diye yığma yapı duvarlarında pencere ve kapı boşlukları arasındaki bölmelerde yatayda olacak şekilde delikler açılarak bulonların her iki ucundan sıkılması ile öngerme sağlar ya da çelik profille bu bölümlerde çerçeve yapılır. Çerçevenin içi değişim yapılabilir. Yatık çekme gerilmelerinin bir bölümün taşınması gergi demirleri tarafından sağlanır. Düşeyde germe verilmesi ve yatayda gerilme verilmesi gergi demirleri tarafından sağlanır. Gerilmenin oluşabilmesi için ankraj betonu sertleştikten sonra uygulanır. İçinde 40Ø adet donatıdan az olmayacak şekilde ankraj betonu oluşturulur.

Duvar köşesinde bazı kısımlar yıkılarak tuğlalar geçmeli olarak yeniden örülür. Bazı durumlarda betonarme kolon konularak güçlendirme yapılabilir. Eski hatıl ve yeni duvarın kaynaşmasını sağlamak için duvarı üst başına yeni bir hatıl yapılır. Eski hatıla 20-25 cm kala duvar yapımı bitirilir, kalıp yapılarak donatı konulur ve beton harç konulur. Duvar temelinde donatı ankrajı için yeterli derinlikte açılan çukurların donatı betonla ankre edilir. Temelden gelen donatıların ucuna dış açılarak somunların sıkıştırılmasıyla düşey gerilme verilebilir

- 2) Yığma yapı duvarında köşe yırtılması: Yığma yapılarda iyi irtibat gerçekleştirilmemiş ise, yatay duvar hatılları yetersizse, yatay yükten köşe açılmalarına sık rastlanır. Köşeler yıkılır ve yeniden örülür. Köşelerde düşey olarak betonarme kolon teşkil edilerek takviye yapılabilir. Duvar köşesindeki bazı kısımlar yıkılarak tuğlalar geçmeli olarak yeniden örülür. Bazı durumlarda betonarme kolon konularak güçlendirme yapılabilir. Kolon donatıları duvar üst hatıla ve temel hatılına ankre edilir. Köşe hasarında donatıların geçeceği delikler açılır, buralara her iki duvarı birbirine bağlayacak donatılar konularak iki duvar birbirine bağlanır.

- 3) Meydana gelen hasar büyüklüğüne göre değerlendirme yapılır. Eğer tekrardan duvar inşa edilmesi lüzumlu ise yığma yapıdaki döşemeler ve hatıllar destek verilerek yeniden duvarlar inşa edilir ve hatıllar yapılır.
- 4) İçten ve dıştan betonarme çerçeve tipin uygulanması yığma yapının tümünün güçlendirilmesi gerektiğinde yapılır.
- 5) Yüksek dozajlı çimento harcı ya da beton uygulanması yığma yapı duvarlarda düşey yüklerden büyümeler ortaya çıkmışsa duvarın bir yanı kalıp gibi yapılarak öteki yüz tekrardan kaplanır.
- 6) Yığma yapı duvarların kesme kapasitesinin yükseltilmesi kimi pencere ya da kapıyı yok edilerek elde edilir (Kumbasar, N., Eren, İ., İlki, A., 2003).

4.2. Yığma Yapılarda Temellerin Güçlendirilmesi

Mevcut yığma yapı temeli ile yeni yapılacak kısımlar beraber olacak şekilde temel güçlendirilmesi yapılmalı ve mevcut unsurlarda yeni unsura yük aktarma sağlanmalıdır. Yığma yapı temellerinde, var olan temel hatılına ek destek temeli değişik konstrüksiyonlar sağlanır Mevcut temel hatıl yükleri subasman hatılın altında yapılan duvar beraberinde destek temel yapılması ve bu destek temelinde yük aktarım sağlanması yapılır. İşten ve dıştan yeni büyütme hatıllar yapılması yığma yapı duvar altı temeldir.

4.3. Yığma Yapının Bütünün Güçlendirilmesi

Binaya dıştan güçlendirme yapılacak ise yığma yapının tümünü çerçeve düzenin içine alacak şekilde hapsedilir. Yatayda olan yükler çerçeve düzenine denk gelecek biçimde ayarlanması ve temellerin ise yeni haline nazaran hesap etmek lazımdır. Bu çeşit uygulamalar yapmak, ancak 1 ve 2 katlı yığma yapılarda ortaya konulur. Güçlendirme yapılabilmesi için yığma yapıya dıştan takviye payanda duvarlar yapılması gerekir. Dıştan bütünün güçlendirilmesi sağlanabilir. Yatay kuvvetlerin hepsini karşılayacak şekilde çerçeve yapılması lazım. Yığma yapının düşey ve yatay yüklerini oluşturulan betonarme çerçeve yapıya aktarım sağlanmalıdır. Böylece ek kiriş, temel ve kolon tekrardan projesi yapılır. Başkaca dıştan destek olacak biçiminde payanda duvarı uygulanabilir ya da istinat duvarı uygulanabilir, konturforlu mesnetler uygulanabilir.

Şimdi yığma yapı duvarı tek taraf ya da çift taraf olması gereken kalınlıkta güçlendirme yapılacak ise donatılı beton ile kaplayacak şekilde gerçekleştirilir. Deliklerin olması gereken mesafelerle açılması, yığma yapı duvarın yüzeyinde olur ve açılan deliklerin içerisine filiz donatıları konulup bu donatıları ya epoksi ile ya da beton enjeksiyonu ile yapıştırma yapılır. Böylece kullanılan donatılar ve ilave eklenecek donatılarla beraber var olan yığma yapı duvarına ankre yapılır (Mertol, A., 2002).



BÖLÜM 5. DEPREM YÖNETMELİĞİNDE YIĞMA BİNA

Yığma yapılarda duvarlar taşıyıcı görevini görürler. Temellerin meydana gelmesinde, taşıyıcı duvarlarla beraber döşemelerin hatıllara mesnetlendiğinden dolayıdır yani bu da yığma binaların taşıyıcı model unsurlarıdır. Yığma yapıda duvarında var olan yatay hatlı kirişlerine mesnetli olan plak döşemelerdir. Tabii sadece plak döşeme kullanılmaz bazen dişli döşeme de kullanılır. Çok önceden yapılan yığma binalarda döşeme olarak içinde çelik profillerin de var olduğu görülmüştür. Yığma yapı duvarı inşa edilirken fazla türden malzeme kullanılırsa bile döşemeden gelen dikey ve yatay tesirleri karşılanması ve sonunda bu tesirleri temelle aktarması gerekir. Yığma yapıların tüm katlarında var olan taşıyıcı duvarların, düşeyde devamlı olması gerekir çünkü taşıyıcı duvarların düşeyde devamlı ise tesirlerin olumsuz hal ortaya çıkmadan doğrudan temele geçiştirmesi önemlidir. Deprem olmasında ortaya çıkan yükler yığma yapılar için çok önemli bir etki yaratır. Bu yüklerde yığma yapı duvarın kendini sakınması için duvarda hatlı olması gerekir ve bu hatıllar döşeme plaklarıyla bağlantı olması lazım. Tabi yığma yapılar için hatıllar önemlidir fakat çok hatlı olmasındansa uygun mesafelerle hatlı var olması bir avantajdır. Deprem Yönetmeliği'nde yığma binaların inşa edilmesinde tabi olması kaideler gösterilmiştir. Güçlendirilmenin yapılabilmesi için yığma yapının deprem yükleri altında yapıyı meydana getiren temel, döşeme ve duvarlarda bir yeterliğin olmaması gerekir (Z. Celep 2016).

5.1. Genel Kurallar

Yığma yapı tasarlarken Deprem Yönetmeliği'ndeki bazı kaideler ve sınırlandırmalar kapsamaktadır. Esas olarak Deprem Yönetmeliği çelik yapılar ve betonarme yapılar için hazırlanmıştır. Deprem Yönetmeliği'nde yığma yapıların kat adedi ile beraber taşıyıcı konumunda olacak duvar kalınlığı, duvarlar bırakılacak pencere ve kapı boşluğu ile beraber ebat ve konumları belirtilmiştir. Aynı zamanda taşıyıcı konumunda olan duvar mesnet yapılmamış uzunluğunu da belirtilmiştir ve duvar üstüne konulacak lento ve hatlı ebatları içermektedir.

Deprem bölgelerinde tasarlanacak yığma binanın kat sayıları bölgelerine göre sınırlandırma yapılmıştır; deprem bölgesi 1 ise 2 kat, deprem bölgesi 2-3 ise 3 kat, deprem bölgesi 4 ise 4 kat olarak verilmiştir. Tüm deprem bölgelerinde bodrum kata ve birinci katın alanının %25 i aşmayacak şekilde çatı kata da müsaade çıkmaktadır. Simetri yığma yapılar için çok önemlidir bundan dolayı planda taşıyıcı duvar simetri olacak şekilde tasarlanır. Yığma yapı tasarlanırken taşıyıcı duvarların her katta üst üste gelmesi gerekir. Sebebi ise duvarlara gelen yüklerin direk zemine iletilmesidir. Yığma yapıda kat yüksekliği sınır olarak 3.0 metreyi geçmeyecek şekilde belirtilmiştir tabi bu her kat için verilmiştir. Yığma yapıda kısmı bodrum inşa edilmemesi önerilir çünkü yığma yapının genel davranışını olumsuz tesir yapacaktır (Z. Celep 2016).

Tablo 5.1. Duvar malzemesi ve harç sınıfına bağlı olarak duvar basınç emniyet gerilmesi

Duvar malzemesi ortalama serbest basınç dayanımı (MPa)	Duvarda kullanılan harç sınıfı (MPa)				
	A (15)	B (11)	C (5)	D (2)	E (0.5)
25	1.8	1.4	1.2	1.0	0.8
16	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7
11	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

5.2. Düşey ve Deprem Yüğü Altında Duvar Gerilmeleri

Düşey hareketli yükler ve deprem yükleri yığma yapı duvarında kayma ve normal gerilmelerin oluşumuna sebep olur. Yığma yapı tasarımında yönetmeliğin belirlenmiş olduğu minimum kaideler nispetinde, tasarlanmış yapıya deprem yükü verilerek analiz yapılması ile daha doğru yol almış olur. Bu analiz neticesinde ulaşacak gerilmelerin öngörülen limit gerilmeleri daha büyük olmaması arzulanır. Betonarme yapı tasarımında kullanılan toplam eşdeğer yükü yani taban kesme kuvveti hesabı katlara pay edilmesi kat ağırlıkları ve temel yüksekliği hangi oranda yapılmış ise aynı oran yığma yapı tasarımında da uygulanır. Yığma yapılarda spektrum katsayısı $S = 2.5$ olacak şekilde belirtilmiştir aynı zamanda deprem yükü düşürme katsayısı $R_a = 2.0$ olacak şekilde tahmin edilmiştir (Z. Celep 2016).

Tablo 5.2. Yığma duvarların basınç emniyet gerilmesi

Duvar kargir birim cinsi ve harç	Duvar basınç emniyet gerilmesi f _{cm} (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 35 den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	1.0
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı %35- 45 arasında, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 45 den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.5
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.8
Taş (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.3
Gazbeton (tutkal ile)	0.6
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.8

Tablo 5.3. Narinlik oranına göre düşey yük emniyet gerilmelerinin azaltılma miktarları

h / t	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Azaltma katsayısı	1.00	0.95	0.89	0.84	0.78	0.73	0.67	0.62	0.56	0.51

5.2.1. Normal gerilmeler

Yığma yapı duvarında olan pencere ve kapı boşlukları en kesitleri kadar düşürülmüş olan düşey yükler, duvar en kesit alanına bölünerek ulaşan şey normal gerilmedir. Elde edilen gerilmenin duvar türüne nazaran müsaade edilen basınç gerilmesinden küçük olması lazım.

Yığma yapı duvarlarında gerçekleşecek basınç emniyet gerilmesi müsaade edilen büyüklükte olması gerekir. Bu değer basınç dayanım deneyinde elde edilmiş olup duvar dayanımının 0.25 olarak kabul edilmiştir. Duvar basınç emniyet gerilmesini etkileyen unsurlar mevcut olup bunlar yığma yapı duvarında kullanılacak malzeme cinsi ve harcın sınıfıdır. Eğer yığma yapıda serbest basınç dayanımı 0.50'si fd duvar basınç dayanımının 0.25'i f_{cm} duvar basınç emniyet gerilmesi elde edilmiş ve kabul edilecek ise duvar parçası deneyi yapılmıştır.

5.2.2. Kayma gerilmeleri

Çok katlı olmayan binaların duvarında depremten dolayı kayma gerilmesi meydana gelir. Yapılarda meydana gelen kat kesme kuvveti eğer kayma rijitlik merkezinden oluşması halinde kuvvet dağılımları orantılı bir şekilde dağıtılır. Şayet yapılarda kat kesme kuvveti ile kayma rijitlik merkezi aynı merkezliğe sahip değilse ilave olarak kayma gerilmesi meydana gelip katlarda burulma momenti sebep olur. Kayma gerilme hesaplama yapılırken yığma yapılarda boş olmayan duvar parçalarının kayma rijitliği “ $k A/ h$ ” şeklinde hesap yapılabilir. “Burada A dolu duvar parçasının yatay en kesit alanı, h dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanıdır. k duvarın plan en kesit biçimine bağlı bir katsayıdır. Duvarın en kesiti dikdörtgen ise $k = 1.0$, duvarın uç elemanı varsa, duvarın ucunda duvara dik doğrultuda dış veya duvar varsa $k = 1.2$ alınır. Bir duvar kayma rijitliği kullanılarak yapının kayma rijitlik merkezi hesaplanır. Duvarlara gelen kesme kuvveti, planda simetri merkezi ile kayma rijitlik merkezinin ara mesafesinden oluşan kat burulma momenti de gözönüne alınarak, binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda gerilme hesabı yapılır.” (Z. Celep 2016).

“Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda oluşan kayma gerilmesi hesaplanır ve $\tau_{em} = \tau + \mu \sigma$ olarak verilen duvar kayma emniyet gerilmesi ile karşılaştırılır. Bu denklemde τ_{em} kayma emniyet gerilmesi, τ_0 duvar çatlama emniyet gerilmesi, $\mu = 0.5$ sürtünme katsayısı ve σ duvar normal gerilmesidir. Duvarın kargir birim cinsine göre duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 Tablo 5.4.’de verilmiştir. Duvarlarda kullanılan kargir birimlerinin Elastisite Modülü $E_d = 200 \text{ fd}$ olarak verilmiştir.” (Z. Celep 2016).

Tablo 5.4. Duvarların çatlama emniyet gerilmesi τ_0

Duvar kargir birim cinsi ve harç	Duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 35 den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.25
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 45 den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.12
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.15
Taş (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.10
Gazbeton (tutkal ile)	0.15
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.20

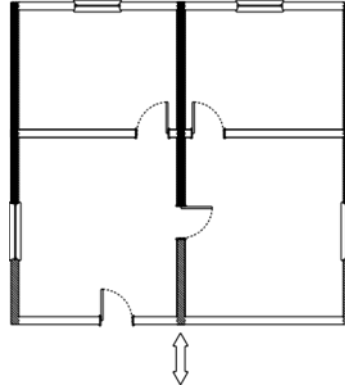
5.3. Taşıyıcı Duvarlar

5.3.1. Taşıyıcı duvar malzemesi

Yığma yapı inşa edilirken malzeme seçimi taşıyıcı duvar için önemlidir yani kargir, doğal taş, tuğlalar veya blok tuğlalar bunlar standartlara uygun olacak şekilde seçim yapılır. Aynı zamanda dolu beton briket seçimi de yapılır ve bunlar, yönetmelikte izin verilen oranlarda kullanılır. Bodrum kat ve zemin kat inşaatı yığma yapılarda malzeme seçimi olarak doğal taştır, yalnızca doğal taş taşıyıcı duvarlar bodrum ve zeminde katta değerlendirilebilir. Bodrum kat inşaatı yığma yapılarda malzeme seçimi betondur, yalnızca beton taşıyıcı duvarlar bodrum katta değerlendirilebilir.

5.3.2. Duvar malzemesinin dayanımı

Varsayılan basınç dayanımı en düşük 5MPa denk gelecek şekildedir, bu değer ortaya çıkan yer duvar blokların oluşturduğu taşıyıcı duvarlardır. Verilen basınç dayanımı en düşük 10MPa'dır tabi ki bu değer doğal taşlardan yapılan bodrum duvarlarıdır. Yığma yapıda bodrum kat inşa edilirken malzeme olarak beton duvar tercih edilecekse bu betonun niteliği en az C16 olmalıdır. "Taşıyıcı duvarlarda çimento takviyeli kireç harcı (çimento/kireç/kum hacimsel oran = 1/2/9) veya çimento harcı (çimento/kum hacimsel oranı = 1/4)." (Z. Celep 2016).



Şekil 5.1. Deprem doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar.

5.4. Taşıyıcı Duvarların Kalınlık ve Toplam Uzunluğu

Tablo 5.5.'te verilen kalınlıklar taşıyıcı duvarların sıva olmadan kalınlıklarıdır. Taşıyıcı duvarlar deprem için önemlidir çünkü bu duvarlar deprem kuvvetlerini karşılar ve yığma yapıda kayma gerilmesi ile denge meydana gelir. “Yeterli miktarda taşıyıcı duvarın sağlanması için, planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları sayılmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranı $l_d / A \geq 0.2$ I m/ m² den daha az olmaması öngörülmüştür. Burada I Bina Önem Katsayısıdır.” (Z. Celep 2016).

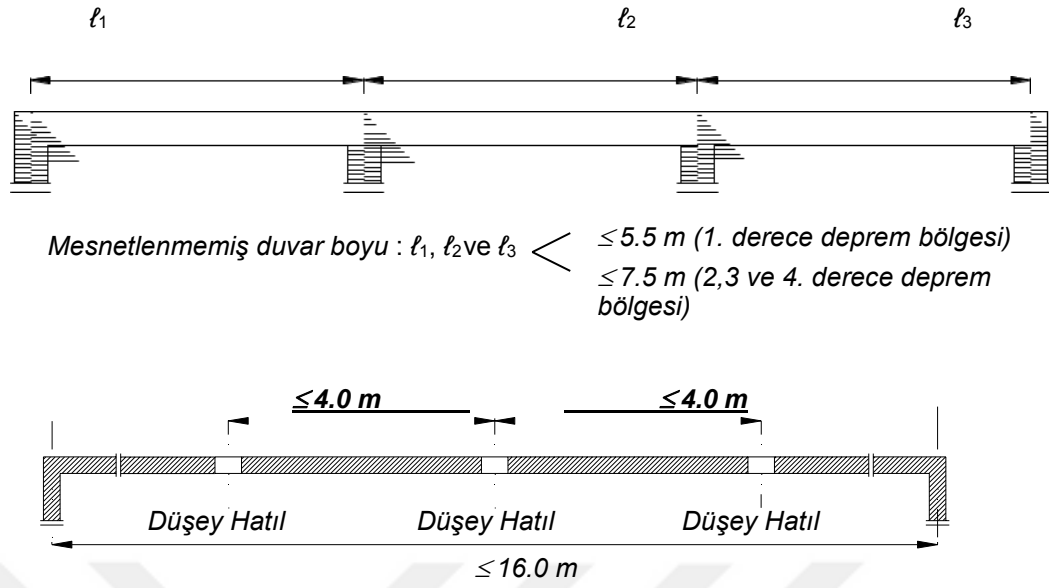
Tablo 5.5. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları

<i>Deprem bölgesi</i>	<i>İzin verilen Katlar</i>	<i>Doğal taş (mm)</i>	<i>Beton (mm)</i>	<i>Tuğla (Kalınlık)*</i>	<i>Diğerleri (mm)</i>
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat Zemin kat	500	250	1	200
		500	-	1	200
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1	200
	Birinci kat	-	-	1	200
2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1.5	300
	Birinci kat	-	-	1	200
	İkinci kat	-	-	1	200
4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1.5	300
	Birinci kat	-	-	1.5	300
	İkinci kat	-	-	1	200
	Üçüncü kat	-	-	1	200

¹ Tuğla kalınlığı 190 mm ve 1.5 tuğla kalınlığı 290mm'dir

5.4.1. Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu

Yığma yapıda duvar tasarımı yapılırken duvar uzunluğu planda üst sınırlar var sayılmıştır bunun sebebi ise taşıyıcı duvarların düzlem dışı dayanımlarının sağlanması ve duvar konum değiştirmesidir. “Herhangi bir taşıyıcı duvarın, planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan mesnetlenmemiş uzunluğu, birinci derece deprem bölgesinde 5.5m ’yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.0m ’yi geçmemesi öngörülmüştür. Bu koşulun sağlanmaması durumunda, bina köşelerinde ve planda eksenden eksene aralıkları 4.0m ’yi geçmemek üzere kat yüksekliğince betonarme düşey hatıllar yerleştirilmesi şart koşulmuştur. Ancak bu tür duvarların da mesnetlenmemiş uzunluğu 16.0m’den fazla olmaması öngörülmüştür.” (Z. Celep 2016).



Şekil 5.2. Planda duvar boyları için sınırlar

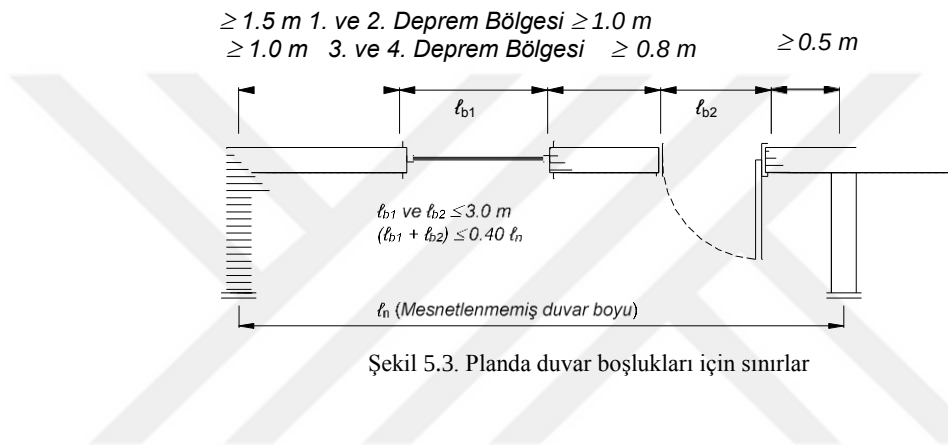
5.4.2. Taşıyıcı duvar boşlukları

Yığma yapı duvarları tasarlarken mümkün mertebede duvarda boşluk bırakmamak gerekir çünkü bu boşluklar duvarda yatay ve düşey yüklerin karşılanmasında olumlu tesir meydana getirmez. Bilhassa rijitliğin en fazla olduğu yer bina köşeleri olup burada gerilme yığılmalarının olduğu kısımlardır. Yığma yapı duvarında kapı ve pencereden dolayı boşluk oluşur, bu boşluk ile yapı köşesi arasında kalan dolu duvar uzunluğu deprem bölgelerine göre farklılık gösterir. Bu farklılık duvar plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5m 'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0m 'den büyük olması var sayılmıştır. Yığma yapı duvarında pencere ve kapı boşlukları ortasında var olan dolu duvar plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0m 'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.8m 'den büyük olması lazım (Şekil 5.3.).

Yığma yapı duvarında kapı ve pencereden dolayı boşluklar meydana gelir, eğer bu boşluklara betonarme düşey hatıllar yapılacaksa yapıda dolu duvar parçasının uzunluğunun 1/5 ü oranında hatıl uzunluğu düşürülebilir. Yığma yapıda birbirini dik olarak kesen duvarların ara kesitine en yakın olan pencere veya kapı boşluğu ile duvarların ara kesiti ortasında kalacak dolu duvar plandaki uzunluğu, 0.5m 'den büyük olması lazım. Betonarme düşey hatıllar boşluklarda var ise dolu duvar parçası 0.5m

'den büyük olması şart değildir. Yığma yapı duvarda kapı ve pencereden dolayı boşluk oluşur ve bu boşluğun plandaki uzunluğu 3.0m 'den küçük olması şarttır.

Yığma yapılarda desteklenmemiş duvarlar mevcuttur, kapı ve pencere boşlukların toplam uzunluğu bu desteklenmemiş duvar toplam uzunluğunun % 40'ından çok olması gerekir. Betonarme düşey hatıllar boşluklarda var ise, yığma yapıyı olumlu tesir edecek hatılın en fazla boşluk uzunluğu ve en fazla boşluk oranı % 20 yükseltilebilir (Z. Celep 2016).



5.5. Lentolar, Hatıllar ve Döşemeler

Lentolar oluşan duvar boşluklarının düşürülmesi üzere ve hatıllar da duvarların kendi içindeki bütünleşmenin elde edilmesi üzere önemlidir. Yığma yapı duvarlarının kısımlarını birbirine bağlanmasını sağlayan hatıllardır. Boşta kalan lento uzunluğu ne kadar ise kapı ve pencere üstüne konulan lentolar ve bu lentoların duvar uçlarına denk gelen kısımlarının uzunluğu o boş kalan lento uzunluğunun % 15'inden ve 0.20m 'den düşük olmaması gerekir.

Betonarme yatay hatıl elde edilmesi döşeme ve merdiven sahanlıkları taşıyıcı duvarlar denk gelecek şekilde konulur ve betonarme döşeme ile beraber döküme yapılır. Duvar kalınlığı ne kadar ise yatay hatıl kalınlığı da o kadar ve yüksekliği ise en düşük 0.20m olması gerekir. Yığma yapıda hatıl yapılırken beton niteliği en düşük C16 olması gerekir, hatıl yapılacak duvar taştan yapılmış ise içlerine en düşük üçü altta, üçü üstte 6φ10, eğer hatıl yapılacak duvar öteki malzemelerden yapılmış ise en düşük 4φ10

boyuna donatı ile beraberinde en fazla 0.25m mesafe ile $\phi 8$ 'lik etriye koymak gerekir. Uzunlamasına donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği elde edilecek şekilde eklenecektir.

Yığma yapıda merdiven sahanlıkları ve moloz taş duvarlarda döşeme haricinde düşeyde eksenden eksene mesafelikleri 1.5m'yi aşmayan alakalı kaidelere tabi olan betonarme hatıl gerçekleştirmesi var sayılmıştır (Z. Celep 2016).

5.6. Taşıyıcı Olmayan Bölme Duvarları

Yığma yapıda duvar kalınlıkları yanı taşıyıcı olmayan sadece ayırım görevi gören duvar kalınlığı en düşük tuğlanın yarısı ya da tuğla değilse duvar malzeme kalınlığı 10cm olması lazımdır. Bahsedilen ayırım duvarlar yapılırken uçları taşıyıcı duvara denk gelecek şekilde bağlanarak yapılacaktır. Döşemenin alt kısmı ile ayırım duvarların üst kısmı arasında en düşük 0.1cm boşluk yer verilecektir, tabi bu yaparken depremden dolayı duvarın devrilmemesi için tedbirler almak gerekir. Korkuluk yapılırken terasta malzeme olarak yığma duvar malzemesi ile inşa edilirken bu duvarın yüksekliği en fazla 60cm olması gerekir (Z. Celep 2016).

BÖLÜM 6. ÖRNEK BİR YIĞMA YAPININ İNCELEMESİ

6.1. Mevcut Yığma Yapının Deprem Açısından İncelenmesi

6.1.1. Yapının özellikleri

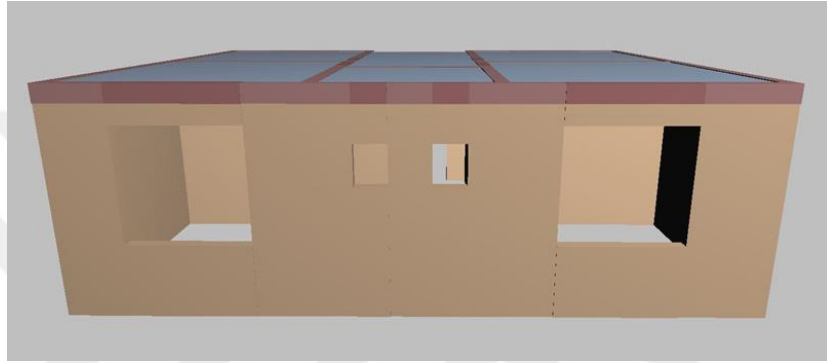
Bu bölümde örnek yığma yapı incelenerek, yığma yapıyı meydana getiren malzeme özellikleri yapay veya doğal olup bunlar yapının taşıyıcı modeli ile beraber taşıyıcı duvarları meydana getirmiştir. İncelenen yığma yapının analizi yapılarak ve bu bahiste yürürlükte bulunan alakalı standart ve yönetmeliklerle tabi olmasıyla incelenecektir.



Şekil 6.1. İncelenen yığma yapı



Şekil 6.2. İncelenen yığma yapının ön cephe



Şekil 6.3. İncelenen yığma yapının arka cephe

6.1.2. Mevcut yığma yapının bilgileri

Röleve: Yapının mimari ve statik projesi mevcut olmayıp, yerinde yapının taşıyıcı sistem ve mimari rölevesi alınmıştır. Mevcut binanın taşıyıcı model unsurlarının kapasitelerinin belli etmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirmesinde kullanılacak unsur ayrıntıları ve boyutları, yerinde yapılan röleve çalışmasıyla belirlenmiş ve röleve çizimleri ile eklerde sunulmuştur. Yapı x yönünde 840 cm, y yönünde 750 cm olarak belirlenmiştir. Yapı taş temel üzerine yapılmıştır.

Bina bilgisi: İnceleme yapılan parselde bulunan yapı zemin kat olarak belirlenmiştir. Zemin kat yüksekliği 275 cm dir. Duvar kalınlıkları 15 cm kalınlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Duvar malzemesi boşluklu biriket yapı malzemesi kullanılmıştır. Zemin kattan oluşan yapıda düşey yığma yapı elemanları gözlemlenmemiş fakat yatay yapı elemanları mevcut olup fotoğraflarda gösterilmiştir. Yapının yatay elemanlar ise 15*20 cm ölçülerinde belirlenmiştir.

Yapı yol seviyesinden aşağıda kalmış olduğu ölçümler sonucunda belirlenmiş olup yapı 80 cm taş temel üzerine yapıldığı gözlenmiştir. Yapı ise yol seviyesinden 60 cm aşağıda durduğu ölçülmüştür.

Sadece zemin kattan oluşan yapı bütünlüğünü korumakta olduğu görülmekte ve fotoğraflarla gösterilmektedir. Yapı bütünlüğü olmasına rağmen yapının duvarlarında çatlaklar gözlenmiştir. Yapının duvar kalınlıkları ve yapı boşlukları yığma yapı kurallarına uymadığı belirlenmiştir.

6.1.3. Binanın taşıyıcı sisteminin yığma binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları açısından değerlendirilmesi

“5.2.1 – Bölüm 2’ye göre $S(T1) = 2.5$ ve $R_a(T1) = 2.0$ alınarak belirlenen deprem yüklerinin bina duvarlarında oluşturduğu kayma gerilmeleri hesaplanacak ve izin verilen sınır değerleri aşmaması sağlanacaktır. Bu tür hesap kerpiç binalarda yapılmayacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Deprem yüklerinin bina duvarlarında oluşturduğu kayma gerilmeleri hesabı yapılmış olup yığma yapı gerilme açısından uygundur.

“5.2.2 – 5.6.2’de belirtilen durum dışında yığma binalar için yapımına izin verilen kat sayıları deprem bölgelerine göre Tablo 6.1’de verilmiştir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Tablo 6.1. İzin verilen en çok kat sayısı

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

Yığma binalar için yapımına izin verilen kat adedi Tablo 6.1.’de 1. derece deprem bölgelerinde en çok bodrum+2 kat olarak sınırlanmıştır. Binamız 1 katlı olduğun için uygundur.

“5.2.3 – Tablo 6.1’de verilen en çok kat sayıları zemin kat ile üstündeki tam katların toplamıdır. Bu katlara ek olarak yapılacak çatı katının alanı, temeldeki bina brüt alanının %25’inden büyük olamaz. Kat alanı, bina brüt temel alanının %25’inden büyük olan çatı katı tam kat sayılır. Ayrıca tek bir bodrum kat yapılabilir. Birden çok bodrum katı yapılmışsa Tablo 6.1’de verilen en çok kat sayısı bir kat azaltılacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalar bütün deprem bölgelerinde, bodrum katı sayılmaksızın, en çok bir katlı yapılabilir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

İnceleme yapılan bina da, çatı katı olmadığından yapımız uygundur.

“5.2.4 – Yığma binalarda her bir katın yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne en çok 3.0 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda tek katın yüksekliği 2.70 m’den, eğer yapılmış ise bodrum kat yüksekliği 2.40 m’den daha çok olamaz.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Yönetmeliğin, bu maddesi gereği incelediğimiz binanın kat yüksekliği ortalama (2.75 m olduğundan) uygundur.

“5.2.5 – Yığma binaların taşıyıcı duvarları planda olabildiğince düzenli ve ana eksenlere göre simetrik ya da simetriğe yakın biçimde düzenlenecektir. Kısmi bodrum yapılmasından kaçınılacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Yönetmeliğin, bu maddesi gereği hazırladığımız kat planında da gözüktüğü gibi duvarların düzeni ve simetrikliği açısından uygundur.

“5.2.6 – Tüm taşıyıcı duvarlar planda kesinlikle üst üste gelecektir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Taşıyıcı duvarların üst üste gelmesi açısından, ekteki kat planlarında görüldüğü gibi, bina uygundur.

6.1.4. Yığma duvar gerilmelerinin hesabı

Yönetmeliğin bu maddesi, yığma binaların taşıyıcı duvarlarda meydana gelecek düşey deprem yüklerinin tesiri altında, meydana gelecek basınç ve kayma gerilmelerinin, duvarın cinsine göre üst sınırları aşıp aşmadığının kontrolüdür.

Staticad-yığma programı ile yapılan hesap sonucu bina duvar gerilmeleri açısından uygun değildir.

6.1.5. Taşıyıcı duvar malzemesi

“5.4.1.1 – Taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimler kullanılabilir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Taşıyıcı duvar olarak yönetmeliğin uygun bulduğu duvar boyutları, malzemeleri ve özellikleri ile birlikte değerlendirilmiş ve hesaba girilmiştir.

6.1.6. Duvar malzemesi dayanımları

“5.4.2.1 – Duvar yapımında kullanılan doğal ve yapay kargir birimlerin ve bunları bağlayan harçların dayanım ve diğer özellikleri aşağıdaki gibi olacaktır. Bu koşullar kerpiç için geçerli değildir. Kerpiç sadece kerpiç binalarda kullanılabilir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Duvar malzemelerinin basınç dayanımları, yönetmeliğin bu maddesine uygun olarak alınmıştır.

6.1.7. İzin verilen en küçük taşıyıcı duvar kalınlıkları

“Taşıyıcı duvarların, sıva kalınlığı sayılmaksızın, en küçük kalınlıkları yığma binanın kat sayısına bağlı olarak Tablo 6.2’de verilmektedir. Bodrum kat yapılmamış ise zemin kat ve üstündeki katlar için Tablo 6.2’de verilen en küçük duvar kalınlıkları geçerlidir. 5.2.3’e göre izin verilen ek çatı katında bir alttaki kat için verilen duvar kalınlığı geçerlidir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

İzin verilen en küçük duvar kalınlıkları tablo 6.2’de verilmiştir. Buna göre, incelenen binanın taşıyıcı duvarlarındaki zemin katta duvarları 15cm, kalınlık mevcuttur. Yapı kritik kat duvarlar açısından uygun değildir.

Tablo 6.2. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları

Deprem Bölgesi	İzin Verilen Katlar	Doğal Taş (mm)	Beton (mm)	Tuğla ve Gazbeton	Diğerleri (mm)
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1	200
	Zemin kat	500	-	1	200
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1	200
	Birinci kat	-	-	1	200
2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1.5	300
	Birinci kat	-	-	1	200
	İkinci kat	-	-	1	200
4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1.5	300
	Birinci kat	-	-	1.5	300
	İkinci kat	-	-	1	200
	Üçüncü kat	-	-	1	200

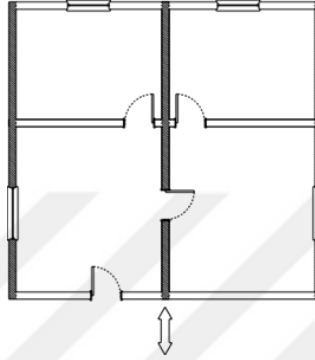
6.1.8. Taşıyıcı duvarlarda toplam uzunluk sınırı

“Planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları sayılmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranı (0.2 I) m/m²’den daha az olmayacaktır (Şekil 6.4). Burada I, Bölüm 2’de tanımlanan Bina Önem Katsayısı’dır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Taşıyıcı duvarın(boşluksuz)toplam uzunluğu / brüt kat alanı $> 0,2 * I$ (bina önem katsayısı) olmalı.

X Doğrultusu için $17.60 / 62.20 = 0,282 > 0,2$ olduğundan uygundur.

Y Doğrultusu için $28.00 / 62.20 = 0,450 > 0,2$ olduğundan uygundur.



Deprem doğrultusu

Şekil 6.4. Deprem doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar.

$$\ell_d / A \geq 0.2I \text{ m/m}^2$$

ℓ_d : Taralı alan uzunluğu (m)

A : Brüt kat alanı (m²)

I : Bina önem katsayısı

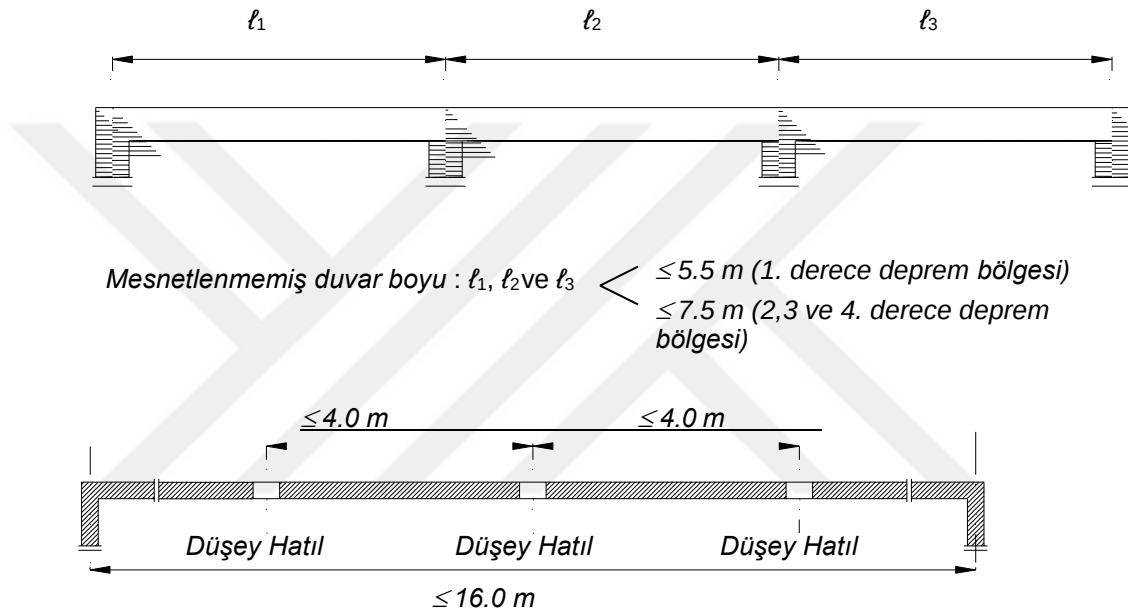
6.1.9. Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu

“5.4.5.1 – Herhangi bir taşıyıcı duvarın planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan desteklenmemiş uzunluğu birinci derece deprem bölgesinde en çok 5.5 m, diğer deprem bölgelerinde en çok 7.5 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda desteklenmemiş duvar uzunluğu en fazla 4.5 m olacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Dolayısıyla binamız duvar eksenleri arasında kalan desteklenmemiş uzunluğu 3.55 m olduğu için bu kurala uygundur.

“5.4.5.2 – 5.4.5.1’de belirtilen en büyük desteklenmemiş duvar boyu koşulunun sağlanamaması durumunda bina köşelerinde ve söz konusu duvarda planda eksenden eksene aralıkları 4.0 m.’yi geçmeyen betonarme düşey hatıllar yapılacaktır. Ancak bu tür düşey hatıllarla desteklenen duvarların toplam uzunluğu 16.0 m’yi geçemez (Şekil 6.5).” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Dolayısıyla binamız bu kurala göre uygundur.



Şekil 6.5. Planda duvar boyları için sınırlar

6.1.10. Taşıyıcı duvar boşlukları

“5.4.6.1 – Bina köşesine en yakın pencere ya da kapı ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.50 m’den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0 m’den az olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktar en az 1.0 m’dir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Bina köşelerindeki dolu duvar parçasının uzunluğu, 80 cm olduğundan uygun değildir.

“5.4.6.2 – Bina köşeleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m’den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.80 m’den az olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktar en az 1.0 m’dir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Binada pencere ve kapı boşlukları arasındaki dolu duvar 50 oluşundan kuralına uygun değildir.

“5.4.6.3 – Pencere ve kapı boşluklarının her iki kenarında 5.5.3’e göre betonarme düşey hatıllar yapılırsa 5.4.6.1 ve 5.4.6.2’de verilen en az dolu duvar parçası uzunluğu koşulları %20 azaltılabilir. Kerpiç duvarlı binalarda pencere ve kapı boşluklarının her iki kenarına ikişer adet 0.10m×0.10m kesitinde ahşap dikmeler konulmuş ise iki boşluk arasındaki dolu duvar parçası 0.80 m olabilir. Bu ahşap dikmeler pencere alt ve üst ahşap hatıllarına bağlanacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Pencere ve kapı boşluklarında düşey hatıl olmadığı için, bu maddenin kontrolüne gerek yoktur.

“5.4.6.4 – Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere ya da kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m’den az olamaz. Boşlukların her iki kenarında 5.5.3’e göre kat yüksekliğince betonarme düşey hatıl varsa dolu duvar parçası 0.50 m’den az olabilir” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Kontrolüne yaptığımız bina için 5 cm olduğu için uygun değildir.

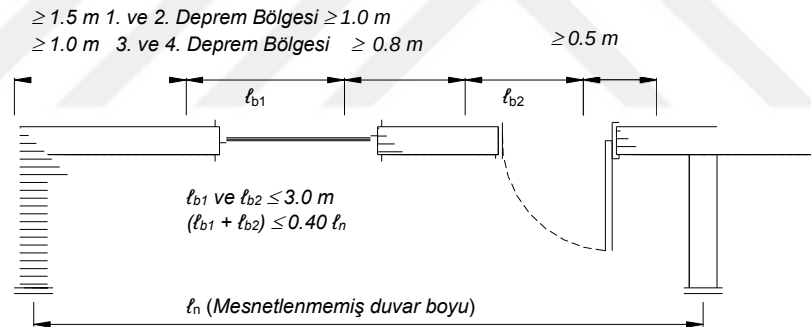
“5.4.6.5 – Her bir kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğu 3.0 m’den daha büyük olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda kapı boşlukları yatayda 1.0 m’den, düşeyde 1.90 m’den; pencere boşlukları yatayda 0.90 m’den, düşeyde 1.20 m’den daha büyük olamaz.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

İnceleme yaptığımız bina için uygundur.

“5.4.6.6 – Herhangi bir duvarın 5.4.5’de tanımlanmış desteklenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı desteklenmemiş duvar uzunluğunun %40’ından fazla olmayacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

Kapı ve pencere boşluklarının toplamı, bulunduğu duvarda, düşey hatılsız ise %40’ından, düşey hatıllı ise %48 den fazla olamaz kuralına uygun değildir.

“5.4.6.7 – Pencere ya da kapı boşluklarının her iki kenarında 5.5.3’e göre kat yüksekliğince betonarme düşey hatıllar yapılırsa 5.4.6.5’te tanımlanan en büyük boşluk uzunluğu ve 5.4.6.6’da tanımlanan en büyük boşluk oranı %20 artırılabilir. Bu koşul kerpiç duvarlı binalar için geçerli değildir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).



Şekil 6.6. Planda duvar boşlukları için sınırlar

6.1.11. Yatay hatıllar

5.5.2.1 – Merdiven sahanlıkları da dahil olmak üzere her bir döşemenin taşıyıcı duvarlara oturduğu yerde betonarme döşeme ile birlikte (monolitik olarak) dökülmüş aşağıdaki koşulları sağlayan betonarme yatay hatıllar yapılacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

“(a) Yatay hatıllar taşıyıcı duvar genişliğine eşit genişlikte ve en az 200 mm yükseklikte olacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

“(b) Hatılarda beton kalitesi en az C16 olacak, içlerine taş duvarlarda en az üçü altta, üçü üstte 6Ø10, diğer malzemeden taşıyıcı duvarlarda ise en az 4Ø10 boyuna donatı ile birlikte en çok 250 mm ara ile Ø8 ‘lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği sağlayacak biçimde bindirilecektir.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

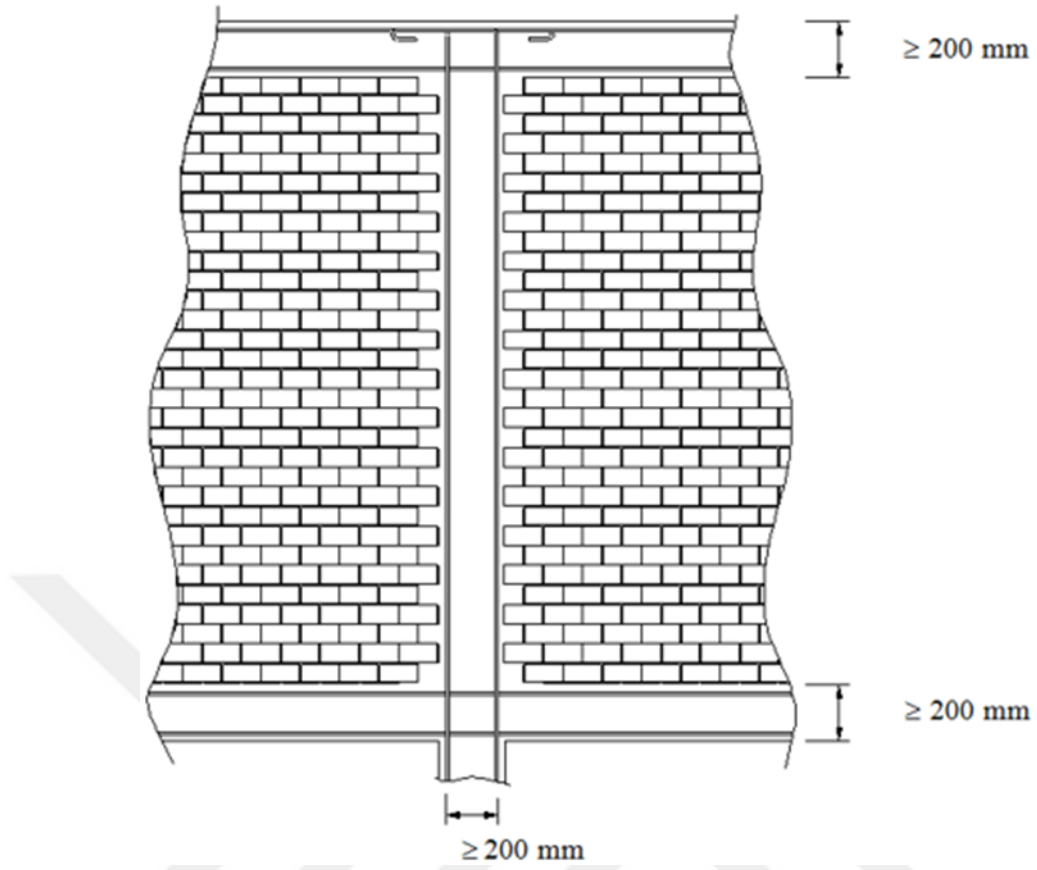
İncelediğimiz yapıda kritik katta yatay yapı elemanı 15*20 cm ölçülerinde kullanılmıştır. Yatay hatıl kurallarına uygundur.

6.1.12. Düşey hatıllar

“5.5.3.1 – Yığma binaların deprem dayanımlarının artırılması için bina köşelerinde, taşıyıcı duvarların düşey ara kesitlerinde, kapı ve pencere boşluklarının her iki yanında kat yüksekliğince uzanan betonarme düşey hatıllar yapılması uygundur.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

“5.5.3.2 – Düşey hatıllar, her iki yandan gelen taşıyıcı duvarların örülmesinden sonra duvarlara paralel olarak konulacak kalıpların arasındaki bölümün donatılarak betonlanması ile yapılacaktır (Şekil 6.7).” (Deprem Yönetmeliği 2007).

“5.5.3.3 – Bina köşelerinde ve taşıyıcı duvarların ara kesitlerinde düşey hatılların en kesit boyutları kesişen duvarların kalınlıklarına eşit olacaktır. Pencere ve kapı boşluklarının her iki yanına yapılacak düşey hatılarda ise hatılın duvara dik en kesit boyutu duvar kalınlığından, diğer en kesit boyutu ise 200 mm ‘den az olmayacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

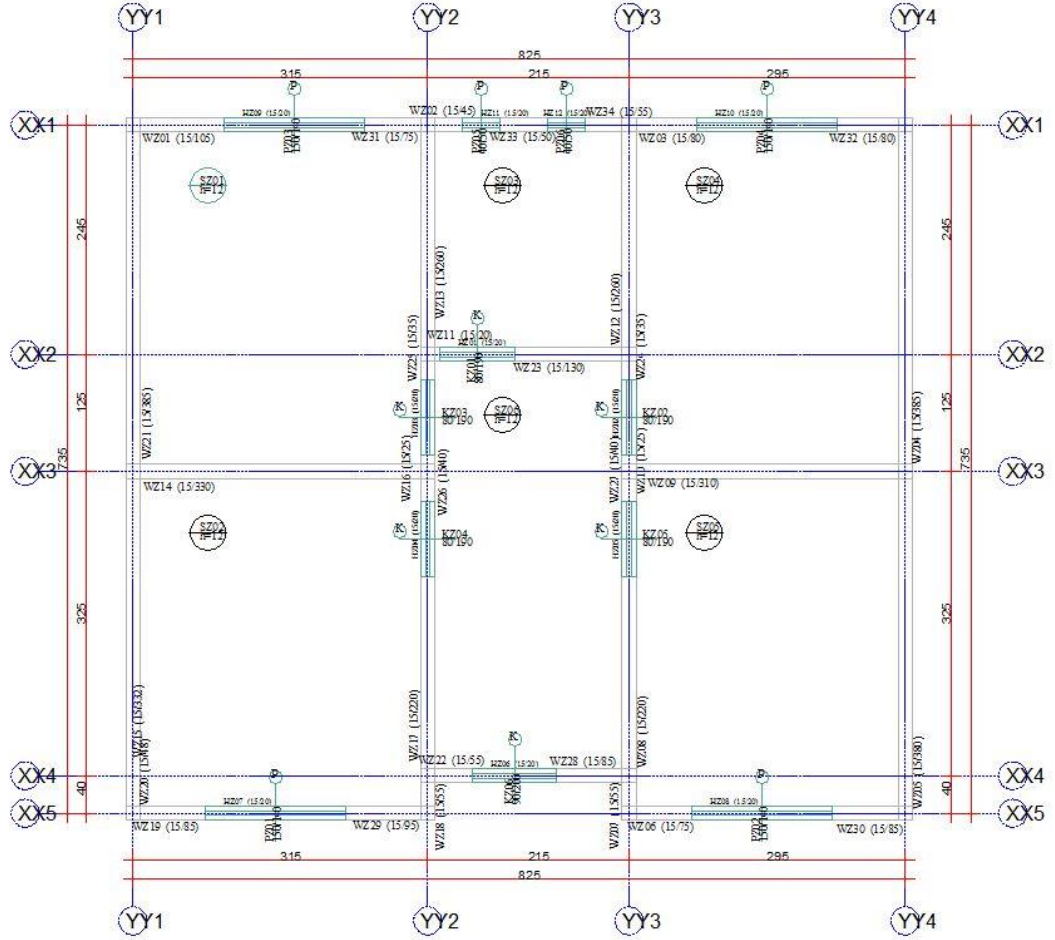


Şekil 6.7. Planda duvar boşlukları için sınırlar

İncelediğimiz yapıda düşey hatıllar olmadığı için tahkikin yapılmasına gerek yoktur.

6.2. Mevcut Yığma Yapının Elle Hesabı

6.2.1. İki doğrultuda duvar boylarının kontrolü



Şekil 6.8. Mevcut yığma yapı kat planı

X Doğrultusu için $17,60 / 63,00 = 0,279 > 0,20$ olduğundan uygundur.

Y Doğrultusu için $28,00 / 63,00 = 0,444 > 0,20$ olduğundan uygundur.

6.2.2. Düşey gerilmelerin hesabi ve kontrolü

Basınç emniyet gerilmesi:

Düşey delikli blok tuğla (delik oranı $< 35\%$ çimento takviyeli kireç harcı ile örülen duvar)

$f_{em} = 1,0 \text{ MPa}$ (Tablo 6.3)

Tablo 6.3. Serbest basınç dayanımı bilinmeyen duvarların basınç emniyet gerilmeleri

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

Duvar narinliği ile azaltma:

$$h/t = 2,75/0,15 = 18,33$$

Azaltma katsayısı = 0,67 (Tablo 6.4)

Tablo 6.4. Narinlik oranına göre emniyet gerilmeleri için azaltma katsayıları

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

Azaltılmış basınç emniyet gerilmesi

$$f_{em} = 0,67 \times 1,0 = 0,67 \text{ MPa}$$

Değerlendirme için kullanılacak basınç emniyet gerilmesi

$$f_{em,d} = 0,90 \times f_{em} = 0,90 \times 0,67 = 0,603 \text{ MPa}$$

Tablo 6.5. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

G+nQ durumunda düşey gerilmeler:

Kat ağırlıkları:

Toplam duvar ağırlığı (Boşluklu briket yoğunluğu:1200 kgf/m³)

Toplam duvar ağırlığı : $45,60 \cdot 0,15 \cdot 2,75 \cdot 11,77 = 221,39 \text{ kN}$

Toplam döşeme ağırlığı : $7,50 \cdot 8,40 \cdot 0,12 \cdot 24,52 = 185,37 \text{ kN}$

Çatı ağırlığı (1,50 Kn/m²)

Toplam çatı ağırlığı : $7,50 \cdot 8,40 \cdot 1,50 = 94,50 \text{ kN}$

Hareketli çatı ağırlığı (1,50 kN/m²)

Toplam hareketli çatı ağırlığı : $7,50 \cdot 8,40 \cdot 1,50 = 94,50 \text{ kN}$

Toplam ağırlık :

$$W_{\text{Toplam}} = G+Q$$

$$W_{\text{Toplam}} = 221,39 + 185,37 + 94,50 + 94,50 = 595,76 \text{ kN}$$

Düşey gerilme

$$A_w = \Sigma L \cdot t = (17,60 + 28,00) \cdot 0,15 = 6,84 \text{ m}^2$$

$$\sigma = W / A_w = 595,76 / 6,84 = 0,087 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,087 \text{ MPa} < f_{\text{cm,d}} = 0,603 \text{ MPa} \text{ olduğundan uygundur.}$$

6.2.3. Kesme gerilmelerin hesabi ve kontrolü

Depremden oluşan taban kesme kuvveti (I=1,0)

$$V_b = A_0 \cdot I \cdot W \cdot S(T_1) / R_a = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 595,76 \cdot 2,5 / 2,0 = 297,880 \text{ kN}$$

Duvarın kayma gerilmesi

$$\tau_o = 0,10$$

Tablo 6.6. Duvarların çatlama emniyet gerilmesi

Duvar kargir birim cinsi ve harç	Duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 35 den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.25
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 45 den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.12
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.15
Taş (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0.10
Gazbeton (tutkal ile)	0.15
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0.20

$$\tau = \tau_0 + \mu \cdot \sigma$$

“Bu denklemde τ_{em} = duvar kayma emniyet gerilmesi (MPa), τ_0 = duvar çatlama emniyet gerilmesi (MPa), μ = sürtünme katsayısı (0.5 olarak alınabilir), σ ise 5.3.1 uyarınca hesaplanmış duvar düşey gerilmesidir (MPa). Duvarda kullanılan kargir birim cinsine göre duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 değeri Tablo 6.5.’den alınacaktır.” (Deprem Yönetmeliği 2007).

$$\mu = 0,5$$

$$\tau_{em} = \tau_0 + \mu \cdot \sigma = 0,10 + 0,5 \cdot 0,087 = 0,1435 \text{ MPa}$$

Değerlendirme için kullanılacak kayma emniyet gerilmesi

$$\tau_{em,d} = 0,90 \cdot \tau_{em} = 0,90 \cdot 0,1435 = 0,129 \text{ MPa}$$

Rijitlik merkez hesabı

$$x_c = \sum(x_i k_{y,i}) / \sum(k_{y,i}) = 6,094 / 1,462 = 4,168 \text{ m}$$

$$y_c = \sum(y_i k_{x,i}) / \sum(k_{x,i}) = 3,103 / 0,813 = 3,817 \text{ m}$$

$$k_{x,i} = A_{x,i} / h_i \quad (\text{i'inci duvar için}) \quad x \text{ yönündeki kesme rijitliği}$$

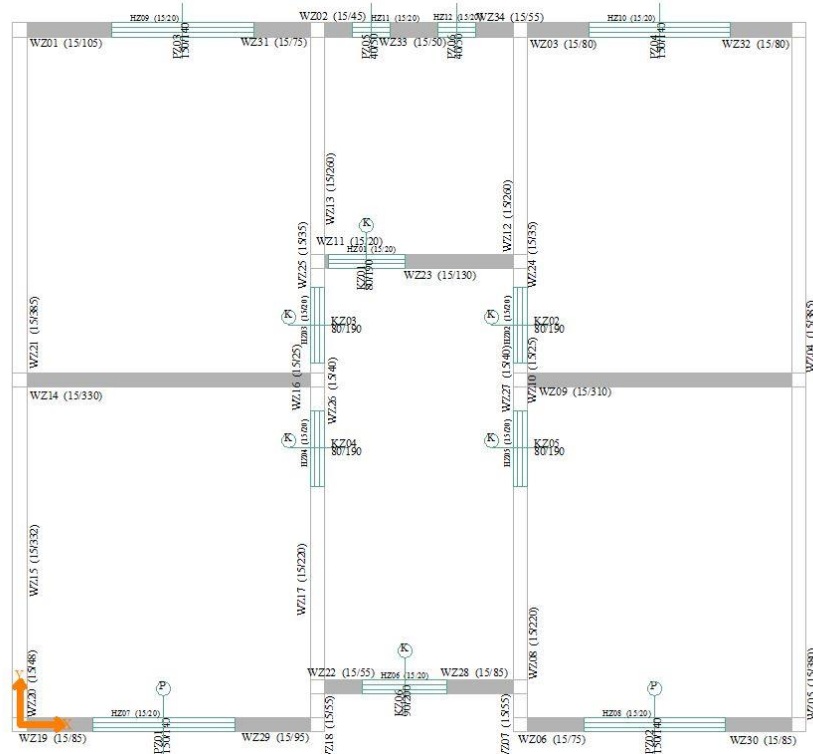
$$k_{y,i} = A_{y,i} / h_i \quad (\text{i'inci duvar için}) \quad y \text{ yönündeki kesme rijitliği}$$

A_i : duvar alanı

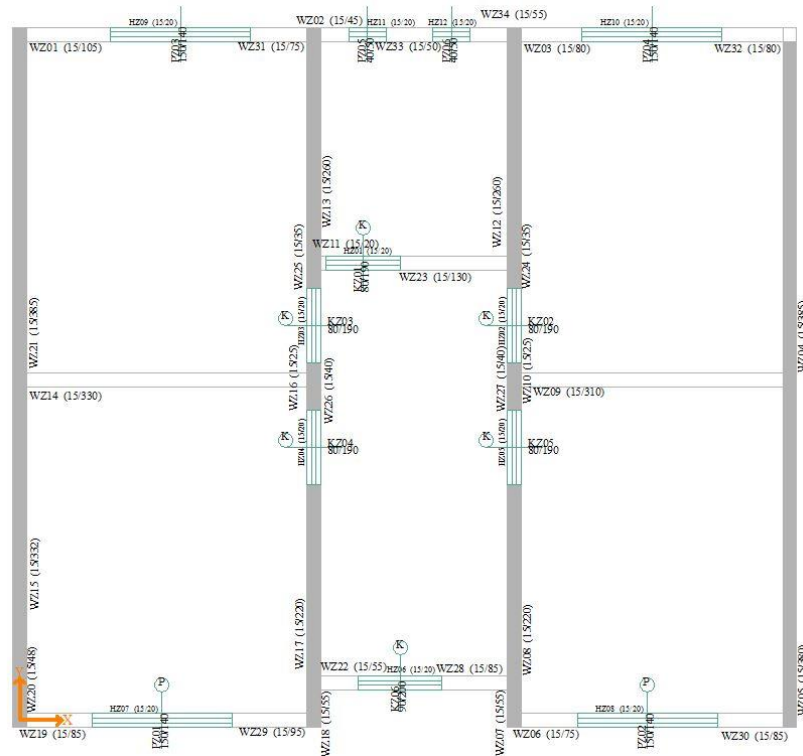
h_i : duvar yüksekliği

x_i, y_i : duvar merkezinin koordinatları

a) X yönü



b) Y yönü



Şekil 6.9. Mevcut yığma yapının duvar yönleri

Tablo 6.7. Mevcut yığma yapıda kayma rijitlik merkezinin hesabı

a) X yönü

Duvar	Boy(m)	Kalınlık(m)	Yükseklik(m)	Alan(m2)	x(m)	y(m)	k _x	y _{kx}
WZ19	0.700	0.150	2.750	0.105	0.425	0.000	0.038	0.000
WZ29	0.800	0.150	2.750	0.120	2.675	0.000	0.044	0.000
WZ22	0.400	0.150	2.750	0.060	3.350	0.400	0.022	0.009
WZ28	0.700	0.150	2.750	0.105	4.875	0.400	0.038	0.015
WZ06	0.600	0.150	2.750	0.090	5.675	0.000	0.033	0.000
WZ30	0.700	0.150	2.750	0.105	7.825	0.000	0.038	0.000
WZ14	3.000	0.150	2.750	0.450	1.575	3.650	0.164	0.597
WZ09	2.800	0.150	2.750	0.420	6.775	3.650	0.153	0.557
WZ11	0.050	0.150	2.750	0.008	3.250	4.900	0.003	0.013
WZ23	1.150	0.150	2.750	0.173	4.650	4.900	0.063	0.307
WZ01	0.900	0.150	2.750	0.135	0.975	7.350	0.049	0.361
WZ31	0.600	0.150	2.750	0.090	2.775	7.350	0.033	0.241
WZ02	0.300	0.150	2.750	0.045	3.375	7.350	0.016	0.120
WZ33	0.500	0.150	2.750	0.075	4.175	7.350	0.027	0.200
WZ34	0.400	0.150	2.750	0.060	5.025	7.350	0.022	0.160
WZ03	0.650	0.150	2.750	0.098	5.700	7.350	0.035	0.261
WZ32	0.650	0.150	2.750	0.098	7.850	7.350	0.035	0.261
							0.813	3.103

Duvar	Boy(m)	Kalınlık(m)	Yükseklik(m)	Alan(m2)	x(m)	y(m)	k _x	$\bar{x}$ (m)	$\bar{y}$ (m)	$\bar{y}2k_x$
WZ19	0.700	0.150	2.750	0.105	0.425	0.000	0.038	-3.775	-3.750	0.537
WZ29	0.800	0.150	2.750	0.120	2.675	0.000	0.044	-1.525	-3.750	0.614
WZ22	0.400	0.150	2.750	0.060	3.350	0.400	0.022	-0.850	-3.350	0.245
WZ28	0.700	0.150	2.750	0.105	4.875	0.400	0.038	0.675	-3.350	0.428
WZ06	0.600	0.150	2.750	0.090	5.675	0.000	0.033	1.475	-3.750	0.460
WZ30	0.700	0.150	2.750	0.105	7.825	0.000	0.038	3.625	-3.750	0.537
WZ14	3.000	0.150	2.750	0.450	1.575	3.650	0.164	-2.625	-0.100	0.002
WZ09	2.800	0.150	2.750	0.420	6.775	3.650	0.153	2.575	-0.100	0.002
WZ11	0.050	0.150	2.750	0.008	3.250	4.900	0.003	-0.950	1.150	0.004
WZ23	1.150	0.150	2.750	0.173	4.650	4.900	0.063	0.450	1.150	0.083
WZ01	0.900	0.150	2.750	0.135	0.975	7.350	0.049	-3.225	3.600	0.636
WZ31	0.600	0.150	2.750	0.090	2.775	7.350	0.033	-1.425	3.600	0.424
WZ02	0.300	0.150	2.750	0.045	3.375	7.350	0.016	-0.825	3.600	0.212
WZ33	0.500	0.150	2.750	0.075	4.175	7.350	0.027	-0.025	3.600	0.353
WZ34	0.400	0.150	2.750	0.060	5.025	7.350	0.022	0.825	3.600	0.283
WZ03	0.650	0.150	2.750	0.098	5.700	7.350	0.035	1.500	3.600	0.459
WZ32	0.650	0.150	2.750	0.098	7.850	7.350	0.035	3.650	3.600	0.459
							0.813			5.738

b) Y yönü

Duvar	Boy(m)	Kalınlık(m)	Yükseklik(m)	Alan(m2)	x(m)	y(m)	ky	xky
WZ20/15/21	7.500	0.150	2.750	1.125	0.000	3.750	0.409	0.000
WZ18/17	2.600	0.150	2.750	0.390	3.150	1.225	0.142	0.447
W26/16	0.500	0.150	2.750	0.075	3.150	3.575	0.027	0.086
WZ25/13	2.800	0.150	2.750	0.420	3.150	6.025	0.153	0.481
WZ07/08	2.600	0.150	2.750	0.390	5.300	1.225	0.142	0.752
WZ27/10	0.500	0.150	2.750	0.075	5.300	3.575	0.027	0.145
WZ24/12	2.800	0.150	2.750	0.420	5.300	6.025	0.153	0.809
WZ05/04	7.500	0.150	2.750	1.125	8.250	3.750	0.409	3.375
							1.462	6.094

Duvar	Boy(m)	Kalınlık(m)	Yükseklik(m)	Alan(m2)	x(m)	y(m)	ky	$\bar{x}$ (m)	$\bar{y}$ (m)	$\bar{x}2ky$
WZ20/15/21	7.500	0.150	2.750	1.125	0.000	3.750	0.409	-4.200	0.000	0.000
WZ18/17	2.600	0.150	2.750	0.390	3.150	1.225	0.142	-1.050	-2.525	1.407
W26/16	0.500	0.150	2.750	0.075	3.150	3.575	0.027	-1.050	-0.175	0.271
WZ25/13	2.800	0.150	2.750	0.420	3.150	6.025	0.153	-1.050	2.275	1.515
WZ07/08	2.600	0.150	2.750	0.390	5.300	1.225	0.142	1.100	-2.525	3.984
WZ27/10	0.500	0.150	2.750	0.075	5.300	3.575	0.027	1.100	-0.175	0.766
WZ24/12	2.800	0.150	2.750	0.420	5.300	6.025	0.153	1.100	2.275	4.290
WZ05/04	7.500	0.150	2.750	1.125	8.250	3.750	0.409	4.050	0.000	27.844
							1.462			40.077

Tablo 6.7. Devamı

Kütle merkezi

$$x_G = L/2 = 8,40/2 = 4,20 \text{ m}$$

$$y_G = L/2 = 7,50/2 = 3,75 \text{ m}$$

Burulma rijitliği Hesabı

$$J = I_x + I_y$$

$$I_x = \sum(\bar{y}_i^2 * k_{x,i}) - y_{CG}^2 * \sum(k_{x,i}) = 5,738 - ((-0,433)^2 * 0,813) = 5,586 \text{ m}^3$$

$$I_y = \sum(\bar{x}_i^2 * k_{y,i}) - x_{CG}^2 * \sum(k_{y,i}) = 40,077 - ((-0,032)^2 * 1,462) = 40,076 \text{ m}^3$$

$$J = I_x + I_y = 5,586 + 40,076 = 45,662 \text{ m}^3$$

$$\bar{x} = x_i - x_G$$

$$\bar{y} = y_i - y_G$$

$$x_{CG} = x_c - x_G = 4,168 - 4,200 = -0,032 \text{ m}$$

$$y_{CG} = y_c - y_G = 3,317 - 3,75 = -0,433 \text{ m}$$

Depremin tersinir etkisinden dolayı dört farklı yükleme ortaya çıkmaktadır.

$$M_x = V_b \cdot y_{CG} = 297,88 \cdot (-0,433) = \pm 128,982 \text{ kN.m}$$

$$M_y = V_b \cdot x_{CG} = 297,88 \cdot (-0,032) = \pm 9,532 \text{ kN.m}$$

Duvarlara etki eden kesme kuvvetleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$V_{x,i} = k_{x,i} / \sum(k_{x,i}) \cdot V_{bx} \pm M_x / J \cdot k_{x,i} \cdot (\bar{y} - y_{CG})$$

$$V_{y,i} = k_{y,i} / \sum(k_{y,i}) \cdot V_{by} \pm M_y / J \cdot k_{y,i} \cdot (\bar{x} - x_{CG})$$

Kesme gerilmeleri

$$\tau_i = V_i / A_i$$

Tablo 6.8. Mevcut yığma yapıda duvarlara gelen kesme kuvvetlerinin ve kayma gerilmelerinin hesabı

a) X yönü yükleme

Kuvvet (+) Moment (-)

Duvar	Alan(m2)	($\bar{y} - y_{CG}$)	$V_{x,1}$ (kN)	τ_{x1} (Mpa)
WZ19	0.105	-3.317	14.352	0.137
WZ29	0.120	-3.317	16.402	0.137
WZ22	0.060	-2.917	8.177	0.136
WZ28	0.105	-2.917	14.309	0.136
WZ06	0.090	-3.317	12.302	0.137
WZ30	0.105	-3.317	14.352	0.137
WZ14	0.450	0.333	59.822	0.133
WZ09	0.420	0.333	55.834	0.133
WZ11	0.008	1.583	0.987	0.132
WZ23	0.173	1.583	22.710	0.132
WZ01	0.135	4.033	17.434	0.129
WZ31	0.090	4.033	11.622	0.129
WZ02	0.045	4.033	5.811	0.129
WZ33	0.075	4.033	9.685	0.129
WZ34	0.060	4.033	7.748	0.129
WZ03	0.098	4.033	12.591	0.129
WZ32	0.098	4.033	12.591	0.129

Kuvvet (-) Moment (+)

Duvar	Alan(m2)	($\bar{y} - y_{CG}$)	Vx,2 (kN)	τ_{x2} (Mpa)
WZ19	0.105	-3.317	-14.352	-0.137
WZ29	0.120	-3.317	-16.402	-0.137
WZ22	0.060	-2.917	-8.177	-0.136
WZ28	0.105	-2.917	-14.309	-0.136
WZ06	0.090	-3.317	-12.302	-0.137
WZ30	0.105	-3.317	-14.352	-0.137
WZ14	0.450	0.333	-59.822	-0.133
WZ09	0.420	0.333	-55.834	-0.133
WZ11	0.008	1.583	-0.987	-0.132
WZ23	0.173	1.583	-22.710	-0.132
WZ01	0.135	4.033	-17.434	-0.129
WZ31	0.090	4.033	-11.622	-0.129
WZ02	0.045	4.033	-5.811	-0.129
WZ33	0.075	4.033	-9.685	-0.129
WZ34	0.060	4.033	-7.748	-0.129
WZ03	0.098	4.033	-12.591	-0.129
WZ32	0.098	4.033	-12.591	-0.129

b) Y yönü yükleme

Kuvvet (+) Moment (-)

Duvar	Alan(m2)	($\bar{x} - x_{CG}$)	Vy,1 (kN)	τ_{y1} (Mpa)
WZ20/15/21	1.125	-4.168	83.718	0.074
WZ18/17	0.39	-1.018	28.929	0.074
WZ26/16	0.075	-1.018	5.563	0.074
WZ25/13	0.42	-1.018	31.154	0.074
WZ07/08	0.39	1.132	28.865	0.074
WZ27/10	0.075	1.132	5.551	0.074
WZ24/12	0.42	1.132	31.086	0.074
WZ05/04	1.125	4.082	83.013	0.074

Tablo 6.8. Devamı

Kuvvet (-) Moment (+)

Duvar	Alan(m2)	($\bar{x} - x_{CG}$)	V _{y,2} (kN)	τ_{y2} (Mpa)
WZ20/15/21	1.125	-4.168	-83.718	-0.074
WZ18/17	0.39	-1.018	-28.929	-0.074
W26/16	0.075	-1.018	-5.563	-0.074
WZ25/13	0.42	-1.018	-31.154	-0.074
WZ07/08	0.39	1.132	-28.865	-0.074
WZ27/10	0.075	1.132	-5.551	-0.074
WZ24/12	0.42	1.132	-31.086	-0.074
WZ05/04	1.125	4.082	-83.013	-0.074

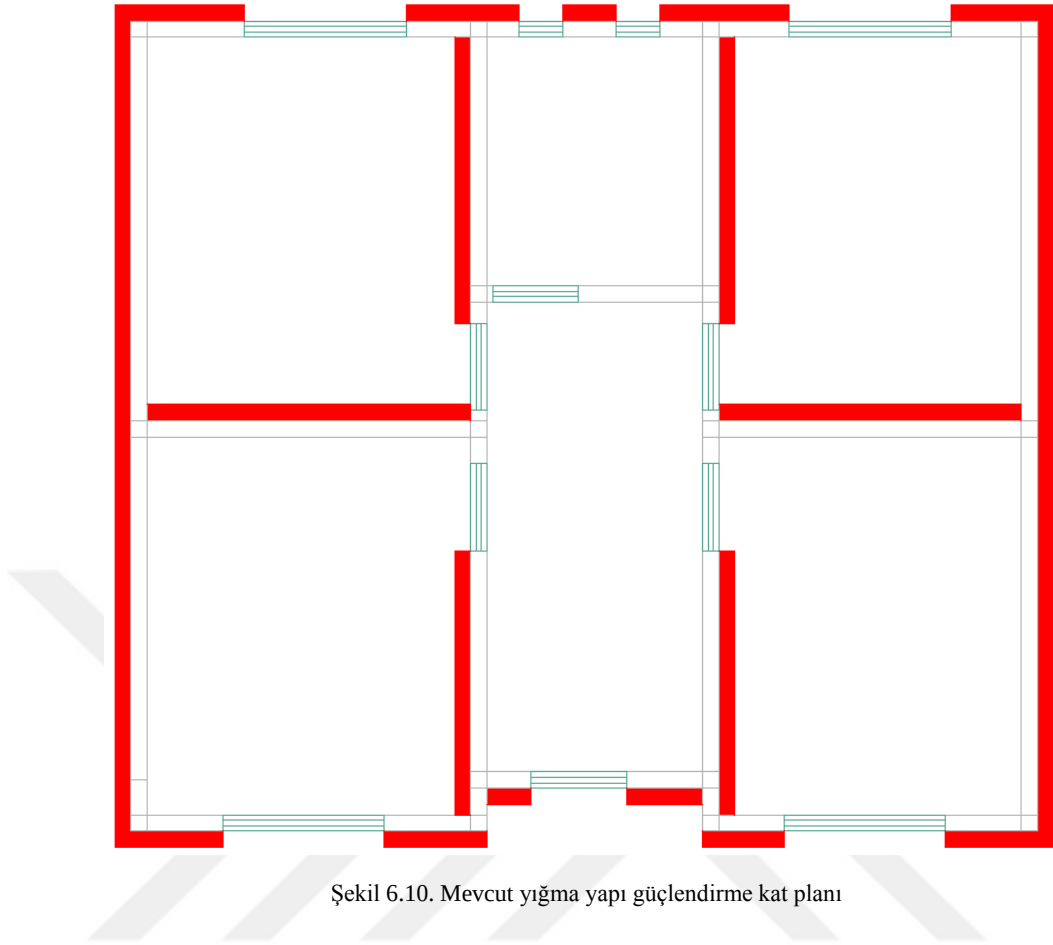
Tablo 6.8. Devamı

Tablo 6.8.'de görüldüğü gibi mevcut yığma yapının, duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri bazı duvarlarda yeterli direnci göstermemektedir. Dolayısıyla mevcut yığma yapı riskli olarak karşımıza çıkmaktadır.

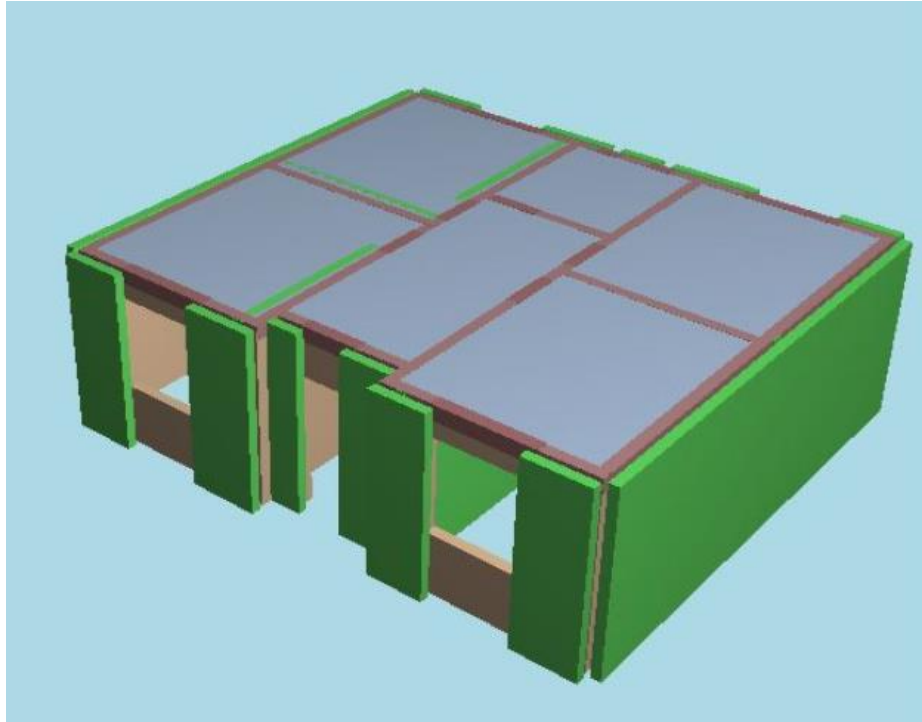
6.3. Mevcut Yığma Yapının Güçlendirilmesi

Yığma yapılarda genellikle gözlenen deprem hasarları deprem kesme kuvvetlerini zemine aktaracak yeterli duvar alanının olmayışı (duvarlarda büyük ve düzensiz boşlukların bulunması) ve duvarların yeterli düzlem dışı rijitliğe sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

Mevcut yığma yapının, mevcut durumunda kesme kuvvetlerini karşılayacak yeterli duvar alanına (rijitlik ve dayanıma) sahip değildir. Yapının rijitliğinin artırılması ve duvar kesme dayanımlarının yeterli düzeye çıkarılması için dış duvarların tümüne ve iç duvarların bazılarına mantolama yapılarak güçlendirilmesi öngörülmüştür. Güçlendirme mantolamanın uygulanacağı duvarlar Şekil 6.9'da kat planında gösterilmiştir. Güçlendirme mantolamanın uygulanacağı yerler seçilirken, binanın ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin mümkün olduğunca birbirine yaklaştıracak şekilde olmasına sağlanarak binanın burulmaya maruz kalması engellenmiştir. Ayrıca; güçlendirme mantolamanın uygulama kolaylığı ve burulma rijitliğini artırması düşüncesiyle özellikle dış cephede olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 6.10. Mevcut yığma yapı güçlendirme kat planı



Şekil 6.11. Mevcut yığma yapı güçlendirilmiş üç boyutlu

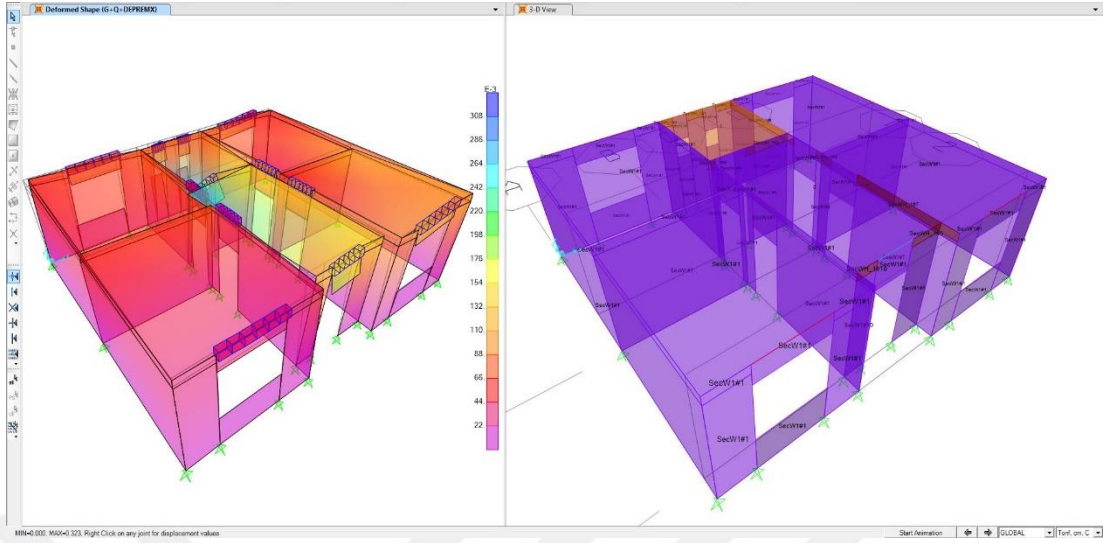
6.3.1. Uygulama detayları

Dış duvarların tümü ve iç duvarların bir kısmı olacak şekilde 13.5 cm mantolama ve 1.5 cm sıva yapılacaktır. Güçlendirmede mantolama uygulanacak duvarların sıva tabakası kaldırılacaktır. Sıva tabakası kaldırılan yüzey basınçlı su veya havayla temizlenecektir. Düz ve pürüzsüz bir duvar yüzeyi elde edildikten sonra belli aralıklarla 10 mm çapında delik açılacaktır. Bu delikler açıldıktan sonra tam deliklerin üç tuğla yukarısından ve köşegen ortasına gelecek şekilde, ortalama 10 cm derinliğinde yarım delikler açılacaktır. Daha sonra bu delikler basınçlı hava ile temizlenecektir. Güçlendirme kabuğunun hasır çelik, kabuğun tam ortasına gelecek şekilde (duvara 5 cm mesafede) yerleştirilecek ve daha sonra bir tarafına dış açılmış ankraj çubukları tam deliklerden geçirilerek, karşı tarafında hazırlanmış olan 5 mm kalınlığında ve 10x10 cm ebadındaki levhaya bulonla tutturulacaktır. Tam delikler arasında kalan yarım deliklere de dış açılmamış ankraj çubukları yerleştirilecektir. Çubuğun etrafında kalan boşluğa akıcı kıvamda çimento ve şerbeti taşacak şekilde enjekte edilecektir. Güçlendirme kabuğu kalınlığı 13.5 cm olacak şekilde, BS 30 betonu yüzeye basınçla püskürtülmek (shotcrete) suretiyle tatbik edilecektir. Donatılı güçlendirme kabuğu betonu döküldükten 20 gün sonra blonlar sıkılarak noktalanacak ve üstü kapatılacaktır.

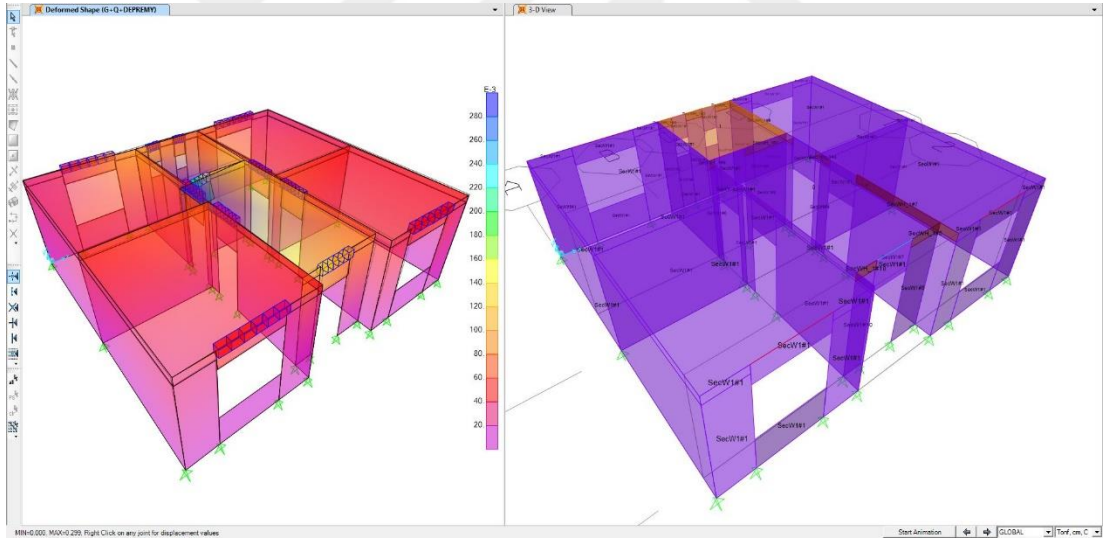
6.3.2. SAP 2000 modeli

Güçlendirme yapılacak mevcut yığma yapı Sap 2000 programında mevcut ve güçlendirilmiş olmak üzere iki ayrı sistem olarak tanımlanmıştır. Bu modellere ait üç boyutlu görüntüler Şekil 6.12. ve Şekil 6.13.'te verilmiştir.

a) Deprem yüklemesi X yönü

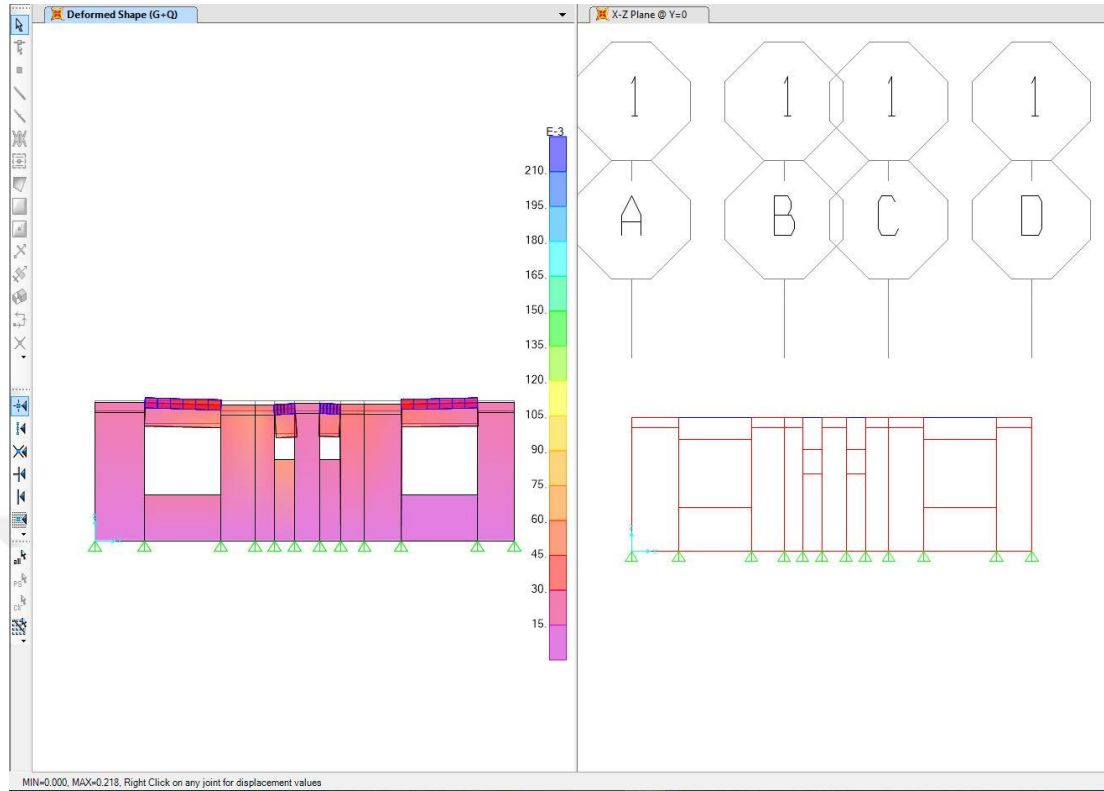


b) Deprem yüklemesi Y yönü

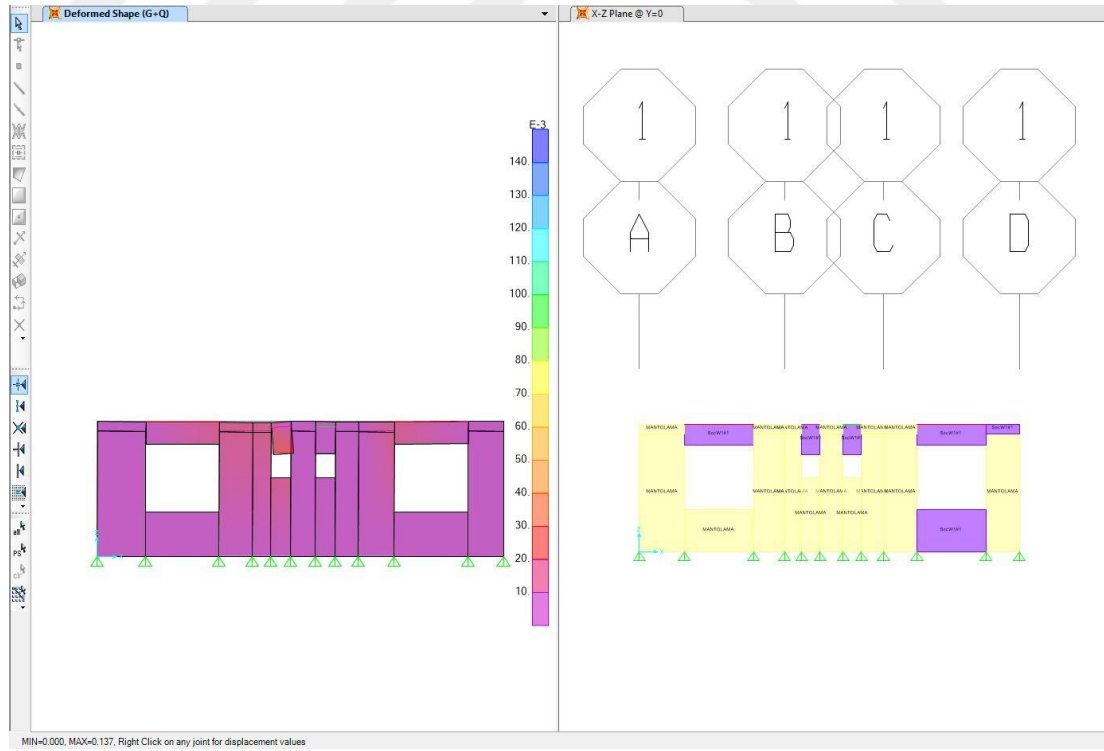


Şekil 6.12. Mevcut yapıya üç boyutlu deplasmanları (G+Q+DEPREM)

a)

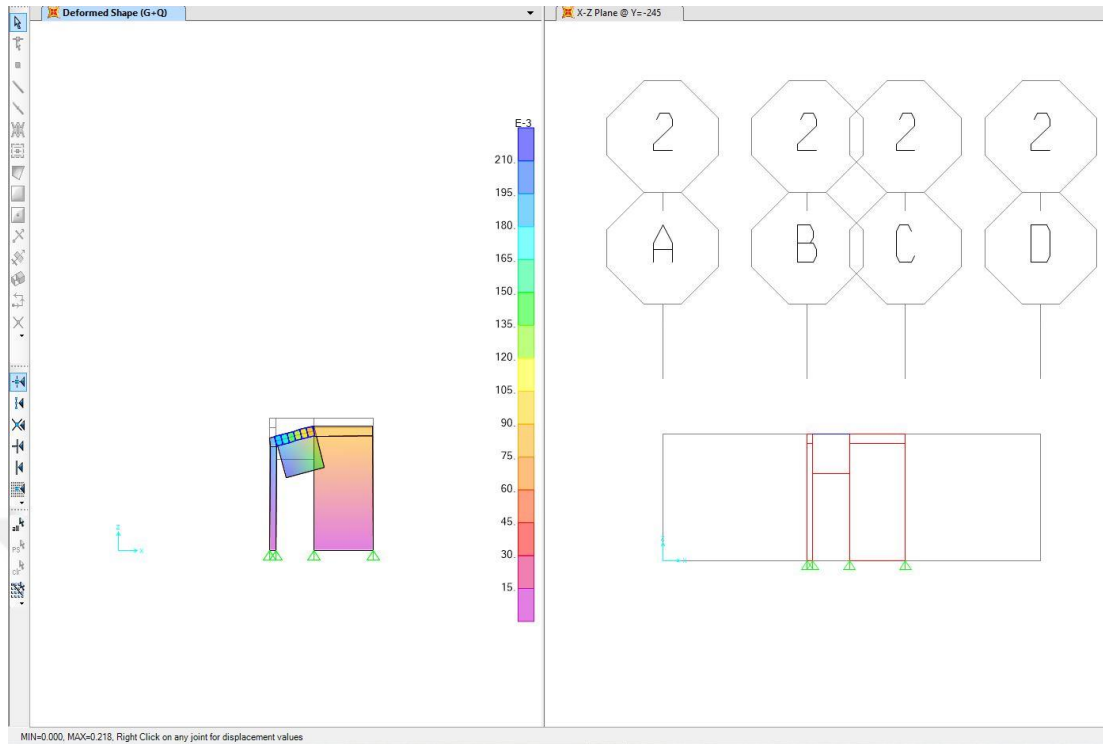


b)

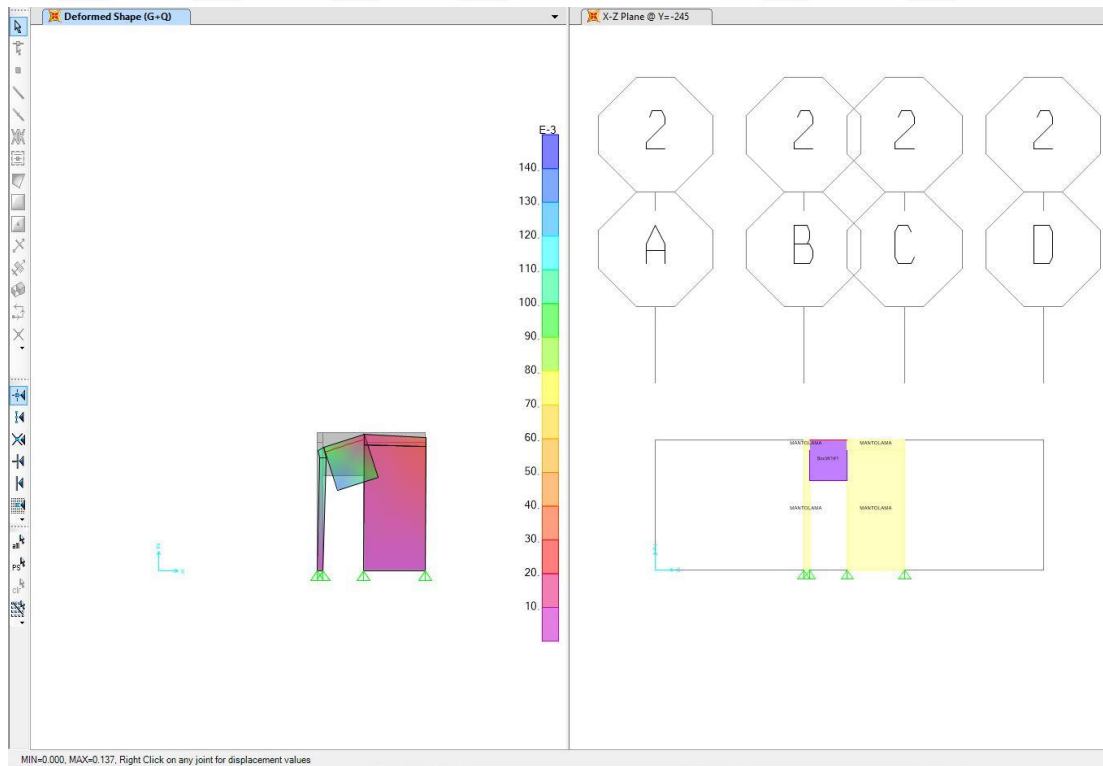


Şekil 6.14. 1 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

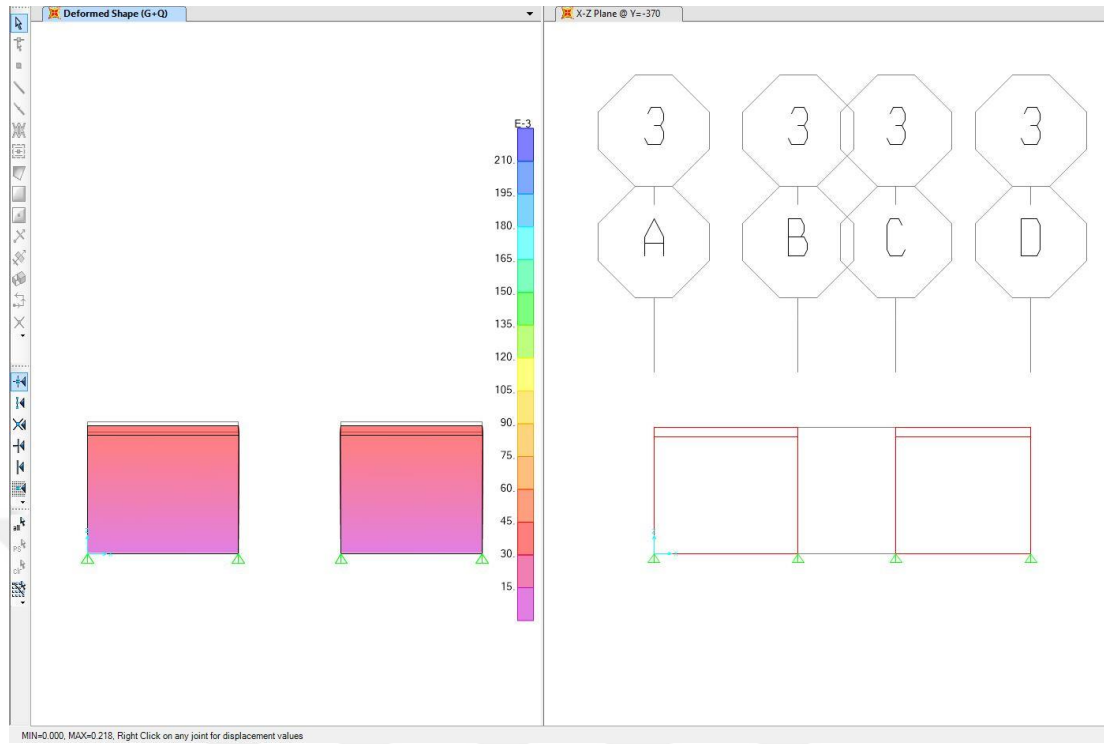


b)

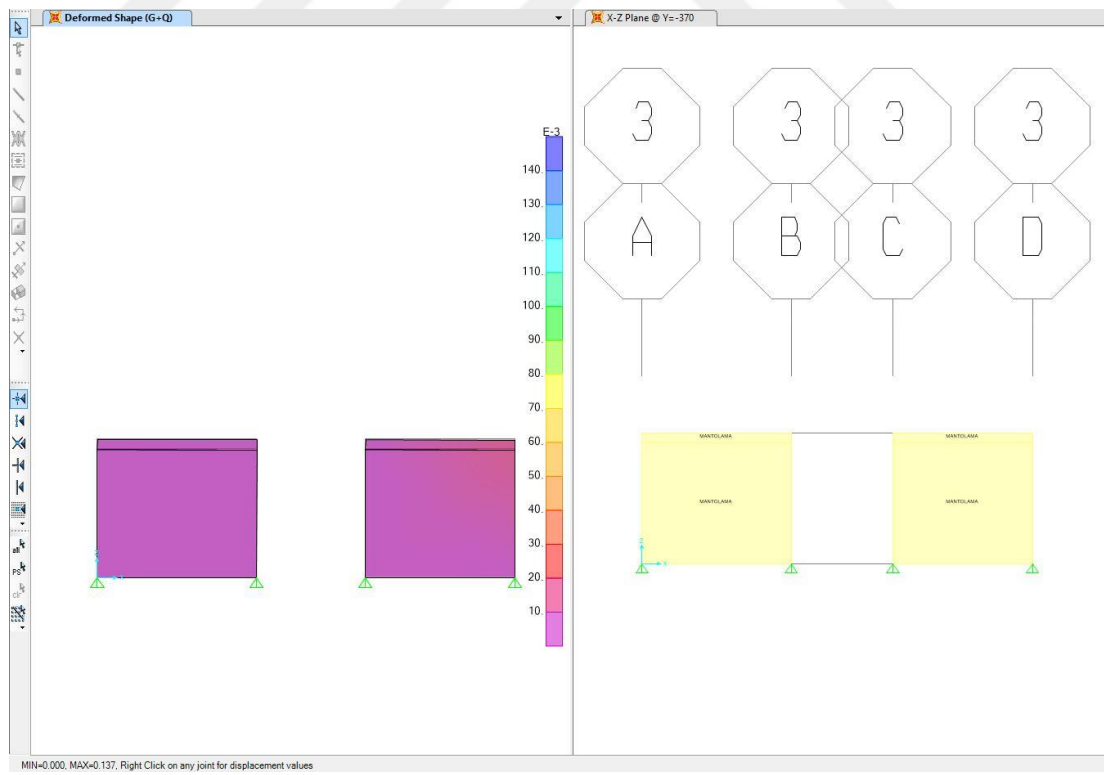


Şekil 6.15. 2 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

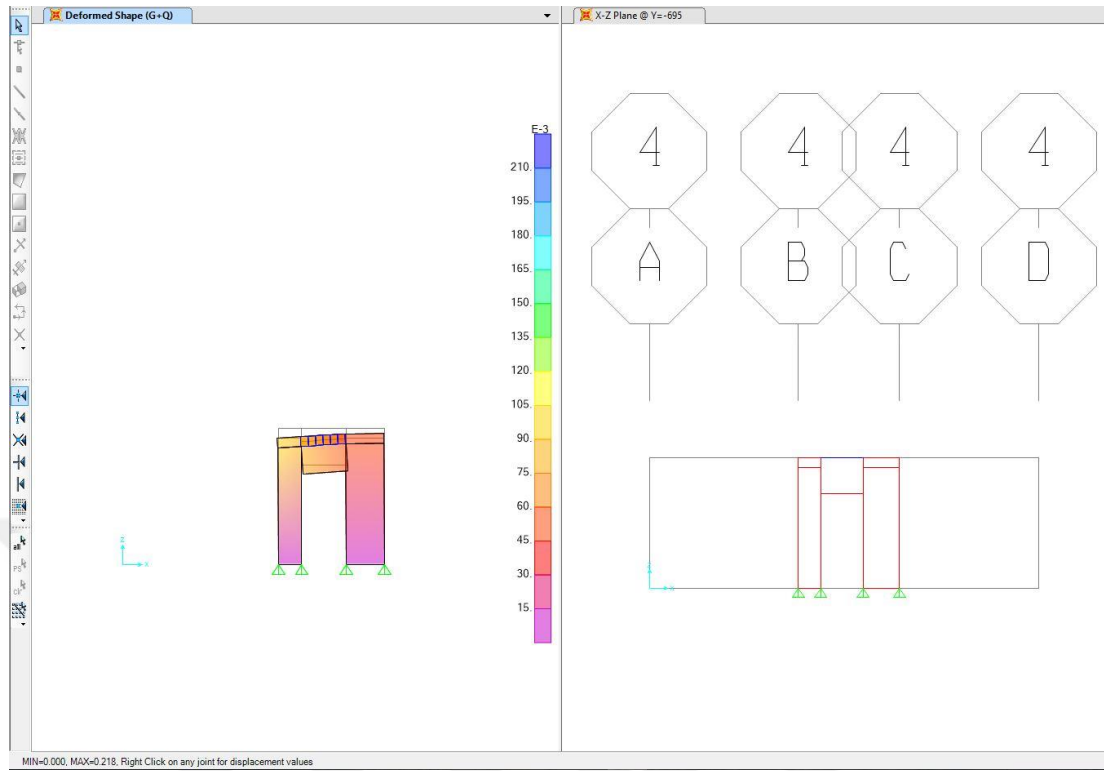


b)

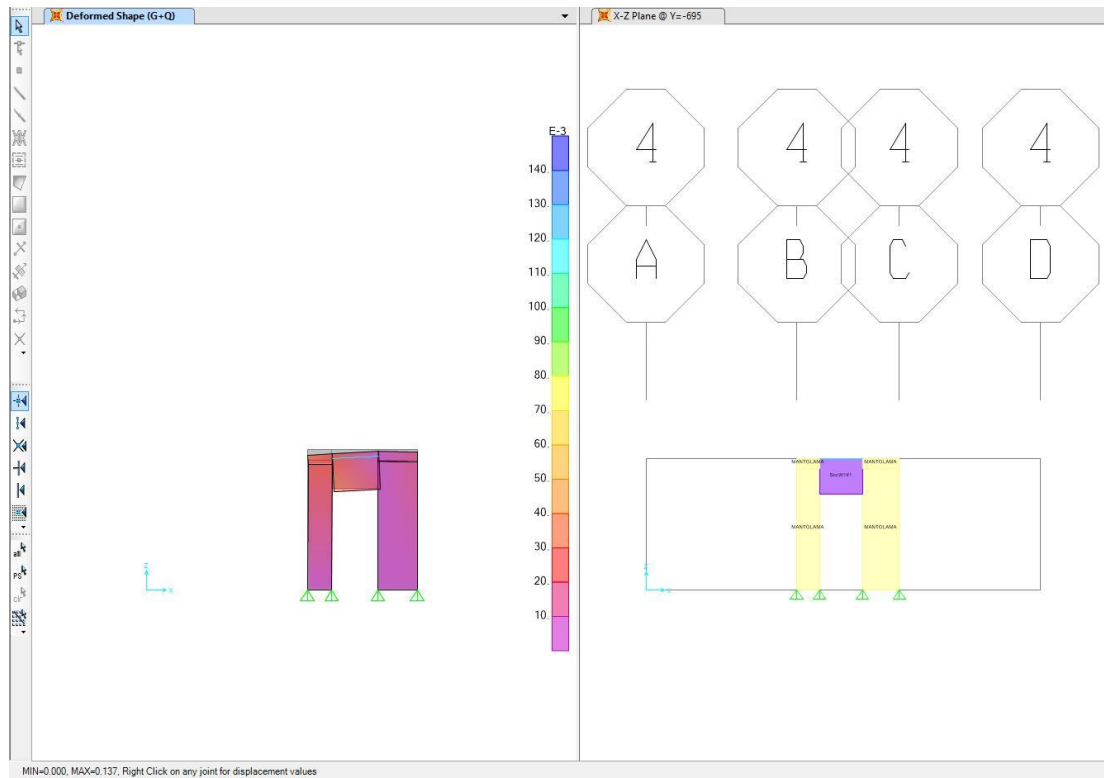


Şekil 6.16. 3 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

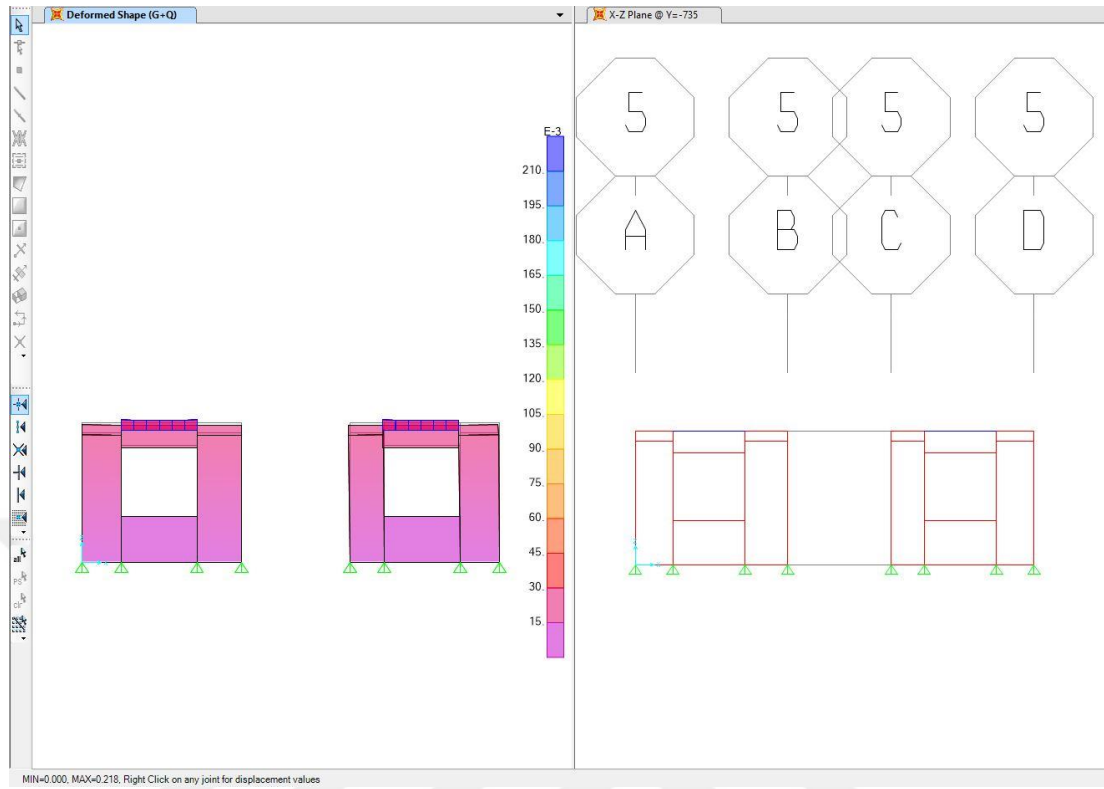


b)

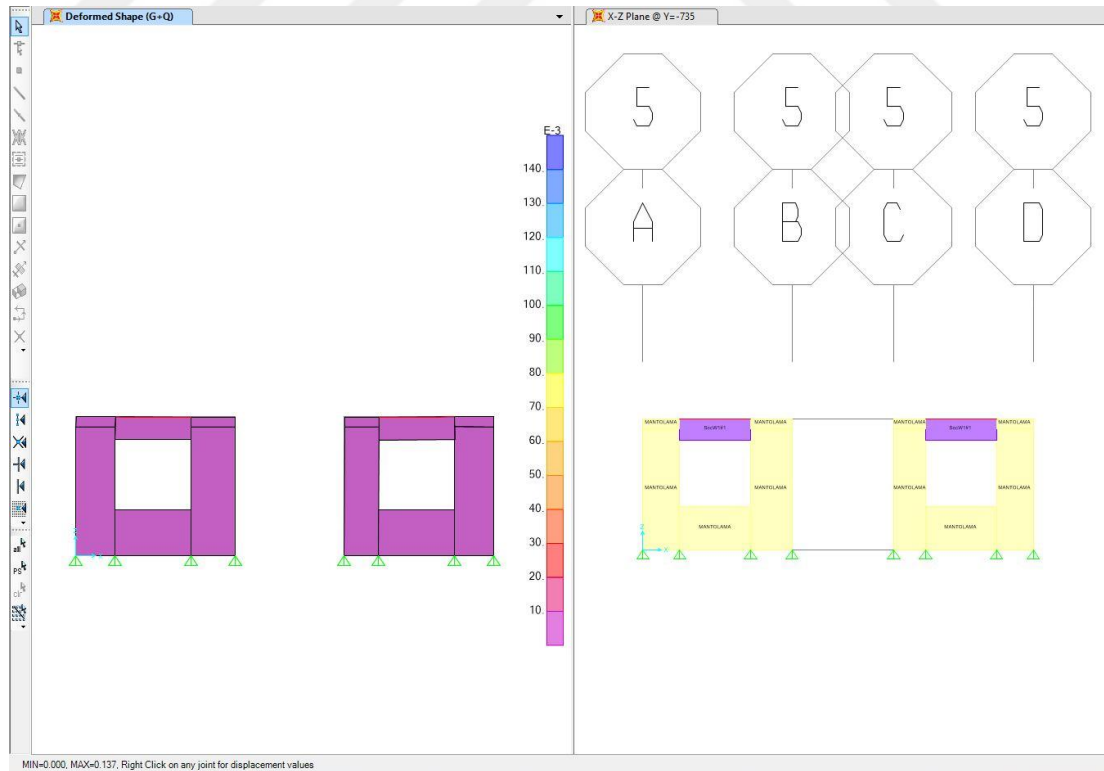


Şekil 6.17. 4 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

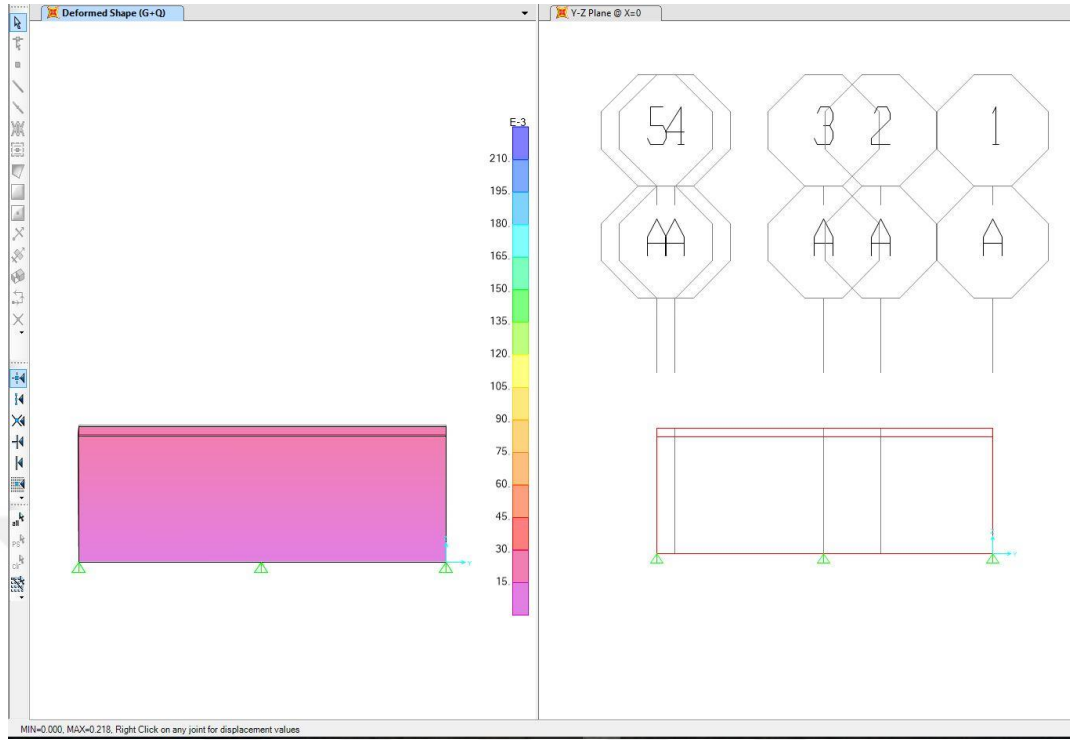


b)

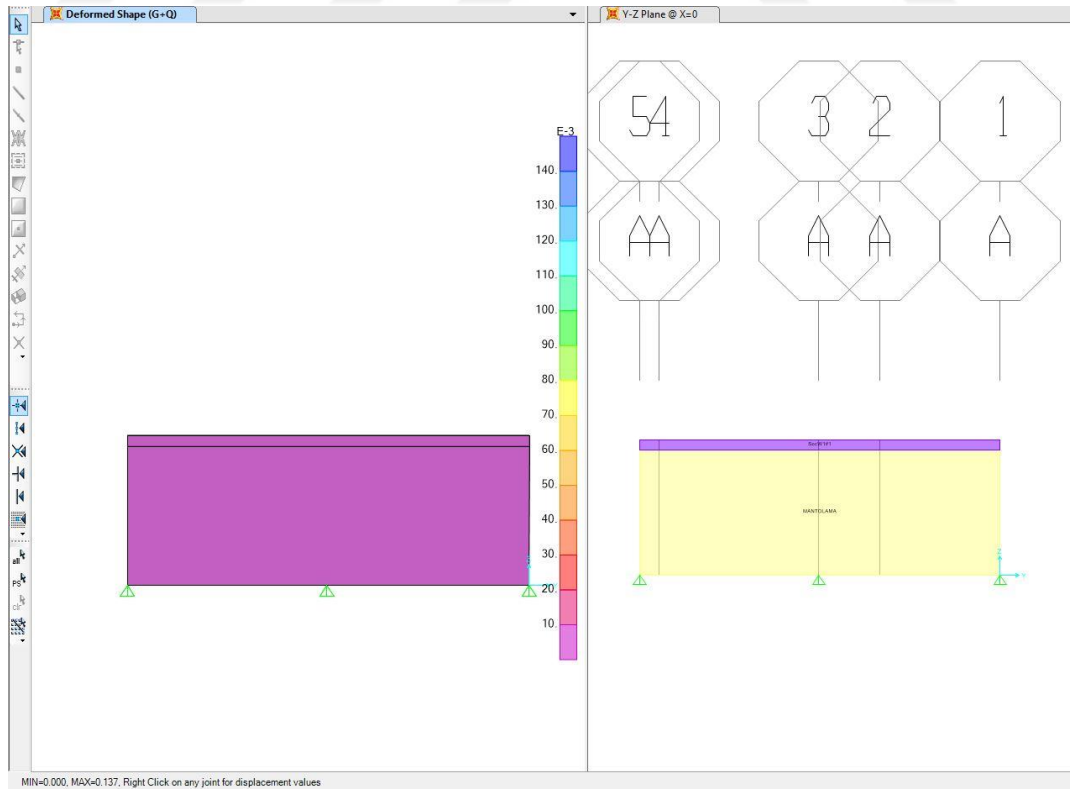


Şekil 6.18. 5 aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

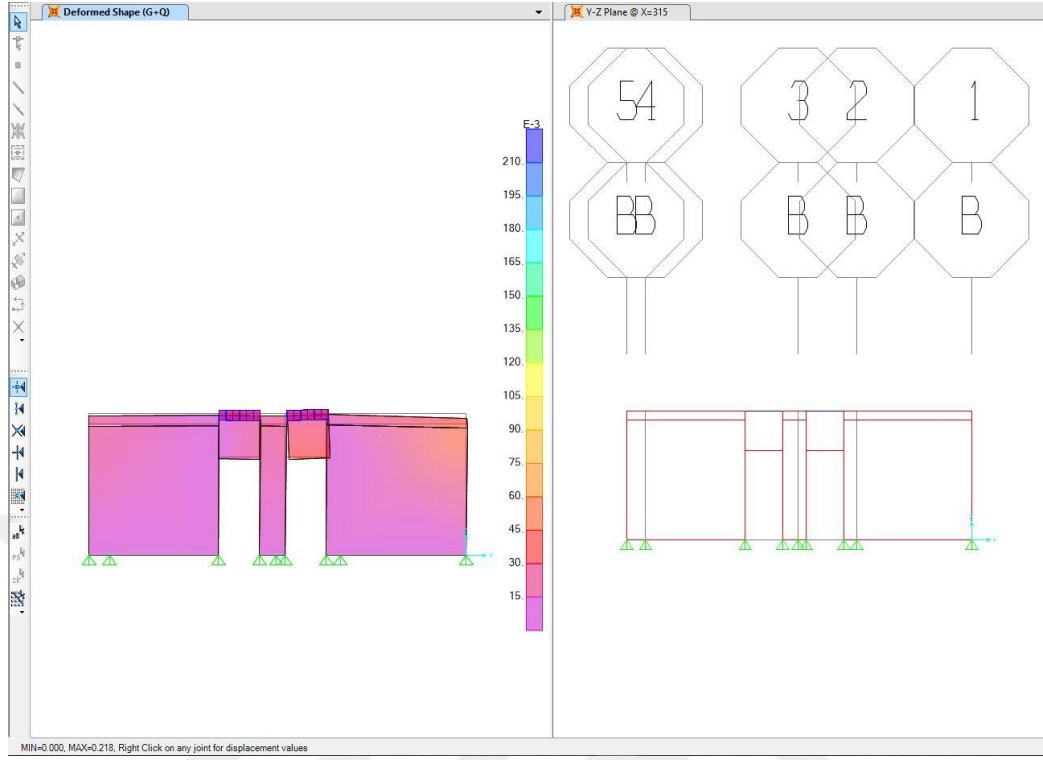


b)

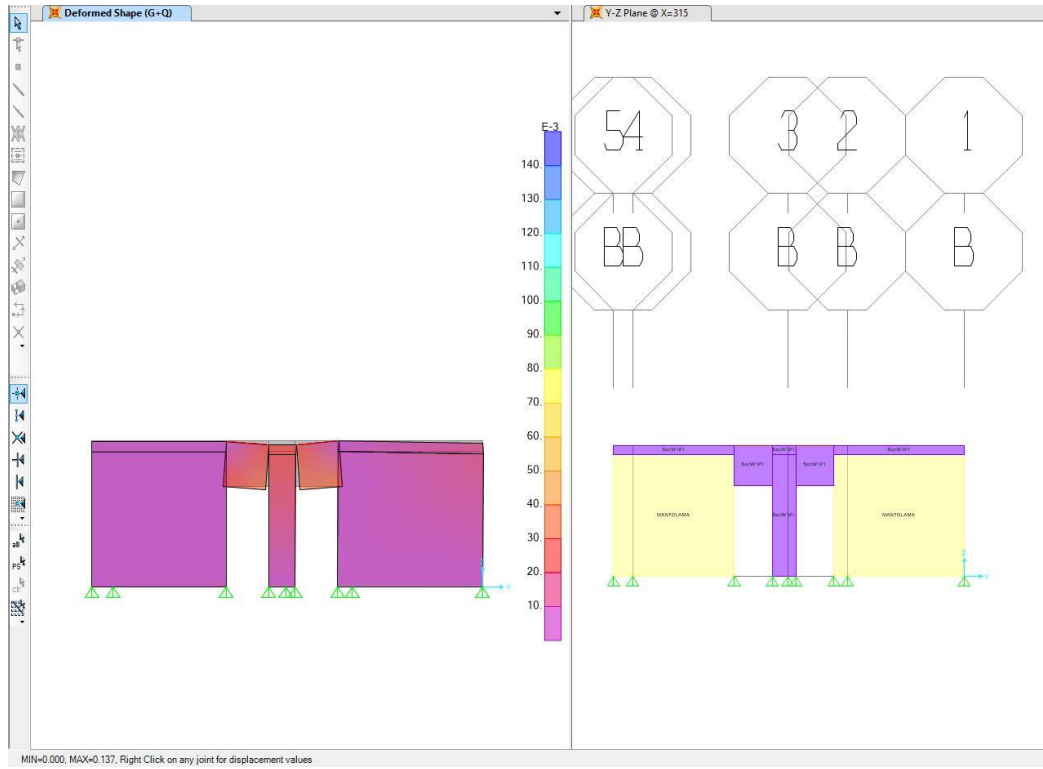


Şekil 6.19. A aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

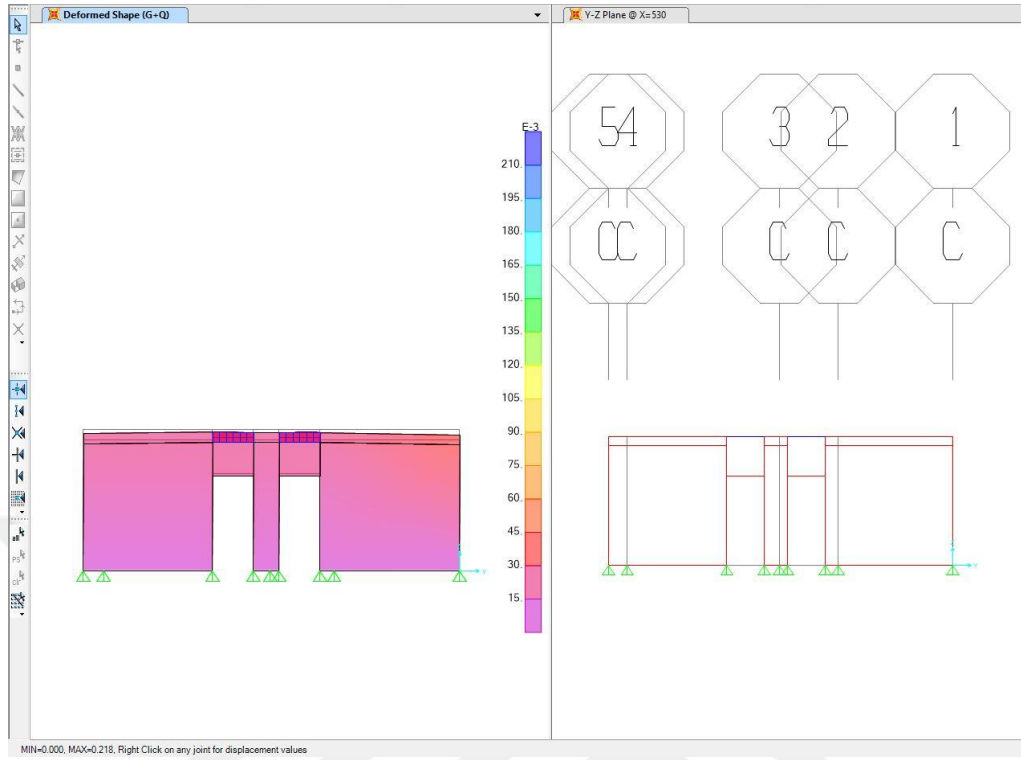


b)

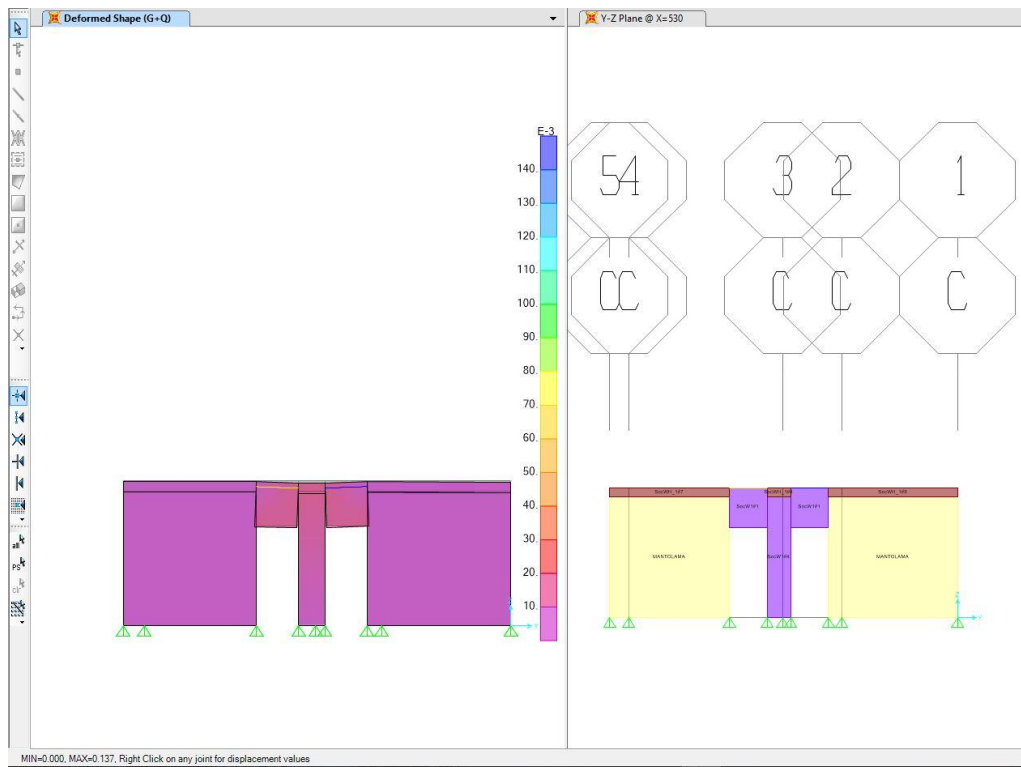


Şekil 6.20. B aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)

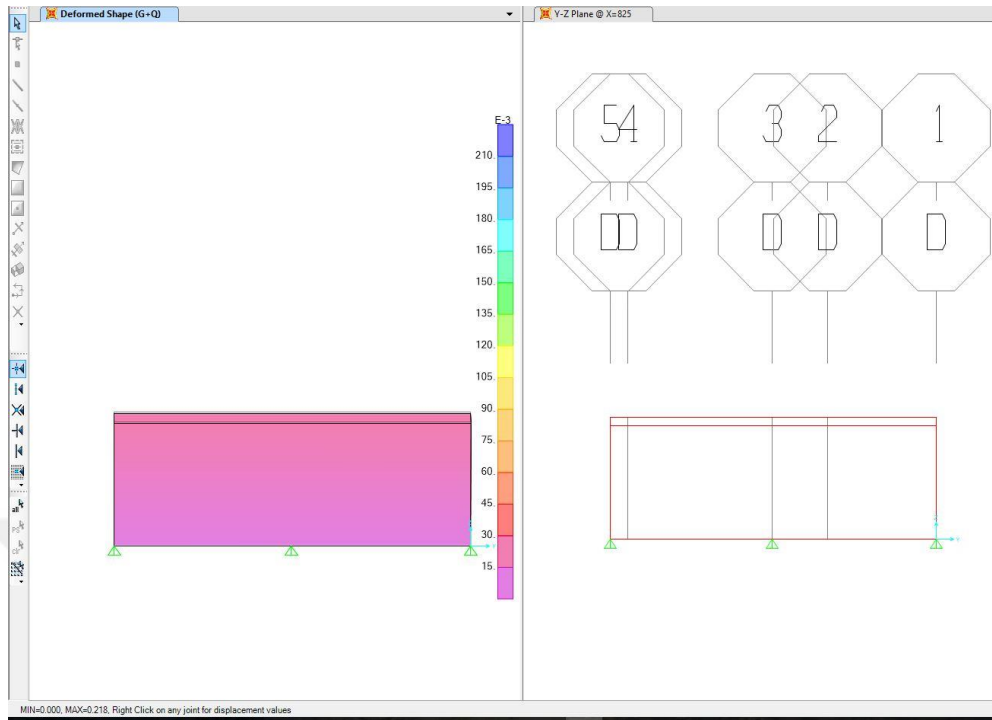


b)

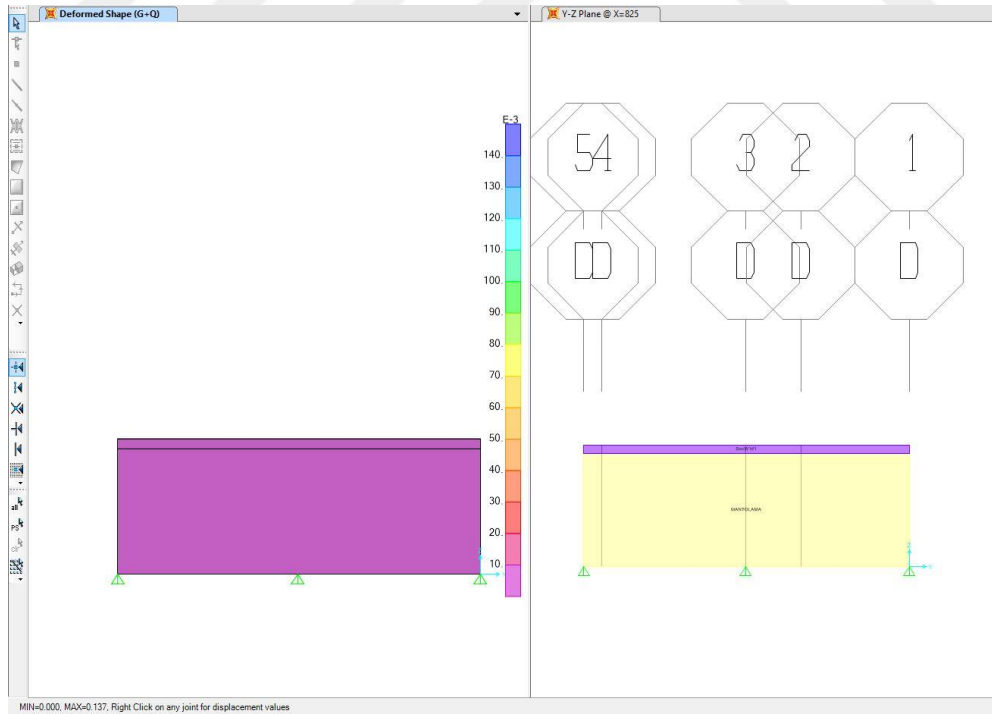


Şekil 6.21. C aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

a)



b)



Şekil 6.22. D aksı deplasmanları a) Mevcut b) Güçlendirilmiş

Deprem yükleme durumuna göre aksların deplasmanları her aks için mevcut durumda 0,218 iken, güçlendirilmiş durumunda 0,137 olmuştur. X ve Y yönündeki yükleme durumunda mevcut sistem ile güçlendirilmiş sistem arasında %38'lere varan deplasman farkı olduğu görülmektedir. Yani yapıyı güçlendirmekle X ve Y yönündeki deplasmanları %38 azalmıştır.

Mevcut yığma yapı ile güçlendirme yapıldıktan sonra yapılan analiz sonucunda meydana gelen kayma gerilmeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaşma sonucunda güçlendirme yapılan duvarlar daha fazla kayma gerilmesi almışlardır. Çünkü duvarın rijitliği ve kalınlığı artmış dolayısıyla da kayma gerilmesi taşıma kapasiteleri artmıştır. Buda sistemde bulunan ve güçlendirilmeyen diğer duvarların da kayma gerilmelerinin azalmasına dolayısıyla da duvarlara gelen kesme kuvvetlerinin de azalmasına sebep olmuştur.

BÖLÜM 7. SONUÇ

Mevcut yığma yapının rölevesi çıkartılarak mevcut durumu Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 06.03.2007 tarih ve 26454 sayılı Kanun Yönetmeliğinin yığma yapılarla ilgili hükümleri esas alınarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda mevcut yığma yapının yönetmeliğe göre riskli yapı olduğu kanaatine varılmıştır.

Mevcut yığma yapının deprem güvenliği analizi el ile hesaplanması yapılmıştır. El ile yapılan hesaplama sonuçları göstermiştir ki mevcut yığma yapı riskli yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.

İncelenen yığma yapının mevcut durumu ve güçlendirilmiş durumu SAP2000 de analizleri yapılmış, bu analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

İlk olarak mevcut sistemle mantolama ile yapılan güçlendirme sistemin yer değiştirmeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu mantolama ile yapılan güçlendirme sistemin X ve Y doğrultusundaki yer değiştirmesinde mevcut yapının yer değiştirmesine göre yaklaşık %38 düşüş olmuştur. Mantolama ile yapılan güçlendirme sistemi yapının deprem dayanımını arttırmış, yapının mevcut sisteme göre daha az yer değiştirme yapmasını sağlamıştır.

Uygulanan güçlendirme yönteminin, elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, mantolama ile yapılan güçlendirme, yapının taşıma gücü kapasitesini arttıracığından, mevcut yığma yapı güçlendirilerek, riskli yapı olarak karşımıza çıkan yapı olarak değil, daha güvenli bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

AFAD, 17 Ağustos 1999 Kocaeli Deprem Raporu.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1997), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Akman, S., (2000) Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri TMMOB İstanbul Şubesi, İstanbul.

Batur, Nubar, Yığma Yapı Tasarımı Ve Analizi, Bitirme Tezi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2006.

Bayülke, N., (1984) Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi TMMOB, Ankara.

Bayülke, N., (1999) Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi İnşaat Mühendisliği Odası İzmir Şubesi Yayın No: 15.

Can, S., (1992), Sadece Ahşap: Çantı, Arredamento Dekorasyon

Demirtaş, R., (2000) 17 Ağustos 1999 İzmit körfezi Deprem Raporu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara 2007.

Dr. E. Avlar, Araş. Gör. S. Limoncu , “Yapı Malzemesi Olarak Ahşap ve Ahşap Yapı Sistemleri” , Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.

Ediz İ., 2006. Kagir Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Duvarların Hasır Çelik Donatı ve Kendiliğinden Yerleşen Beton İle Güçlendirilmesinin Deneysel İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ersubaşı F., 2008. Yığma Yapıların Deprem Davranışının Sarsma Masasında Dinamik Olarak İncelenmesi ve Farklı Güçlendirme Seçeneklerinin Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

EC8 (1993), Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımı.

<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=7905>. Erişim Tarihi: 05.11.2018.

http://makaleler.ahsapkarkas.com/Haber/Ekoloji_ve_Ahsap.aspx. Erişim Tarihi: 05.07.2018.

- <http://tez2.yok.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 09.08.2018.
- <http://tr.wikipedia.org/wiki>. Erişim Tarihi: 24.08.2018.
- <http://www.bilgininadresi.net/Madde/35946/t%C3%BCrk-evine-ait-karakteristikler>. Erişim Tarihi: 27.08.2018.
- <http://www.google.com/search?q=yığma+yığma+örnek&rlz>. Erişim Tarihi: 01.08.2018.
- <http://www.google.com/search?rlz>. Erişim Tarihi: 02.08.2018.
- <http://www.yok.gov.tr/content/view/59/111/lang,tr/>. Erişim Tarihi: 30.10.2018.
- Kanberoğlu, N., (1997), Kütük Evler, House Dergisi
- Kumbasar, N., Eren, İ., İlki, A., (2003) Yapıların Onarım ve Güçlendirme Alanında Gelişmeler İ.T.Ü., İMO İstanbul Şubesi, degussa YKS., İstanbul.
- Kuran F., 2006. Yığma Yapıların Çelik Şeritlerle Rehabilitasyonu. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Mertol, A.,(2002) Deprem Mühendisliği ,Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Kozan Ofset, Ankara.
- Onar E., 2007. Yığma Yapılarda Taşıyıcı Tuğla Duvarların CFRP İle Güçlendirilmesinin Deneysel Olarak İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Önal, M. M.,(2002) Hasar Görmüş Dikdörtgen Kesitli Kırşların Mantolama yöntemi ile Onarımı Üzerine Deneysel Bir Araştırma. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Öztaş, V.,(2009) Yığma Yapıların Güçlendirilmesi ve Bir Yığma Yapı Örneğinde Güçlendirme Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sallıo, N., (2005) Mevcut Yığma Yapıların Deprem Bakımından İncelenmesi ve Güçlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Sorguç, D., (2000) İnşaatların Deprem Hasarlarından Doğan Sorumlulukların ve Hasarlı Binaların Onarma ve Güçlendirme Yolları. İTO Yayın No 2000-45., İstanbul.
- Sucuoğlu, H., Tokyay, M., (1992) 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, Ankara.
- Şimşek, O., Yapı Malzemesi 2 ,GÜTEF Ankara, 2000.
- TS 500: Betonarme yapıların ve yapım kuralları, 2000.
- Tuna, M.E., (1993) Depreme dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri Gazi Üni. Müh. Fakültesi, Ankara.

Türer, A., v.d (2005) Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması –ve Ard Germe Yöntemi ile Depreme Karşı Güçlendirilmesi; Çalıştay, Ankara

Z. Celep, N. Kumbasar; Deprem mühendisliğine giriş ve deprem dayanıklı yapı tasarımı, Beta Yayıncılık, , İstanbul 2005.

Z. Celep, E. Özer; Post earthquake rehabilitation of moderately damaged masonry structures, Second Japan-Turkey Workshop on Earthquake Engineering, Technical University of Istanbul, 61-72, İstanbul 1998.

Z. Celep (2016) İnşaat Mühendislerinin “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hk. Esaslar” (2007) Yönetmeliği ile ilgili Eğitimi.

www._Spim_netcat. Erişim Tarihi: 11.07.2018.

www.evkultur.com/.../karadeniztipoloji.htm. Erişim Tarihi: 21.09.2018.

www.imo.org.tr/resimler/kutuphane/pdf/11065pdf. Erişim Tarihi: 05.10.2018.

www.rizelilerdernegi.org/?sayfa=10. Erişim Tarihi: 22.09.2018.

EKLER

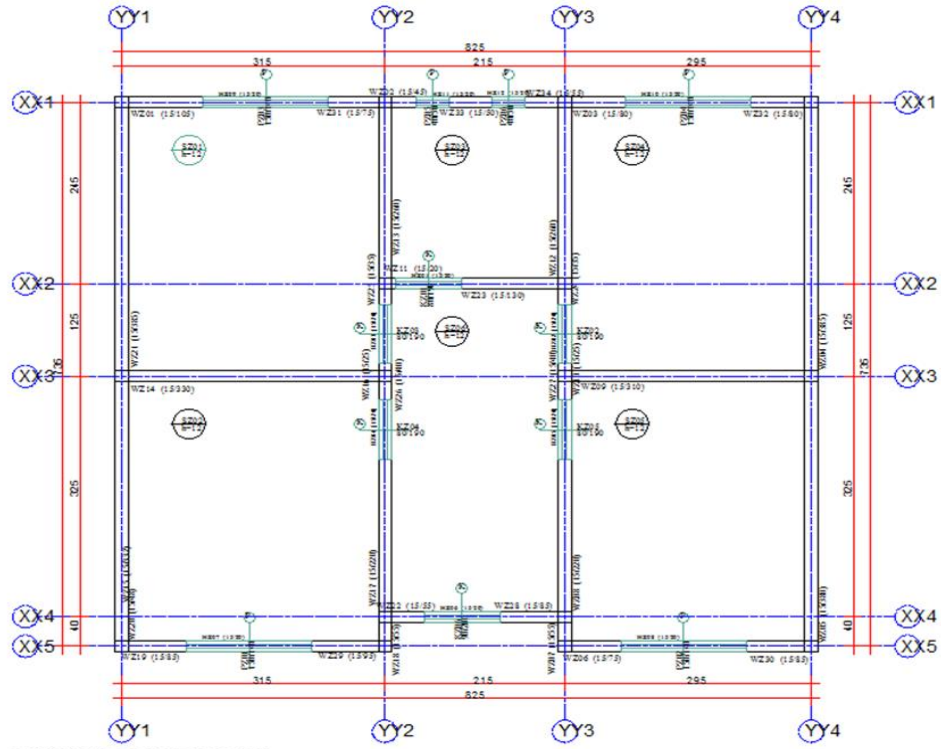
EK 1: Mevcut Yığma Yapının Resmi



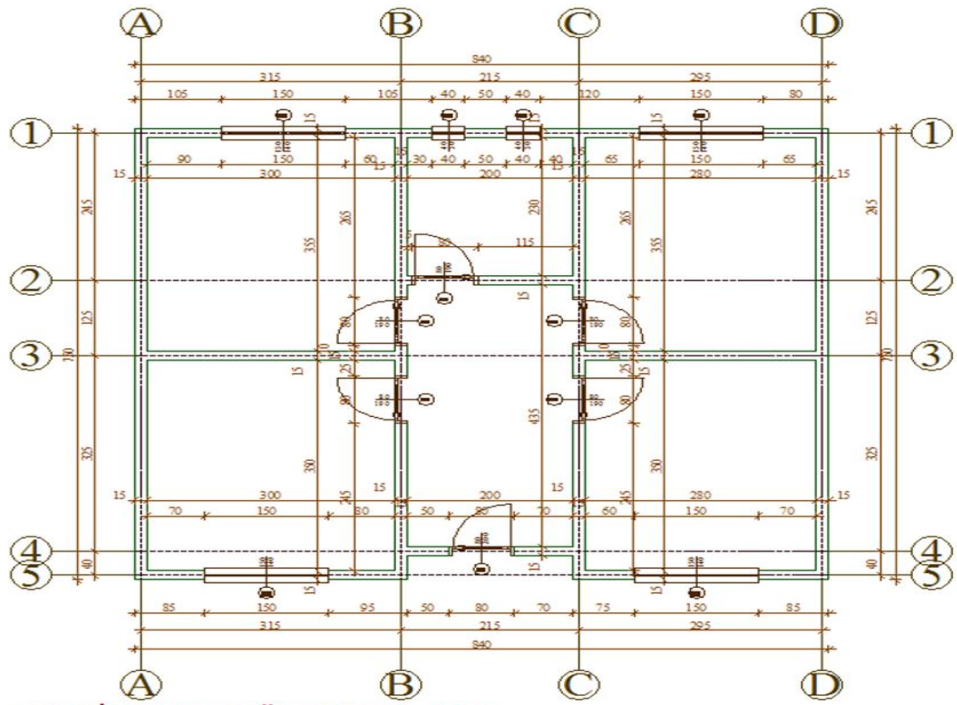




EK 2: Mevcut Yığma Yapını Projesi



ZEMİN KAT DUVAR PLANI
 ÖLÇEK: 1/50 MALZ: C8 S220
 Ao=0.4 l=1 R=2 ST=2.5 Zemin Grubu=D
 KAT YÜKSEKLİĞİ: 2.75 CM DUVAR KALINLIĞI: 15 CM
 KAT EDEĞİ: 1 DUVAR MALZEMESİ: BİRİKET
 TAŞIYICI SİSTEM: BİRİKET DUVAR



ZEMİN KAT RÖLEVE PLANI
 KAT YÜKSEKLİĞİ: 2.75 CM DUVAR KALINLIĞI: 15 CM
 KAT EDEĞİ: 1 DUVAR MALZEMESİ: BİRİKET
 TAŞIYICI SİSTEM: BİRİKET DUVAR



EK 3: Mevcut Yığma Yapının Analiz Sonuçları

ZEMİN KAT KİRİŞ HATIL YÜKLERİ

Kiriş Hatıl Adı	Zatî (t)	G Üst Duvardan (t)	Q Üst Duvardan (t)	G Döşemeden (t)	Q Döşemeden (t)	Ekstra G (t)	Ekstra Q (t)	G Pencere Üstü Duvar Parçasından (t)	G Kapi Üstü Duvar Parçasından (t)	G Üst Kat Pencere ve Parapet (t)	G Üst Kat Kapi (t)	G Saplama Kiriş Hatıldan (t)	Q Saplama Kiriş Hatıldan (t)
HZ01	0.06			0.408	0.172	0	0	0	0.109			0	0
HZ02	0.06			0.648	0.273	0	0	0	0.109			0	0
HZ03	0.06			0.655	0.276	0	0	0	0.109			0	0
HZ04	0.06			0.651	0.274	0	0	0	0.109			0	0
HZ05	0.06			0.645	0.272	0	0	0	0.109			0	0
HZ06	0.067			0.23	0.097	0	0	0	0.104			0	0
HZ07	0.112			0.561	0.236	0	0	0.079	0			0	0
HZ08	0.112			0.525	0.221	0	0	0.079	0			0	0
HZ09	0.112			0.561	0.236	0	0	0.079	0			0	0
HZ10	0.112			0.525	0.221	0	0	0.079	0			0	0
HZ11	0.03			0.102	0.043	0	0	0.038	0			0	0
HZ12	0.03			0.102	0.043	0	0	0.038	0			0	0

ZEMİN KAT DUVAR YÜKLERİ

Duvar Adı	Zatı (t)	G Üst Duvardan (t)	Q Üst Duvardan (t)	G Döşemeden (t)	Q Döşemeden (t)	Ekstra G (t)	Ekstra Q (t)	G Giriş Hatıdan (t)	Q Giriş Hatıdan (t)	G Üst Kat Pencere ve Parapet (t)	G Üst Kat Kapı (t)
WZ01	0.595			0.365	0.154	0	0	0.376	0.118		
WZ02	0.229			0.096	0.04	0	0	0.085	0.022		
WZ03	0.443			0.254	0.107	0	0	0.358	0.111		
WZ04	2.259			1.559	0.656	0	0	0	0		
WZ05	2.228			1.524	0.642	0	0	0	0		
WZ06	0.412			0.236	0.1	0	0	0.358	0.111		
WZ07	0.244			0.167	0.07	0	0	0	0		
WZ08	1.297			1.713	0.721	0	0	0.407	0.136		
WZ09	1.801			2.067	0.87	0	0	0	0		
WZ10	0.107			0.142	0.06	0	0	0.409	0.136		
WZ11	0.076			0.064	0.027	0	0	0.289	0.086		
WZ12	1.496			1.734	0.73	0	0	0	0		
WZ13	1.496			1.755	0.739	0	0	0	0		
WZ14	1.923			2.357	0.992	0	0	0	0		
WZ15	1.984			1.382	0.582	0	0	0	0		
WZ16	0.107			0.143	0.06	0	0	0.412	0.138		
WZ17	1.297			1.73	0.728	0	0	0.41	0.137		
WZ18	0.244			0.17	0.072	0	0	0	0		
WZ19	0.473			0.29	0.122	0	0	0.376	0.118		
WZ20	0.244			0.17	0.072	0	0	0	0		
WZ21	2.259			1.59	0.669	0	0	0	0		
WZ22	0.29			0.121	0.051	0	0	0.201	0.048		
WZ23	0.748			0.626	0.263	0	0	0.289	0.086		
WZ24	0.168			0.223	0.094	0	0	0.409	0.136		
WZ25	0.168			0.225	0.095	0	0	0.412	0.138		
WZ26	0.198			0.265	0.111	0	0	0.41	0.137		
WZ27	0.198			0.262	0.11	0	0	0.407	0.136		
WZ28	0.473			0.198	0.083	0	0	0.201	0.048		
WZ29	0.534			0.327	0.138	0	0	0.376	0.118		
WZ30	0.473			0.271	0.114	0	0	0.358	0.111		
WZ31	0.412			0.252	0.106	0	0	0.376	0.118		
WZ32	0.443			0.254	0.107	0	0	0.358	0.111		
WZ33	0.305			0.128	0.054	0	0	0.17	0.043		
WZ34	0.29			0.121	0.051	0	0	0.085	0.022		

ZEMİN KAT X-X YÖNÜ DÖŞEME STATİK HESABI

Döş. Adı	Pd (t/m ²)	Lx (m)	Ly (m)	m=lu/lk	Alfax2+	Mx2+ (tcm/m)	Alfax1 ⁻	Mx1 ⁻ (tcm/m)	Alfax3 ⁻	Mx3 ⁻ (tcm/m)
DZ01	0.98	3.15	3.7	1.17	0.046	44.7	0.06	59.11	0.03	29.55
DZ02	0.98	3.15	3.65	1.16	0.045	43.92	0.06	58.18	0.03	29.09
DZ03	0.98	2.15	2.45	1.14	0.037	16.84	0.049	22.48	0.025	11.19
DZ04	0.98	2.95	3.7	1.25	0.049	41.68	0.064	55.01	0.032	27.5
DZ05	0.98	2.95	3.65	1.24	0.048	41.25	0.063	54.42	0.032	27.21
DZ06	0.98	2.15	4.5	2.09	0	30.35	0	50.59	0	0

ZEMİN KAT Y-Y YÖNÜ DÖŞEME STATİK HESABI

Döş. Adı	Durum	t (cm)	G (t/m ²)	Q (t/m ²)	AlfaY2+	My2+ (tcm/m)	AlfaY1 ⁻	My1 ⁻ (tcm/m)	AlfaY3 ⁻	My3 ⁻ (tcm/m)
DZ01	3	0.12	0.175	0.2	0.037	36.16	0.049	47.89	0.025	24.43
DZ02	3	0.12	0.175	0.2	0.037	36.16	0.049	47.89	0.025	24.43
DZ03	2	0.12	0.175	0.2	0.031	14.11	0.041	18.67	0.021	9.56
DZ04	3	0.12	0.175	0.2	0.037	31.72	0.049	42	0.025	21.43
DZ05	3	0.12	0.175	0.2	0.037	31.72	0.049	42	0.025	21.43
DZ06	0	0.12	0.175	0.2	0	0	0	0	0	0

ZEMİN KAT DÖŞEME BETONARME HESABI (AÇIKLIKTA)

Döş. Adı	Mdx (tcm/m)	Asx (cm ² /m)	Düzx	Pilyex	Seçilen Asx (cm ² /m)	Mdy (tcm/m)	Asy (cm ² /m)	Düzy	Pilyey	Seçilen Asy (cm ² /m)
DZ01	44.7	2.72	Ø8/36	Ø8/36	2.79	36.16	2.2	Ø8/36	Ø8/36	2.79
DZ02	43.92	2.67	Ø8/36	Ø8/36	2.79	36.16	2.2	Ø8/36	Ø8/36	2.79
DZ03	16.84	1.02	Ø8/36	Ø8/36	2.79	14.11	0.86	Ø8/36	Ø8/36	2.79
DZ04	41.68	2.53	Ø8/36	Ø8/36	2.79	31.72	1.93	Ø8/36	Ø8/36	2.79
DZ05	41.25	2.51	Ø8/36	Ø8/36	2.79	31.72	1.93	Ø8/36	Ø8/36	2.79
DZ06	30.35	1.85	Ø8/36	Ø8/36	2.79	0	2.16	Ø8/36	Ø8/36	2.79

ZEMİN KAT BETONARME DÖŞEME HESABI (MESNET)

Döş1. Adı	Hesap Yeri	Döş2. Adı	Mm1 (tcm/m)	Mm2 (tcm/m)	Mmk/Mmb	Mdmax	Gerekli As (cm ² /m)	Mevcut As (cm ² /m)	Ek Donatı	Seçilen As (cm ² /m)
DZ01	Sol	---	29.55	---	---	29.55	1.8	1.36	Ø8/50	2.36
DZ01	Sağ	DZ03	59.11	22.48	0.38	49.2	2.99	1.87	Ø8/44	3.01
DZ01	Üst	---	24.43	---	---	24.43	1.49	1.1	Ø8/50	2.1
DZ01	Alt	DZ02	47.89	47.89	1	47.89	2.91	2.2	Ø8/50	3.2
DZ02	Sol	---	29.09	---	---	29.09	1.77	1.33	Ø8/50	2.34
DZ02	Sağ	DZ06	58.18	50.59	0.87	58.18	3.54	2.26	Ø8/39	3.55
DZ02	Üst	DZ01	47.89	47.89	1	47.89	2.91	2.2	Ø8/50	3.2
DZ02	Alt	---	24.43	---	---	24.43	1.49	1.1	Ø8/50	2.1
DZ03	Sol	DZ01	22.48	59.11	0.38	49.2	2.99	1.87	Ø8/44	3.01
DZ03	Sağ	DZ04	22.48	55.01	0.41	45.86	2.79	1.78	Ø8/49	2.8
DZ03	Üst	---	9.56	---	---	9.56	0.58	0.43	Ø8/50	1.43
DZ03	Alt	DZ06	18.67	0	0	18.67	1.13	1.51	---	---
DZ04	Sol	DZ03	55.01	22.48	0.41	45.86	2.79	1.78	Ø8/49	2.8
DZ04	Sağ	---	27.5	---	---	27.5	1.67	1.27	Ø8/50	2.27
DZ04	Üst	---	21.43	---	---	21.43	1.3	0.96	Ø8/50	1.97
DZ04	Alt	DZ05	42	42	1	42	2.55	1.93	Ø8/50	2.93
DZ05	Sol	DZ06	54.42	50.59	0.93	54.42	3.31	2.18	Ø8/44	3.32
DZ05	Sağ	---	27.21	---	---	27.21	1.65	1.25	Ø8/50	2.26
DZ05	Üst	DZ04	42	42	1	42	2.55	1.93	Ø8/50	2.93
DZ05	Alt	---	21.43	---	---	21.43	1.3	0.96	Ø8/50	1.97
DZ06	Sol	DZ02	50.59	58.18	0.87	58.18	3.54	2.26	Ø8/39	3.55
DZ06	Sağ	DZ05	50.59	54.42	0.93	54.42	3.31	2.18	Ø8/44	3.32
DZ06	Üst	DZ03	0	18.67	0	18.67	1.13	1.51	---	---
DZ06	Alt	---	0	---	---	0	0	1.08	---	---

KATLARA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ

Hesap Veri Giriş Bilgileri

Deprem Bölgesi	= 1. Derece Deprem Bölgesi	
Ao	= 0.4	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
I	= 1	Bina Önem Katsayısı
R	= 2	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
ST	= 2.5	Spektrum Katsayısı

DEPREMDEN DOLAYI KATLARA GELEN KESME KUVVETLERİ

Katın Adı	WG (t)	HYKK	WQ (t)	Wi	Hi	Wi*Hi	$\frac{(Wi*Hi)}{\sum(Wi*Hi)}$	Vt (t)	Vi (t)	Qi (t)
ZEMİN KAT	58.321	0.3	11.955	61.908	2.75	170.246	1	30.954	30.954	30.954
TOPLAM	58.321	---	---	61.908	---	170.246	1,000	---	30.954	---

TABLODA KULLANILAN SİMGELER VE AÇIKLAMALARI

WG (t)	:Katın Ölü Yük Toplamı
HYKK	:Hareketli Yük Katılım Katsayısı
WQ (t)	:Katın Hareketli Yük Toplamı
Wi (t)	:Katın Deprem Etkisi Hesabında Kullanılan Yük Toplamı ($Wi=WG+HYKK*WQ$)
Hi (m)	:Kat Üst Döşeme Üstünün Temel Üstünden Mesafesi
Vt (t)	:Binaya Depremden Dolayı Gelen Toplam Kesme Kuvveti (Taban Kesme Kuvveti)
Vi (t)	:Katlara Depremden Dolayı Kat Hizalarında Etkiyen Kuvvet
Qi (t)	:Katlara Depremden Dolayı Etkiyen Kesme Kuvveti

KAT KÜTLE VE KAYMA MERKEZİ KOORDİNATLARI

Kat İsmi	Kütle Merkezi Koordinatları		Kayma Merkezi Koordinatları	
	Xkütle (m)	Ykütle (m)	Xkayma (m)	Ykayma (m)
ZEMİN KAT	4.14	3.61	4.17	2.9

ZEMİN KAT DUVAR RİJİTLİKLERİ ve KAYMA MERKEZİ HESABI

Duvar Adı	Duvar Yönü	Duvar Etkili Yüksekliği (m)	Duvar Uzunluğu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Dx (m)	Dx ² (m ²)	I _{ox} =Dx ³ /Y ² (m ³)	Dy (m)	Dy ² (m ²)	I _{oy} =Dy ³ /X ² (m ³)
WZ01	X-X	1.4	1.05	0.15	0.135	0	0	0	0	0
WZ02	X-X	0.5	0.45	0.15	0.162	0	0	0	0	0
WZ03	X-X	1.4	0.8	0.15	0.103	0	0	0	0	0
WZ04	Y-Y	2.55	3.85	0.15	0	0	0	0.272	2.242	18.497
WZ05	Y-Y	2.55	3.8	0.15	0	0	0	0.268	2.213	18.257
WZ06	X-X	1.4	0.75	0.15	0.096	0.709	5.209	0	0	0
WZ07	Y-Y	2.55	0.55	0.15	0	0	0	0.039	0.206	1.091
WZ08	Y-Y	1.9	2.2	0.15	0	0	0	0.208	1.105	5.855
WZ09	X-X	2.55	3.1	0.15	0.219	0.81	2.996	0	0	0
WZ10	Y-Y	1.9	0.25	0.15	0	0	0	0.024	0.126	0.665
WZ11	X-X	1.9	0.2	0.15	0.019	0.046	0.114	0	0	0
WZ12	Y-Y	2.55	2.6	0.15	0	0	0	0.184	0.973	5.155
WZ13	Y-Y	2.55	2.6	0.15	0	0	0	0.184	0.578	1.821
WZ14	X-X	2.55	3.3	0.15	0.233	0.862	3.189	0	0	0
WZ15	Y-Y	2.55	3.32	0.15	0	0	0	0.235	0	0
WZ16	Y-Y	1.9	0.25	0.15	0	0	0	0.024	0.075	0.235
WZ17	Y-Y	1.9	2.2	0.15	0	0	0	0.208	0.657	2.068
WZ18	Y-Y	2.55	0.55	0.15	0	0	0	0.039	0.122	0.385
WZ19	X-X	1.4	0.85	0.15	0.109	0.803	5.904	0	0	0
WZ20	Y-Y	2.55	0.48	0.15	0	0	0	0.034	0	0
WZ21	Y-Y	2.55	3.85	0.15	0	0	0	0.272	0	0
WZ22	X-X	2	0.55	0.15	0.05	0.344	2.391	0	0	0
WZ23	X-X	1.9	1.3	0.15	0.123	0.302	0.739	0	0	0
WZ24	Y-Y	1.9	0.35	0.15	0	0	0	0.033	0.176	0.931
WZ25	Y-Y	1.9	0.35	0.15	0	0	0	0.033	0.104	0.329
WZ26	Y-Y	1.9	0.4	0.15	0	0	0	0.038	0.119	0.376
WZ27	Y-Y	1.9	0.4	0.15	0	0	0	0.038	0.201	1.064
WZ28	X-X	2	0.85	0.15	0.076	0.532	3.695	0	0	0
WZ29	X-X	1.4	0.95	0.15	0.122	0.898	6.598	0	0	0
WZ30	X-X	1.4	0.85	0.15	0.109	0.803	5.904	0	0	0
WZ31	X-X	1.4	0.75	0.15	0.096	0	0	0	0	0
WZ32	X-X	1.4	0.8	0.15	0.103	0	0	0	0	0
WZ33	X-X	0.5	0.5	0.15	0.15	0	0	0	0	0
WZ34	X-X	0.5	0.55	0.15	0.198	0	0	0	0	0
TOPLAM	---	---	---	---	2.104	6.108	36.739	2.131	8.896	57

ZEMİN KAT KÜTLE MERKEZİ HESABI

	Duvar	Gdöş+n*Qdöş	Hatıl	Düşey Hatıl	Pencere	Kapı
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ01 0.595 0 0.98 0 0 0.29 0	DZ01 6.235 0 3.15 0 3.7 9.821 11.536	HZ01 0.06 3.28 4.08 2.45 2.45 0.22 0.147		PZ01 0.415 0.78 2.28 7.35 7.35 0.632 3.048	KZ01 0.185 3.28 4.08 2.45 2.45 0.681 0.454
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ02 0.229 3.15 3.52 0 0 0.764 0	DZ02 6.151 0 3.15 3.7 7.35 9.688 33.985	HZ02 0.06 5.3 5.3 3.52 2.72 0.318 0.188		PZ02 0.415 5.98 7.48 7.35 7.35 2.789 3.048	KZ02 0.185 5.3 5.3 3.52 2.72 0.982 0.579
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ03 0.443 5.3 6.02 0 0 2.506 0	DZ03 2.818 3.15 5.3 0 2.45 11.907 3.452	HZ03 0.06 3.15 3.15 3.52 2.72 0.189 0.188		PZ03 0.415 0.98 2.48 0 0 0.715 0	KZ03 0.185 3.15 3.15 3.52 2.72 0.583 0.579
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ04 2.259 8.25 8.25 3.7 0 18.636 4.179	DZ04 5.84 5.3 8.25 0 3.7 39.563 10.803	HZ04 0.06 3.15 3.15 4.82 4.02 0.189 0.266		PZ04 0.415 6.02 7.52 0 0 2.81 0	KZ04 0.185 3.15 3.15 4.82 4.02 0.583 0.82
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ05 2.228 8.25 8.25 7.35 3.7 18.384 12.311	DZ05 5.761 5.3 8.25 3.7 7.35 39.028 31.827	HZ05 0.06 5.3 5.3 4.82 4.02 0.318 0.266		PZ05 0.177 3.52 3.92 0 0 0.66 0	KZ05 0.185 5.3 5.3 4.82 4.02 0.982 0.82
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ06 0.412 5.3 5.98 7.35 7.35 2.323 3.029	DZ06 5.176 3.15 5.3 2.45 6.95 21.869 24.328	HZ06 0.067 3.62 4.52 6.95 6.95 0.275 0.469		PZ06 0.177 4.42 4.82 0 0 0.82 0	KZ06 0.194 3.62 4.52 6.95 6.95 0.79 1.348
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ07 0.244 5.3 5.3 7.35 6.95 1.294 1.746		HZ07 0.112 0.78 2.28 7.35 7.35 0.172 0.827			
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ08 1.297 5.3 5.3 6.95 4.82 6.876 7.638		HZ08 0.112 5.98 7.48 7.35 7.35 0.757 0.827			

ZEMİN KAT KÜTLE MERKEZİ HESABI

	Duvar	Gdöş+n*Qdöş	Hatıl	Düşey Hatıl	Pencere	Kapı
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ09 1.801 5.3 8.25 3.7 3.7 12.202 6.664		HZ09 0.112 0.98 2.48 0 0 0.194 0			
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ10 0.107 5.3 5.3 3.7 3.52 0.566 0.386		HZ10 0.112 6.02 7.52 0 0 0.762 0			
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ11 0.076 3.15 3.28 2.45 2.45 0.245 0.187		HZ11 0.03 3.52 3.92 0 0 0.112 0			
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ12 1.496 5.3 5.3 2.45 0 7.927 1.832		HZ12 0.03 4.42 4.82 0 0 0.139 0			
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ13 1.496 3.15 3.15 2.45 0 4.712 1.832					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ14 1.923 0 3.15 3.7 3.7 3.029 7.115					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ15 1.984 0 0 6.95 3.7 0 10.565					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ16 0.107 3.15 3.15 3.7 3.52 0.337 0.386					

ZEMİN KAT KÜTLE MERKEZİ HESABI

	Duvar	Gdöş+n*Qdöş	Hatıl	Düşey Hatıl	Pencere	Kapı
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ17 1.297 3.15 3.15 6.95 4.82 4.087 7.638					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ18 0.244 3.15 3.15 7.35 6.95 0.769 1.746					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ19 0.473 0 0.78 7.35 7.35 0.183 3.478					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ20 0.244 0 0 7.35 6.95 0 1.746					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ21 2.259 0 0 3.7 0 0 4.179					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ22 0.29 3.15 3.62 6.95 6.95 0.982 2.015					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ23 0.748 4.08 5.3 2.45 2.45 3.506 1.832					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ24 0.168 5.3 5.3 2.72 2.45 0.89 0.434					

ZEMİN KAT KÜTLE MERKEZİ HESABI

	Duvar	Gdöş+n*Qdöş	Hatıl	Düşey Hatıl	Pencere	Kapı
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ25 0.168 3.15 3.15 2.72 2.45 0.529 0.434					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ26 0.198 3.15 3.15 4.02 3.7 0.625 0.766					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ27 0.198 5.3 5.3 4.02 3.7 1.052 0.766					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ28 0.473 4.52 5.3 6.95 6.95 2.324 3.288					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ29 0.534 2.28 3.15 7.35 7.35 1.449 3.926					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ30 0.473 7.48 8.25 7.35 7.35 3.72 3.478					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ31 0.412 2.48 3.15 0 0 1.159 0					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ32 0.443 7.52 8.25 0 0 3.491 0					

ZEMİN KAT KÜTLE MERKEZİ HESABI

	Duvar	Gdöş+n*Qdöş	Hatıl	Düşey Hatıl	Pencere	Kapı
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ33 0.305 3.92 4.42 0 0 1.274 0					
Ad W=G+n*Q X1 X2 Y1 Y2 W*X W*Y	WZ34 0.29 4.82 5.3 0 0 1.468 0					
TOPLAM W TOP(W*X _{ort}) TOP(W*Y _{ort})	25.916 107.598 93.599	31.981 131.875 115.931	0.878 3.644 3.176	0 0 0	2.013 8.427 6.097	1.12 4.601 4.598
ZEMİN KAT	Toplam(Kat	Ağırlığı*X bileşen)=256.146	tm			
ZEMİN KAT	Toplam(Kat	Ağırlığı*Y bileşen)=223.401	tm			
ZEMİN KAT	Toplam Kat	Ağırlığı=61.908	t			
ZEMİN KAT	Kütle Merkezi X	Koordinat Değeri=4.14	m			
ZEMİN KAT	Kütle Merkezi Y	Koordinat Değeri=3.61	m			

ZEMİN KAT DUVAR KESME KUVVETLERİ HESABI

Duvar Adı	Duvar Yönü	V _x (t)	V _y (t)	V _{bx1} (t)	V _{by1} (t)	V _{tx1} (t)	V _{ty1} (t)			
WZ01	X-X	1.986	0	0.012	0	1.998	0			
WZ02	X-X	2.383	0	0.014	0	2.397	0			
WZ03	X-X	1.513	0	0.009	0	1.522	0			
WZ04	Y-Y	0	3.947	0	0.627	0	4.574			
WZ05	Y-Y	0	3.896	0	0.619	0	4.515			
WZ06	X-X	1.419	0	0.013	0	1.431	0			
WZ07	Y-Y	0	0.564	0	0.025	0	0.589			
WZ08	Y-Y	0	3.027	0	0.133	0	3.16			
WZ09	X-X	3.219	0	0.005	0	3.224	0			
WZ10	Y-Y	0	0.344	0	0.015	0	0.359			
WZ11	X-X	0.279	0	0	0	0.279	0			
WZ12	Y-Y	0	2.666	0	0.117	0	2.783			
WZ13	Y-Y	0	2.666	0	0.106	0	2.772			
WZ14	X-X	3.427	0	0.005	0	3.432	0			
WZ15	Y-Y	0	3.409	0	0.554	0	3.964			
WZ16	Y-Y	0	0.344	0	0.014	0	0.358			
WZ17	Y-Y	0	3.027	0	0.121	0	3.148			
WZ18	Y-Y	0	0.564	0	0.023	0	0.586			
WZ19	X-X	1.608	0	0.014	0	1.622	0			
WZ20	Y-Y	0	0.487	0	0.079	0	0.566			
WZ21	Y-Y	0	3.947	0	0.642	0	4.589			
WZ22	X-X	0.728	0	0.006	0	0.734	0			
WZ23	X-X	1.812	0	0.002	0	1.813	0			
WZ24	Y-Y	0	0.482	0	0.021	0	0.503			
WZ25	Y-Y	0	0.482	0	0.019	0	0.501			
WZ26	Y-Y	0	0.55	0	0.022	0	0.572			
WZ27	Y-Y	0	0.55	0	0.024	0	0.575			
WZ28	X-X	1.125	0	0.009	0	1.135	0			
WZ29	X-X	1.797	0	0.016	0	1.813	0			
WZ30	X-X	1.608	0	0.014	0	1.622	0			
WZ31	X-X	1.419	0	0.008	0	1.427	0			
WZ32	X-X	1.513	0	0.009	0	1.522	0			
WZ33	X-X	2.207	0	0.013	0	2.219	0			
WZ34	X-X	2.913	0	0.017	0	2.93	0			
TOPLAM	---	30.954	30.954	0.166	3.16	31.12	34.114			

ZEMİN KAT DUVAR DÜŞEY GERİLME KONTROLÜ

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narınlık Oranı	Narınlık Azaltma Katsayısı	Basınç Dayanım Gerilmesi (Mpa) (Duvar)	Duvar Düşey Yüğü (t)	Duvar Basınç Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Day. Gerilmesi (Mpa)(Duvar)	Basınç Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
WZ01	-----	1.05	0.15	17	0.7	0.14	1.608	0.1	0.09	%117	X
WZ02	-----	0.45	0.15	17	0.7	0.14	0.471	0.07	0.09	%80	Ok
WZ03	-----	0.8	0.15	17	0.7	0.14	1.273	0.11	0.09	%122	X
WZ04	-----	3.85	0.15	17	0.7	0.14	4.474	0.08	0.09	%89	Ok
WZ05	-----	3.8	0.15	17	0.7	0.14	4.394	0.08	0.09	%89	Ok
WZ06	-----	0.75	0.15	17	0.7	0.14	1.217	0.11	0.09	%124	X
WZ07	-----	0.55	0.15	17	0.7	0.14	0.482	0.06	0.09	%67	Ok
WZ08	-----	2.2	0.15	17	0.7	0.14	4.274	0.13	0.09	%149	X
WZ09	-----	3.1	0.15	17	0.7	0.14	4.738	0.1	0.09	%117	X
WZ10	-----	0.25	0.15	17	0.7	0.14	0.853	0.23	0.09	%262	X
WZ11	-----	0.2	0.15	17	0.7	0.14	0.542	0.18	0.09	%208	X
WZ12	-----	2.6	0.15	17	0.7	0.14	3.96	0.1	0.09	%117	X
WZ13	-----	2.6	0.15	17	0.7	0.14	3.989	0.1	0.09	%118	X
WZ14	-----	3.3	0.15	17	0.7	0.14	5.272	0.11	0.09	%123	X
WZ15	-----	3.32	0.15	17	0.7	0.14	3.948	0.08	0.09	%91	Ok
WZ16	-----	0.25	0.15	17	0.7	0.14	0.86	0.23	0.09	%264	X
WZ17	-----	2.2	0.15	17	0.7	0.14	4.302	0.13	0.09	%150	X
WZ18	-----	0.55	0.15	17	0.7	0.14	0.486	0.06	0.09	%68	Ok
WZ19	-----	0.85	0.15	17	0.7	0.14	1.379	0.11	0.09	%124	X
WZ20	-----	0.48	0.15	17	0.7	0.14	0.486	0.07	0.09	%78	Ok
WZ21	-----	3.85	0.15	17	0.7	0.14	4.518	0.08	0.09	%90	Ok
WZ22	-----	0.55	0.15	17	0.7	0.14	0.711	0.09	0.09	%99	Ok
WZ23	-----	1.3	0.15	17	0.7	0.14	2.012	0.1	0.09	%119	X
WZ24	-----	0.35	0.15	17	0.7	0.14	1.029	0.2	0.09	%226	X
WZ25	-----	0.35	0.15	17	0.7	0.14	1.037	0.2	0.09	%227	X
WZ26	-----	0.4	0.15	17	0.7	0.14	1.122	0.19	0.09	%215	X
WZ27	-----	0.4	0.15	17	0.7	0.14	1.114	0.19	0.09	%213	X
WZ28	-----	0.85	0.15	17	0.7	0.14	1.003	0.08	0.09	%91	Ok
WZ29	-----	0.95	0.15	17	0.7	0.14	1.494	0.1	0.09	%121	X
WZ30	-----	0.85	0.15	17	0.7	0.14	1.328	0.1	0.09	%120	X
WZ31	-----	0.75	0.15	17	0.7	0.14	1.265	0.11	0.09	%129	X
WZ32	-----	0.8	0.15	17	0.7	0.14	1.273	0.11	0.09	%122	X
WZ33	-----	0.5	0.15	17	0.7	0.14	0.7	0.09	0.09	%107	X
WZ34	-----	0.55	0.15	17	0.7	0.14	0.569	0.07	0.09	%79	Ok

ZEMİN KAT DUVAR KAYMA GERİLMESİ KONTROLÜ

Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüğü (t)	Duvar Düşey Gerilmesi	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkiyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	Durum	rem Formülü rem Limit Değeri Duvar Bloğu Basınç Dayanımı Formüller: TS EN 1996-1-1 Birimler:(Mpa)
WZ01	1.05	0.15	0.822	0.05	0.05	2	0.13	0.07	%185	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ02	0.45	0.15	0.199	0.03	0.05	2.4	0.36	0.06	%609	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ03	0.8	0.15	0.678	0.06	0.05	1.52	0.13	0.07	%180	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ04	3.85	0.15	1.756	0.03	0.05	4.57	0.08	0.06	%135	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ05	3.8	0.15	1.716	0.03	0.05	4.51	0.08	0.06	%135	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ06	0.75	0.15	0.658	0.06	0.05	1.43	0.13	0.07	%178	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ07	0.55	0.15	0.188	0.02	0.05	0.59	0.07	0.06	%129	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ08	2.2	0.15	2.377	0.07	0.05	3.16	0.1	0.08	%124	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ09	3.1	0.15	2.328	0.05	0.05	3.22	0.07	0.07	%103	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ10	0.25	0.15	0.609	0.16	0.05	0.36	0.1	0.12	%81	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ11	0.2	0.15	0.387	0.13	0.05	0.28	0.09	0.1	%90	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ12	2.6	0.15	1.953	0.05	0.05	2.78	0.07	0.07	%106	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ13	2.6	0.15	1.976	0.05	0.05	2.77	0.07	0.07	%105	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ14	3.3	0.15	2.654	0.05	0.05	3.43	0.07	0.07	%100	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ15	3.32	0.15	1.557	0.03	0.05	3.96	0.08	0.06	%135	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ16	0.25	0.15	0.615	0.16	0.05	0.36	0.1	0.12	%80	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ17	2.2	0.15	2.399	0.07	0.05	3.15	0.1	0.08	%123	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ18	0.55	0.15	0.192	0.02	0.05	0.59	0.07	0.06	%128	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ19	0.85	0.15	0.738	0.06	0.05	1.62	0.13	0.07	%179	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ20	0.48	0.15	0.192	0.03	0.05	0.57	0.08	0.06	%139	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ21	3.85	0.15	1.791	0.03	0.05	4.59	0.08	0.06	%135	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ22	0.55	0.15	0.352	0.04	0.05	0.73	0.09	0.06	%139	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ23	1.3	0.15	1.019	0.05	0.05	1.81	0.09	0.07	%136	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ24	0.35	0.15	0.7	0.13	0.05	0.5	0.1	0.11	%91	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ25	0.35	0.15	0.707	0.13	0.05	0.5	0.1	0.11	%90	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ26	0.4	0.15	0.749	0.12	0.05	0.57	0.1	0.1	%94	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ27	0.4	0.15	0.743	0.12	0.05	0.57	0.1	0.1	%95	Ok	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ28	0.85	0.15	0.438	0.03	0.05	1.13	0.09	0.06	%147	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$
WZ29	0.95	0.15	0.78	0.05	0.05	1.81	0.13	0.07	%183	X	$\text{rem}=(\sigma+0.5\sigma)^{*}\text{bdk}$ $\text{rem}_{\text{lim}}=\text{Atanmadı}$

EK 4: Mevcut Yığma Yapının Performans Sonuçları

MEVCUT BİNA DEPREM PERFORMANS RAPORU	
Deprem Performansı Değerlendirme Opsiyonu:	Bina Performansını; (Sağlamayan Toplam Ve)/Qbi formülü ile hesapla
Deprem Performansı Değerlendirmesi İçin Yönetmelik Seçimi:	RBTE 2013
Bina Deprem Performans Düzeyi:	
!!!!!!!RİSKLİ BİNA!!!!!!!	

MEVCUT YAPI İNCELEME VE GÜÇLENDİRME OPSİYONLARI

Analiz Tipi:	MEVCUT BİNA DEPREM PERFORMANS RAPORU
Bina Bilgi Düzeyi:	Asgari
Bilgi Düzeyi Katsayısı:	0.9
7.8.1 İçin İvme Spektrum Çarpanı:	1 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem için hesap

ANALİZ OPSİYONLARI

Deprem Yüğü Hesabında %5 Ek Dışmerkezlik Etkisini Mevcut Dışmerkezliğe Ekleme Opsiyonu:	Eklenmedi
Deprem Yönü Opsiyonu:	
Deprem Kuvvetleri X ve Y Yönlerinde uygulandı	

PROJE ANALİZ SEÇENEKLERİ (ÖZET)

YÜK KOMBİNASYONLARI

Basınç Gerilmesi Kontrolleri İçin Kullanılacak Yük Katsayıları

1	*G+	1	*Q
---	-----	---	----

Döşeme Betonarme Hesabı İçin Kullanılan Yük Katsayıları

1.4	*G+	1.6	*Q
-----	-----	-----	----

Kayma Emniyet Gerilmesi Hesabı İçin Kullanılacak Yük Katsayıları

1	*G+	HYKK	*Q
---	-----	------	----

Kayma Gerilmesi Hesabı İçin Kullanılan Yük Katsayıları

1.0	*G+	HYKK	*Q+	1.0	*E
-----	-----	------	-----	-----	----

G:Ölü yük

Q:Hareketli Yük

HYKK:Hareketli Yük Katılım Katsayısı

E:Deprem Yüğü

PROJE PARAMETRELERİ

Kat Sayısı:	1	(Bodrum ve Zemin Katlar Dahil)
I:	1	Bina Önem Katsayısı
R:	2	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
Ao:	0.4	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
S(T):	2.5	Spektrum Katsayısı

Deprem Performansı Değerlendirme Opsiyonu:	Bina Performansını; (Sağlamayan Toplam V_e)/ Q_{bi} formülü ile hesapla
Deprem Performansı Değerlendirmesi İçin Yönetmelik Seçimi:	RBTE 2013
Bina Deprem Performans Düzeyi:	

!!!!!!!RİSKLİ BİNA!!!!!!!

PERFORMANS RAPORU												
Kat İsmi	Deprem Yönü	Q_i (ton)	e (m)	M_{bi} (tm)	Q_{tbi} (ton)	ΣV_r (Duvar) (ton)	ΣV_e (ton)	Yetersiz ΣV_r (ton)	Yetersiz ΣV_e (ton)	ΣW_a (m ²)	ΣW_L (m)	Yetersiz V_e/Q_{bi} (%)
ZEMİN KAT	X-X	30.95	0.04	1.14	31.12	18.04	31.12	17.73	30.84	2.64	17.6	99.1
	Y-Y	30.95	0.71	21.84	34.11	28.00	34.11	24.79	31.25	4.2	28	91.6

Kullanılan Simgeler ve Açıklamaları

Q_i :Kata Etkiyen Deprem Kuvveti (Burulmasız) (Ton)
 e :Kat Kütle Merkezi ile Rijitlik Merkezi Arasındaki Mesafe İzdüşüm Uzunluğu
 M_{bi} :Kat Burulma Momenti
 Q_{tbi} :Kata Etkiyen Burulmalı Kesme Kuvveti
 ΣV_r (Duvar): Duvar Kesme Kuvvet Taşıma Kapasitesi ($V_r = t_{em} \cdot \text{Duvar Uzunluğu} \cdot \text{Duvar Genişliği}$)
 ΣV_e :Duvarlara etkiyen toplam kesme kuvveti (Burulma dahil)
Yetersiz ΣV_r :Kapasitesi yetersiz duvarların kesme kapasitesi toplamı
Yetersiz ΣV_e :Kapasitesi yetersiz duvarlara gelen toplam kesme kuvveti (Burulma Dahil)
 ΣW_a :Kattaki ilgili yönde duvar alanı bileřeni (m²)
 ΣW_L :Kattaki ilgili yöndeki duvar uzunluğu toplamı (eğik duvar izdüşümleriyle) (metre)
Yetersiz V_e/Q_{bi} (%):Dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı

ÖZGEÇMİŞ

Şenol İLBASAN 17.01.1990 tarihinde Patnos'ta doğdu. İlköğrenimini Ağrı Patnos Yukarı Kamışlı İlköğretim Okulu'nda, Lise öğrenimini ise İzmir Büyük Çiğli Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2009 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisi Bölümü'nü kazandı. 2013'te mezun olduktan sonra ikinci yıl Yüksek Lisans eğitime ve aynı zamanda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü'nde çalışmaya başladı. Halen Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime devam etmektedir.