

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE KIRSAL KESİMDE
KULLANILAN YAPIM YÖNTEMLERİNİN
DEPREME DAYANIKLI EKONOMİK KONUT
ÜRETİMİ İÇİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

Necibe VATANSEVER EROL

Mart, 2024

İZMİR

**TÜRKİYE’DE KIRSAL KESİMDE
KULLANILAN YAPIM YÖNTEMLERİNİN
DEPREME DAYANIKLI EKONOMİK KONUT
ÜRETİMİ İÇİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi
Mimarlık, Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Programı**

Necibe VATANSEVER EROL

Mart, 2024

İZMİR

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NECİBE VATANSEVER EROL tarafından **PROF.DR. AHMET VEFA ORHON** yönetiminde hazırlanan **“TÜRKİYE’DE KIRSAL KESİMDE KULLANILAN YAPIM YÖNTEMLERİNİN DEPREME DAYANIKLI EKONOMİK KONUT ÜRETİMİ İÇİN İYİLEŞTİRİLMESİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ahmet Vefa ORHON

Danışman

Doç.Dr. Sadık Can GİRGIN

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof.Dr. Müjde ALTIN

Tez İzleme Komitesi Üyesi

Prof.Dr. Mustafa Emre İLAL

Jüri Üyesi

Doç.Dr. Onur MERTER

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Doktora tez sürecimin yürütülmesi ve tamamlanmasında destek ve katkılarından dolayı sayın tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet Vefa ORHON'a, tez izleme komitesi üyeleri, sayın Prof. Dr. Müjde ALTIN ve sayın Prof. Dr. Serap KAHRAMAN'a,

Doktora tez bitirme sınavıma gelerek katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Mustafa Emre İLAL, Doç. Dr. Sadık Can GİRĞİN ve Doç. Dr. Onur MERTER'e,

Tez sürecinde, yığma yapıların deprem hesabı, modellenmesi ve analizi konusunda beni bilgilendiren ve yönlendiren, hocam ve arkadaşım sayın Prof. Dr. Taner UÇAR'a, manevi desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Dr. Öğretim Üyesi Aslıhan ŞENEL SOLMAZ'a, Mimarlık Bölümü sekreterimiz Meryem GEMİCİOĞLU'na, değerli Yapı Bilgisi Anabilim Dalı üyesi tüm hocalarım ve arkadaşlarıma,

Bu süreçte sonsuz sabır ve destekleri için aileme, eşim Yalçın EROL ve kızım Defne EROL'a,

En içten dileklerim ile sonsuz teşekkür ediyorum.

Necibe VATANSEVER EROL

TÜRKİYE’DE KIRSAL KESİMDE KULLANILAN YAPIM YÖNTEMLERİNİN DEPREME DAYANIKLI EKONOMİK KONUT ÜRETİMİ İÇİN İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZ

Türkiye, etkin bir deprem kuşağında yer almaktadır. Sadece son 50 yılda, Richter ölçeğine göre büyüklüğü 6.0’nın üzerinde olan yüzlerce deprem meydana gelmiştir. Bu depremler, çok sayıda can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Kırsal kesimde bulunan, mühendislik hizmeti alınmadan, yerel malzeme ve yapım teknikleri kullanılarak yapılan yapılar deprem karşısında ciddi risk oluşturmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumundan alınan verilere göre, kırsal kesimde yer alan mevcut yapı stoku incelendiğinde, önemli bölümünü yığma yapıların oluşturduğu görülmüştür. Diğer yapım yöntemleri ile inşa edilen yapılar da var olmakla birlikte, yığma yapıların yanında önemsenecek kadar az olduğundan, çalışma kapsamında kırsal kesimde bulunan yığma yapılar incelenmiştir. Deprem davranışları ve deprem sırasında oluşan hasarlar incelenmiş, yapıların olası yetersizlikleri ortaya konmuştur. Bu doğrultuda oluşturulan yığma yapı örneği modellenerek farklı deprem yükleri altında performansı değerlendirilmiş, iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Deprem, kırsal kesimde kullanılan yapım yöntemleri, yığma yapım, takviyeli yığma yapım, yapım tekniğinin iyileştirilmesi

IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION METHODS USED IN RURAL SIDE OF TURKEY FOR EARTQUAKE RESISTANT ECONOMIC DWELLING PRODUCTION

ABSTRACT

Turkey is located in an active earthquake zone. In the last 50 years alone, hundreds of earthquakes with magnitudes above 6.0 on the Richter scale have occurred. These earthquakes caused many losses of life and property. Buildings in rural areas built without engineering services and using local materials and construction techniques pose a serious risk against earthquakes. According to the data received from the Turkish Statistical Institute, when the existing building stock in rural areas is examined, it is seen that a significant part of it consists of masonry buildings. Although there are structures built with other construction methods, masonry structures in rural areas were examined within the scope of the study, since they are insignificant compared to masonry structures. Earthquake behavior and damage caused during the earthquake were examined, and possible deficiencies of the structures were revealed. The masonry structure created in this direction was modeled, its performance under different earthquake loads was evaluated, and improvement suggestions were made.

Keywords: Earthquake, construction methods used in rural areas, masonry construction, reinforced masonry construction, improvement of construction techniques

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ

1.1 Tanımlar – Yığma Yapım Yöntemleri	2
1.1.1 Donatısız Yığma, Donatılı Yığma, Kuşatılmış Yığma, Donatılı Panel Sistemler (Yönetmelikteki yığma yapı türleri)	2
1.1.2 Kırsal Konut Tanımı, Türkiye’de Kırsal Kesimde Kullanılan Yapım Yöntemleri	2
1.1.2.1 Yığma Yapım Yöntemleri (Basit Yığma Yapılar)	3
1.1.2.1.1 Taş Yığma Yapım	3
1.1.2.1.2 Tuğla Yığma Yapım	4
1.1.2.1.3 Briket Yığma Yapım	5
1.1.2.1.4 Kerpiç Yığma Yapım	5
1.1.2.2 Karkas Yapım Yöntemleri	6
1.1.2.2.1 Ahşap Karkas Yapım	6
1.1.2.2.1.1 Hımış	7
1.1.2.2.1.2 Bağdadi	7
1.1.2.2.2 Betonarme Karkas Yapım	8
1.2 Amaç	8
1.3 Kapsam	8
1.4 Yöntem	9

BÖLÜM İKİ - KIRSAL KONUTLARIN DEPREME KARŞI İYİLEŞTİRİLMESİ..... 11

2.1 Türkiye’de Deprem.....	11
2.2 Türkiye’de Kırsal Konut Stoku ve Dağılımı	12
2.3 Deprem Yığma Yapılara Etkisi	14
2.4 Deprem Etkisi Altında Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar	15
2.5 Kırsal Konut Üretiminin İyileştirilmesi İçin Türkiye ve Dünya’da Yapılan Çalışmalar	20
2.5.1 Malzemenin İyileştirilmesi	21
2.5.1.1 Alçı Katkılı Kerpiç (Aker)	21
2.5.1.2 Çimento Katkılı Kerpiç	22
2.5.1.3 Lif Katkılı Kerpiç	23
2.5.2 Taşıyıcı Sistem (Duvar) İyileştirilmesi	24
2.5.2.1 Ahşap Yatay ve Dikey Hatıllar Kullanarak İyileştirme	24
2.5.2.2 Yerel Donatı Malzemesi (Bambu-Sazlık vb...) İle İyileştirme ..	27
2.5.2.3 Duvarların Yüzeyinde Hasır Donatı (Kümes Teli) Kullanımı	28
2.5.2.4 Depreme Dayanıklı Kenetli Tuğla	30
2.6 TBDY-2018’de Yığma Yapı Hesap Yaklaşımları.....	32

BÖLÜM ÜÇ - TÜRKİYE KOŞULLARINA UYGUN İYİLEŞTİRME KABULLERİ..... 33

3.1 Türkiye’de Kırsal Kesimde Kullanılan Plan Tipleri	33
3.2 Türkiye Kırsal Kesime Uygun Basit Yığma Yapım Modelinin Oluşturulması	34
3.2.1 Oluşturulan Örnek Bina Hakkında Genel Bilgiler.....	36
3.2.2 Oluşturulan Örnek Binanın Deprem Verilerinin Seçilmesi	36
3.2.2.1 Tasarım Spektral İvme Katsayıları.....	38
3.2.2.2 Bina Kullanım Sınıfı ve Önem Katsayısı.....	39
3.2.2.3 Deprem Tasarım Sınıfları.....	39
3.2.2.4 Bina Yükseklik Sınıfları.....	40
3.2.2.5 Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı.....	41

3.3 Oluşturulan Örnek Binanın SAP2000 Programında Modellenmesi ve Deprem Hesabı.....	41
3.3.1 Bina Ağırlığının Belirlenmesi.....	43
3.3.2 Yatayda Birbirine Dik Doğrultulardaki Deprem Etkilerinin Birleştirilmesi	43
3.3.3 Düşey Deprem Etkisi	44
3.3.4 Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi	44
3.4 Yığma Duvarların Kesme Kuvveti Kapasitelerinin Belirlenmesi	44
3.5 Oluşturulan Örnek Binanın Seçilen Deprem Verileri ve Zemin Sınıflarına Göre Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarların Belirlenmesi	47
3.6 Binanın Deprem Performansının Belirlenmesi.....	50
BÖLÜM DÖRT - İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ	57
4.1 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda, Duvarın Yüzeyine Çelik Hasır Donatı Uygulanması.....	59
4.1.1 Tek Yüzeye Çelik Hasır Donatı Uygulanması.....	58
4.1.2 Çift Yüzeye Çelik Hasır Donatı Uygulanması.....	61
4.2 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda, Duvarın Çift Yüzeyine Çelik Hasır Tel Uygulanması.....	62
4.3 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda, Duvar Örgüsü Esnasında Tuğla Sıraları Arasına Çelik Hasır Tel Uygulanması	64
4.4 İyileştirme Önerilerinin Ekonomik Olarak İrdelemesi	67
4.4.1 Modellenen Örnek Binanın Maliyetinin Belirlenmesi.....	67
4.4.2 Önerilen İyileştirme Yöntemlerinin Ek Maliyetinin Belirlenmesi	69
BÖLÜM BEŞ - SONUÇLAR.....	72
KAYNAKLAR.....	75
EKLER.....	80

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Kırsal kesimde kullanılan yapım yöntemleri	3
Şekil 1.2 Taş yığma yapı	4
Şekil 1.3 Tuğla yığma yapı	4
Şekil 1.4 Briket yığma yapı	5
Şekil 1.5 Kerpiç yığma yapı	6
Şekil 1.6 Hımmış yapı	7
Şekil 1.7 Bağdadi yapı	7
Şekil 1.8 Tez akış şeması	9
Şekil 2.1 a)Yığma yapıda kesme çatlağı (Koç,2016) b)Duvara dik doğrultuda deprem kuvvetleri sonucu duvarın düzlem dışı devrilmesi (Van-Erciş depremi 2011).....	16
Şekil 2.2 Yığma duvarlarda pencere boşlukları oluşan kesme çatlakları (2004 Erzurum depremi)	17
Şekil 2.3 Yığma duvarlar birleşimlerinde köşe hasarları a) 2004 Erzurum depremi b) 2011 Kütahya Simav depremi	17
Şekil 2.4 a) Briket yıkılmış bina (Van-Erciş Depremi-2011). b)Taş malzemeli yıkılmış bina bina. (Bingöl Depremi-2003).....	18
Şekil 2.5 Kırsal kesimde kalın toprak damlı yığma yapılar (2004 Erzurum depremi)	18
Şekil 2.6 Kırsal kesimde hasar gören yığma yapılar (2010 Elazığ depremi)	19
Şekil 2.7 Yığma yapıda çarpma hasarı (S. Korkmaz arşivi)	19
Şekil 2.8 Beycesultan, Tabaka V Sarayı duvar yapısı (M.Ö. 1900).....	20

Şekil 2.9 Yapılan alçı katkılı kerpiç malzemeli deneme evi, İTÜ Ayazağa Kampüsü	21
Şekil 2.10 Takviyesiz ve kenevir lifi takviyeli kerpiç	23
Şekil 2.11 Yatay ahşap hatılların yerleştirilmesi ve bağlanması.....	24
Şekil 2.12 Kat yüksekliğinde okalıptüs ağacı gövdelerinden oluşturulmuş ahşap yatay hatıllar	25
Şekil 2.13 Geleneksel Akseki Evleri.....	25
Şekil 2.14 Karakteristik taş duvar örgüsü tekniği	26
Şekil 2.15 Karakteristik taş duvar örgüsü tekniği	26
Şekil 2.16 Duvar dışına taşırılan ahşap hatıllar	26
Şekil 2.17 Duvar içinde ahşap hatılların yerleşimi.....	26
Şekil 2.18 Duvar köşelerinde ahşap hatılların birleşimi.....	26
Şekil 2.19 Duvar köşe birleşim detayı.....	26
Şekil 2.20 Kerpiç malzeme ile inşa edilen duvar içinde bambu donatı kullanımı	27
Şekil 2.21 Şaşırtmalı duvar örgüsünde bambu vb. malzemenin yerleştirilmesi ...	28
Şekil 2.22 Kerpiç yapıya ait plan şeması ve 3d çizimi.....	29
Şekil 2.23 Kerpiç yapıda duvar yüzeyine kafes teli uygulaması.....	29
Şekil 2.24 2001 Depremi sonrası Moquegua’da hasarsız güçlendirilmiş konut ve takviyesiz ağır hasarlı komşu konut	30
Şekil 2.25 Kerpiç binanın iç görünümü.....	30
Şekil 2.26 a) Anahtar-kilit şeklinde deprem tuğlaları (Kasapoğlu ,2005) b) İspanyol mimar Pablo Campos López tarafından tasarlanan depreme dayanıklı anahtar-kilit modeliyle birbirine bağlanan tuğlalar c) Çeşitli firmalar tarafından üretilen kenetli tuğlalar	30

Şekil 2.27 Nurdağı ilçesinde yapımına başlanan köy evi ve konut yapısı	31
Şekil 2.28 Fiber kompozit bloklar ile duvar örümü	31
Şekil 3.1 Geleneksel Türk konutunun plan tipleri.....	33
Şekil 3.2 Oluşturulan 2 katlı basit yığma bina modeli 1. ve 2. kat planları	34
Şekil 3.3 Türkiye deprem tehlike haritaları interaktif web uygulamasından veri alınan bölgeler	35
Şekil 3.4 rnek binanın SAP2000 programında modellenmesi	42
Şekil 4.1 Çelik hasır donatı	59
Şekil 4.2 Hasır donatının yığma duvarın tek yüzeyine uygulanması	60
Şekil 4.3 Hasır donatının duvarın çift yüzeyine uygulaması.....	61
Şekil 4.4 Çelik hasır tel	62
Şekil 4.5 Çelik hasır telin duvarın çift yüzeyine uygulaması	63
Şekil 4.6 Çelik hasır telin tuğla sıraları arasına yerleştirilmesi.....	64
Şekil 4.7 Çelik hasır telin duvar birleşimlerinde yerleştirilmesi.....	65

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Kullanım amacı, taşıyıcı sistem ve kullanılan yapı malzemesi cinsine göre bina sayısı, 2000	13
Tablo 2.2 2000 yılı sonrası ikamet amaçlı yapı kullanım izin belgesi sayıları – DİE	13
Tablo 3.1 Oluşturulan 2 katlı basit yığma bina modeline ait duvar kalınlıkları ve uzunlukları.....	35
Tablo 3.2 Yığma tuğlanın teknik özellikleri	35
Tablo 3.3 Sismik tehlike haritası detay raporlarından alınan veriler	37
Tablo 3.4 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	39
Tablo 3.5 Deprem tasarım sınıfları	39
Tablo 3.6 Seçilen deprem verileri ve zemin sınıfına göre deprem tasarım sınıfları ..	40
Tablo 3.7 Yığma taşıyıcı sistemler için izin verilen bina yükseklik sınıfları.....	40
Tablo 3.8 Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan bina yükseklik aralıklar	41
Tablo 3.9 Hareketli yük kütle katılım katsayısı	43
Tablo 3.10 Kagir birimlerin delik oranlarına göre gruplandırılması.....	45
Tablo 3.11 Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa).....	45
Tablo 3.12 Duvarların başlangıç kesme dayanımları, f_{vko} (MPa)	46
Tablo 3.13 Deprem etkileri altında hesaplanan kesme kuvvetleri	47
Tablo 3.14 $PGA = 0,708$ g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı.....	52

Tablo 3.15 PGA = 0,536 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı.....	53
Tablo 3.16 PGA = 0,370 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı.....	54
Tablo 3.17 PGA = 0,228 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı.....	55
Tablo 3.18 PGA = 0,148 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı.....	56
Tablo 4.1 Duvar yüzeyine ya da tuğla sıraları arasına çelik hasır donatı veya çelik hasır tel uygulaması.....	57
Tablo 4.2 C grubu zemin sınıfında tek yüzeye çelik hasır donatı uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları	60
Tablo 4.3 C grubu zemin sınıfında çift yüzeye çelik hasır donatı uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları	63
Tablo 4.4 C grubu zemin sınıfında çift yüzeye çelik hasır donatı uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları.....	63
Tablo 4.5 C grubu zemin sınıfında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları.....	65
Tablo 4.6 Duvarlarda kesme kuvveti kapasitesi aşımı olmaması için C grubu zemin sınıfında modellenen binada kullanılabilecek donatı boyutları.....	66
Tablo 4.7 Bir metrekare taşıyıcı duvar maliyeti.....	67
Tablo 4.8 Bir metrekare betonarme döşeme maliyetinin belirlenmesi	68
Tablo 4.9 Bir metre betonarme hatıl maliyetinin belirlenmesi	69
Tablo 4.10 İki katlı örnek binanın toplam maliyeti.....	69
Tablo 4.11 Tek yüzeye çelik hasır donatı uygulanması ile oluşan ek maliyet.....	70

Tablo 4.12 Çift yüzeye çelik hasır donatı uygulanması ile oluşan ek maliyet..... 70

Tablo 4.13 Çift yüzeye çelik hasır tel uygulanması ile oluşan ek maliyet..... 71

Tablo 4.14 Çift yüzeye çelik hasır tel uygulanması ile oluşan ek maliyet..... 71



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Ülkemizin dünyanın en etkin bir deprem kuşaklarından birinde yer almaktadır. “Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı bilinmektedir.” (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, b.t.) Türkiye’de son yıllarda gerçekleşen 1999 Gölcük ve Düzce depremleri, 2003 Bingöl Depremi, 2011 Van depremi, 2020 İzmir ve en son 6 Şubat 2023’te Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elâzığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa, Batman, Bingöl, Kayseri, Mardin, Niğde ve Tunceli’yi etkileyen 7,8 ve 7,5 büyüklüğündeki iki büyük deprem, sayısız can ve mal kaybına neden olmuştur. Sadece 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen ve 11 ilin etkilendiği Kahramanmaraş merkezli iki depremde, resmi kayıtlara göre 53.537 kişi hayatını kaybetmiş, 38.901 bina yıkılmıştır. Bu nedenle için konut üretiminde deprem, yok sayılamayacak en büyük etkenlerden biridir. Can ve mal kaybı yaşanmaması için, deprem riski yüksek olan bölgelerde deprem yükleri altında zarar görse bile yıkılmayacak yapılar inşa etmek gereklidir.

Devlet İstatistik Enstitüsü’nden (DİE) alınan verilere göre (Bina Sayımı 2000) Türkiye’de konut olarak inşa edilen yapıların taşıyıcı sistemlerine göre dağılımına bakıldığında %50’sinden fazlasının yığma yapı olduğu belirlenmiştir. Kırsal bölgelerde yapılan konut yapıları, bölgenin coğrafi özelliklerine, iklim koşullarına, içinde yaşayan hane halkının ekonomik durumlarına, temin edilebilen malzemelere göre farklılıklar gösterse de çoğunlukla yığma yapılardan oluşmaktadır. Ahşap karkas, betonarme karkas ya da farklı yapı sistemlerinin birlikte kullanıldığı karma yapılar da mevcuttur ancak, sayıları yığma yapılara oranla oldukça azdır. Kırsal kesimde yer alan yığma yapılar, mühendislik hizmeti almadan, yönetmelik ve şartname koşullarına uyulmadan üretildiklerinden, deprem karşısında en zayıf yapı türü olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tez kapsamında, yığma yapılar incelenerek deprem davranışları ve olası hasar durumları belirlenecek ve iyileştirme önerilerinde bulunulacaktır.

1.1 Tanımlar – Yığma Yapım Yöntemleri

Yapıya gelen yüklerin, taşıyıcı duvarlar aracılığıyla zemine aktarıldığı yapılar, yığma yapı olarak tanımlanmaktadır. Yığma yapıların taşıyıcı elemanları, duvarlar, döşemeler, duvar döşeme bağlantısındaki hatıllar ve temellerdir. 2019’da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’ne göre yığma yapılar; donatısız yığma bina, donatılı yığma bina, kuşatılmış yığma bina ve donatılı panel sistemli bina olarak 4 sınıfta toplanmıştır.

1.1.1 Donatısız yığma, Donatılı yığma, Kuşatılmış yığma, Donatılı panel sistemler (Yönetmelikteki yığma yapı türleri)

Donatısız yığma binalar; taşıyıcı duvarların donatı kullanılmadan sadece kargir birim ve harç kullanılarak oluşturulan binalardır. Süneklik düzeyleri sınırlı binalar olarak tanımlanmışlardır.

Donatılı yığma binalar; bu yönetmelikte verilen koşullara uygun şekilde donatı yerleştirilmesiyle taşıyıcı duvarları oluşturulan, süneklik düzeyi yüksek binalardır.

Kuşatılmış yığma binalar; taşıyıcı duvarların, yine bu yönetmeliğe uygun şekilde hazırlanan yatay ve düşey betonarme hatıllar ile çerçevelendiği binalardır. Hatıllar ve kargir birimler birlikte çalışmaktadır. Süneklik düzeyleri sınırlıdır. Hatıllar, taşıyıcı duvarlar örüldükten sonra, duvarlar kalıp olarak kullanılarak oluşturulur.

Donatılı panel sistemli bina ise; ön üretimli ve donatılı gazbeton panellerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan, süneklik düzeyi yüksek binalardır. Bu paneller arasında bulunan donatılar, temele ve kat hizasında betonarme hatıllara bağlanırlar.

1.1.2 Kırsal Konut Tanımı, Türkiye’de Kırsal Kesimde Kullanılan Yapım Yöntemleri

Kırsal konutlar, içinde yaşayanlar tarafından, bölgede bulunan malzemeler kullanılarak, geleneksel işçilik yöntemleri ile teknik şartnameme ve yönetmelik koşullarına uyulmaksızın denetimsiz inşa edilen yapılar anlamına gelir. Bu yapılar, bulundukları çevre koşullarına, iklim şartlarına, çevreden temin edilebilen malzemelere, içinde yaşayanların ekonomik koşullarına, geleneklerine ve sosyal

alışkanlıklarına göre farklılıklar gösterebilir. Ülkemizde farklı bölgelerde farklı konut tiplerine rastlanmaktadır (Korkmaz, 2007). Ülkemizde kırsal kesimde bulunan yapım yöntemleri taşıyıcı sistemleri incelendiğinde, başlıca yığma ve karkas yapım olmak iki ana grupta toplanabilir (Şekil 1.1). Bir de bu yöntemlerin birlikte uygulandıkları, ilk katı yığma ikinci katı ahşap karkas olan karma yapılar mevcuttur. Ancak bu yapılar, aşağıda tanımlanan yapım yöntemlerinin birlikteliğinden oluştuğundan sınıflamada yer verilmemiştir.

Kırsal Konut Yapım Yöntemleri					
Yığma Yapım Yöntemleri				Ahşap Karkas Yapım Yöntemleri	
Taş Yığma Yapım	Tuğla Yığma Yapım	Briket Yığma Yapım	Kerpiç Yığma Yapım	Ahşap Karkas Yapım	Betonarme Karkas Yapım
				• Hımsı	
				• Bağdadi	

Şekil 1.1 Kırsal kesimde kullanılan yapım yöntemleri

1.1.2.1 Yığma Yapım Yöntemleri (Basit Yığma Yapılar)

Yapıya gelen yüklerin, kargir birim elemanlardan oluşan duvarlar aracılığıyla zemine aktarıldığı yapım yöntemidir. Duvarlar taşıyıcı olmakla birlikte, mekanları da birbirinden ayırmaktadır. Taş, tuğla, kerpiç, briket... vb. malzeme, harç ile birleştirilip üst üste konularak taşıyıcı duvarları oluşturur. Çoğunlukla tek ya da iki katlıdırlar. Döşemeleri betonarme veya ahşap kirişli döşeme olabilir. Çatıları ise düz betonarme plak, kiremit kaplamalı beşik ya da kırma çatı şeklinde yapılabilmektedir. Ekonomik olarak kötü koşullara sahip kırsal bölgelerde toprak damlı yığma yapılar da görülebilmektedir. Ülkemizde kırsal kesimde bulunan yapım sistemleri, taşıyıcı duvar malzemesine göre dört ana başlıkta toplanmıştır.

1.1.2.1.1 Taş Yığma Yapım

Taşıyıcı duvarlarında taş malzemenin kullanıldığı yığma yapım yöntemidir (Şekil 1.2). Genellikle yapıda kullanılan taş, yapının bulunduğu çevrede en çok bulunan ve kolay temin edilebilen malzemedir. Duvarlar, moloz taş duvar ya da kesme taş duvar



Şekil 1.2 Taş yığma yapı (Erol arşivi, 2019)

olarak örülebilir. Tarihte ilk oluşturulan yığma yapılar, doğal taşların üst üste getirilmesiyle elde edilmişlerdir. Mısır piramitleri, binlerce yıl önce büyük taş blokların harç kullanılmadan üst üste yığılmasıyla oluşturulan ilk yığma yapı örneklerindendir. Taş yığma yapılar, ülkemizde en çok dağlık bir bölge olan Doğu Anadolu’da bulunmaktadır.

1.1.2.1.2 Tuğla Yığma Yapım



Şekil 1.3 Tuğla yığma yapı (Erol arşivi, 2019)

Taşıyıcı duvarlar, tuğla malzemenin üst üste konularak harç ile birbirine bağlanmasıyla oluşturulur (Şekil 1.3). Tuğla, inorganik silikat ve metal oksitlerin toprak ile karıştırılması ile oluşan harç malzemenin kalıplara dökülerek yüksek ateşte fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen, doğal olmayan bir yapı malzemesidir. Dolu,

düşey delikli ya da yatay delikli olarak üretilebilir. Yığma yapılarda taşıyıcı duvarlarda, dolu harman tuğlası ya da boşluk oranı az olan düşey delikli tuğlalar kullanılır. Duvar örgüsü esnasında, delikler düşey yönde olmalıdır.

1.1.2.1.3 Briket Yığma Yapım



Şekil 1.4 Briket yığma yapı (<https://www.ozgurder.org>)

Briket, su çimento ve agreganın belirli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan harcın kalıplara dökülerek sıkıştırılmasıyla oluşturulan düşük dayanımlı tuğla benzeri hafif bir yapı malzemesidir. Isı ve ses yalıtımı yüksektir ancak yük taşıma kapasitesi düşüktür. TBDY-2018 ile birlikte artık taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamazlar. Ancak ekonomik olması nedeni ile kırsal kesimde, konutlarda ve ahır gibi yapılarda kullanımları mevcuttur (Şekil 1.4).

1.1.2.1.4 Kerpiç Yığma Yapım

Kerpiç, killi ve uygun nitelikteki toprağın içine saman ve su karıştırılarak, kalıplara dökülüp güneşte kurutulması ile elde edilen geleneksel bir yapı malzemesidir (Şekil 1.5). Harca, saz türünde bitkiler, kaba ot, kenevir lifleri, saman, ahırlardan toplanmış atık samanlar, kuru funda, çam iğneleri, ağaç dalları talaş benzeri maddeler veya diğer atık bitkiler karıştırılabilir (TS 2514). Diğer deyişle ilkel bir tuğladır. Rutubete dayanımsızdır. İklimin kurak olduğu ve sel tehlikesi bulunmayan, malzeme temininin ekonomik yönden zor olduğu bölgelerde kullanılan bir yapım yöntemidir. Üretim tesisi gerektirmeyen, yerel işçilik ile üretilen ekonomik bir yapı malzemesidir. Isı yalıtım değeri yüksektir ancak yük taşıma kapasitesi düşük, çekmeye dayanımı azdır.



Şekil 1.5 Kerpiç yığma yapı (<https://insaathesabi.com>)

Oluşturulan kerpiç bloklar, çamur harcı ile birleştirilerek üst üste getirilir ve duvar örgüsü tamamlanır. Çatılar genellikle toprak damlıdır. Çoğunlukla iç Anadolu bölgesinde bulunmaktadır. Briket malzeme gibi, yük taşıma kapasitelerinin düşük olması nedeniyle TBDY-2018’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamayacakları belirtilmiştir.

1.1.2.2 Karkas Yapım Yöntemleri

Karkas yapım, yapıya etkiyen yüklerin, ahşap, çelik veya betonarme bir iskelet sistemi ile temele ve oradan zemine aktarıldığı yapım yöntemidir. Yığma yapılarda taşıyıcı elemanlar duvarlar iken, betonarme karkas yapılarda taşıyıcı elemanlar; kolon, kiriş ve döşemeler, çelik karkas yapılarda çelik kolon ve kirişler, ahşap karkas yapılarda ise ahşap yatay ve düşey elemanlardır.

1.1.2.2.1 Ahşap Karkas Yapım

Yapıya etkiyen yüklerin, ahşap yatay düşey ve çapraz elemanlardan oluşan bir iskelet sistemi ile zemine aktarıldığı yapım sistemidir. Düşey ahşap elemanlar dikme olarak adlandırılır. Ahşap elemanların bağlantılarının çok iyi yapılması durumunda, hafif ve sünek özellikteki bu yapılar deprem karşısında olumlu davranış gösterirler. Ülkemizde hımış ve bağdadi olmak üzere iki farklı şekilde görülmektedir.



Şekil 1.6 Hımiş yapı (Gülkan, Langenbach, 2004)

1.1.2.2.1.1 Hımiş. Ahşap taşıyıcı elemanların arasındaki boşlukların tuğla, taş, kerpiç gibi malzemeler kullanılarak doldurulması ile duvarların oluşturulduğu ahşap karkas yapılarıdır (Şekil 1.6). Kullanılan dolgu malzemesi, bina ağırlığını arttırdığından deprem karşısında olumsuz davranış gösterebilirler. Bu yapı türüne ülkemizde kuzey ve batı Anadolu’da sıkça rastlanmaktadır.

1.1.2.2.1.2 Bağdadi. Bu sistemde ahşap elemanlar arası dolgu malzemesi ile doldurulmaz. Duvarlarda ahşap elemanlar üzerine iç ve dış yüzeylerde, yatay olarak 1-2 cm aralıklarla ahşap çıtalar çakılır (Şekil 1.7). Çıtalar arası çamur ile doldurulup yüzeyine sıva uygulaması yapılır. Böylece hımiş sisteme göre daha hafif bir yapım sistemi oluşturulmuş olur. Ahşap elemanların bağlantı detaylarının iyi yapılması durumunda deprem karşısında olumlu davranış gösterirler. Ülkemizde genellikle kuzey ve batı Anadolu’da bulunurlar.



Şekil 1.7 Bağdadi yapı (Erol Arşivi, 2019)

1.1.2.2.2 Betonarme Karkas Yapım

Taşıyıcı sistem, betonarme kolon kiriş ve döşemelerden oluşmaktadır. Üzerine etkiyen yüklerin betonarme kolon ve kirişlerden oluşan iskelet sistem ile zemine aktarıldığı yapım sistemidir. Yönetmelik ve şartnamelere uygun yapıldıkları takdirde depreme karşı dayanıklıdırlar. Ancak kırsal kesimde yapılan betonarme yapıların çoğu, mühendislik hizmetinden yoksun üretildiğinden deprem karşısında olumsuz davranış gösterebilirler. Son dönemlerde kırsal kesimde de uygulaması artmış olmakla birlikte, kırsal kesimde ağırlıklı olarak görülen yapım türü yığmadır. Bu nedenle tez kapsamında betonarme yapılar ile ilgili bir iyileştirme önerisinde bulunulmayacaktır.

1.2 Amaç

Çalışmanın amacı, kırsal bölgelerde yapılacak yeni konutlar için depreme dayanımı arttıracak, ekonomik çözümler önermek, büyük bir kısmı deprem bölgesi olarak tanımlanan kırsal kesimde yaşayan nüfusumuzun deprem güvenliğini arttırmaktır.

Çalışmada kırsal kesimde yer alan kırsal konut yapı tipleri irdelenmiştir. Literatürde, deprem etkisi altında, yığma yapılarda ne tür hasarlar meydana geldiği ve buna karşı, farklı bölgelerde ne tür önlemler alındığı araştırılmıştır.

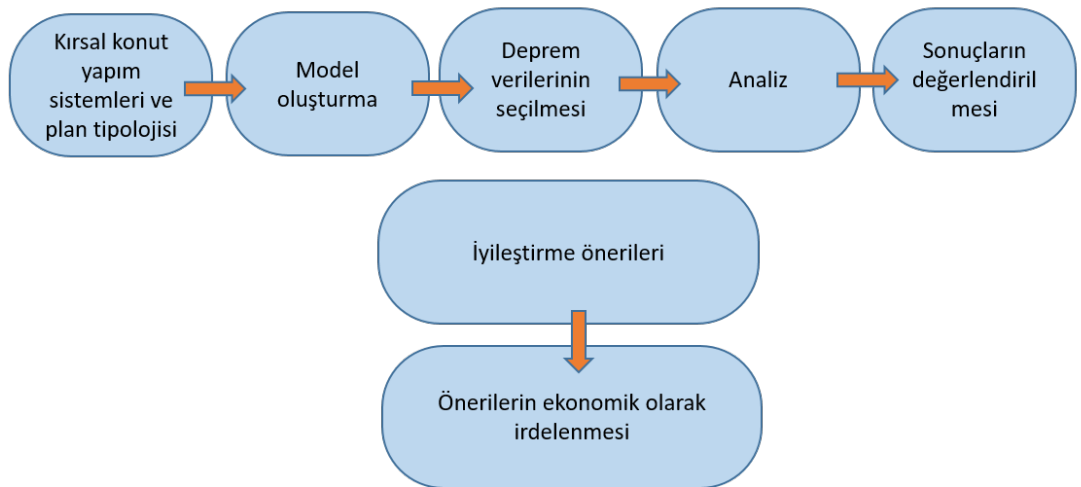
1.3 Kapsam

Türkiye’de kırsal kesimde yer alan yapı stoku incelendiğinde, ağırlıklı olarak yığma yapıların olduğu görülmektedir. Ahşap karkas yapılar da olmakla birlikte, sayıları yığma yapılara oranla oldukça azdır. Son yıllardaki istatistiklere göre, yeni yapılan yapılara bakıldığında ahşap karkas yapılar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle bu tez kapsamında yığma yapılarda depreme karşı iyileştirme önerileri ele alınacaktır. Çalışma kapsamında iki katlı, geleneksel plan tipine sahip, duvarları tuğla malzeme kullanılarak oluşturulan bina örneği modellenmiştir. Oluşturulan bina modeli, Türkiye interaktif Deprem Tehlike Haritasından alınan 5 farklı bölgeye ait deprem verisi ve her deprem verisi için A, B, C, D ve E grubu zemin sınıflarında modellenmiştir. SAP2000

programı kullanılarak yapının belirli deprem yükleri altında ve belirli zemin sınıflarında olası deprem hasarları belirlenmeye çalışılmıştır. Toplam yapılan 25 adet analiz sonucu değerlendirilerek önerilerde bulunulmuş, öneriler ekonomik açıdan değerlendirilmiştir.

1.4 Yöntem

İlk bölümde “Kırsal Konut” terimi ile kastedilen yapılar ile ilgili genel tanımlar yapılacaktır. Kırsal konutların yapım yöntemleri, yapı stoku içindeki yoğunluğu belirlenecek, deprem etkisi altında davranışları ve deprem etkisi altında yapılarda oluşan hasarlar incelenecektir. Literatürde ülkemizde ve Dünya’da daha önce uygulanan iyileştirme yöntemleri ve önerileri araştırılacaktır. Türkiye’de geleneksel konut tipleri ve planları incelenerek kırsal kesimde bulunan konut tipolojisine uygun bir model oluşturulacaktır. Örnek binanın farklı deprem bölgeleri ve farklı zemin sınıflarındaki deprem performansının belirlenebilmesi için, Türkiye İnteraktif Deprem Tehlike Haritasından farklı noktalar seçilerek, o noktalara ait sismik tehlike haritası detay raporları çıkarılacaktır. Bu raporlardan alınan veriler kullanılarak SAP2000 programında, sonlu elemanlar metodu ile modellenen yapının taşıyıcı duvarlarına ait kesme kuvveti kapasiteleri ile belirli deprem yükleri karşısında duvarlarda oluşan kesme kuvvetleri hesaplanacaktır. Kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar belirlenecek, bu duvarların dayanımını arttırmak için öneriler geliştirilecektir.



Şekil 1.8 Tez akış şeması

Geliştirilen öneriler, kesme kuvveti kapasitesi aşımı oranı, en fazla olan duvar baz alınarak yapılacaktır. Oluşturulan farklı öneriler, ekonomik yönden karşılaştırılarak incelenecek, avantaj ve dezavantajları tartışılacaktır (Şekil 1.8).



BÖLÜM İKİ

KIRSAL KONUTLARIN DEPREME KARŞI İYİLEŞTİRİLMESİ

2.1 Türkiye’de Deprem

Yeryüzü çeşitli katmanlardan oluşmaktadır. Yüzeğe yakın olan manto katmanı, kayalardan ya da katı durumdaki toprak parçalarından oluşur. Bu kabuk yerkabuğu ile birlikte litosfer olarak adlandırılır. Manto katmanı 100 km kalınlığa kadar ulaşabilmektedir. Litosfer tabakası ilk bakışta tek parçaymış gibi düşünülse de çok parçalı ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Yapboz parçalarına benzer bu devasa boyutlara sahip tabakalar, birbirine geçerek litosfer tabakasını oluştururlar. Bu tabakalara tektonik levha ya da plaka adı verilir. İç içe geçmiş durumda olan levhalar sürekli hareket halindedirler ve birbirlerini etkilerler. Levha kenarlarında, birbirlerine çok büyük yüzeylerle sürtünerek belirli zaman dilimleri içinde enerji birikimine neden olurlar. Tektonik levhaların sınırlarında ya da belirli zayıf bölgelerinde yer alan kırıklar “fay” olarak adlandırılmaktadırlar. Depremler, fay düzlemlerinde uzun zaman dilimlerinde biriken gerilmelerin, ani bir hareke yol açacak kadar büyümesiyle meydana gelirler. Yüzeyde birikmiş olan gerilim ani bir boşalmaya yol açar ve yer kabuğu içinde enerji dengeleri değişir. Çok büyük sarsıntılar ve kayaç çözülmeleri yaşanır. Bu olayın yaşandığı yer depremin odağıdır ve bu noktadan itibaren titreşim yeryüzüne doğru dalgalar halinde yayılır ve kısa süreli yoğun sarsıntılara neden olur (Canbolat, Erberik, Tüýdeş ve Karaesmen, 2006).

Depremleri sayısal olarak tanımlayabilmek için iki kavramdan söz etmek gerekir. Depremin büyüklüğü ve depremin şiddeti. Depremin büyüklüğü (ya da magnitüd), Richter ölçeği ile ölçülen, deprem esnasında ortaya çıkan enerjinin düzeyini belirten bir ölçüdür. Depremin büyüklüğü ölçümün yapıldığı yere göre değişmez. Depremin şiddeti ise ölçülebilen bir kavram değildir. Depremin olduğu bölgede gözlemlenen hasar yoğunluğu ile ilgilidir. O çevrede, depremin yarattığı yıkım etkisinin derecesi ile belirlenir. Buna göre büyük bir depremin şiddeti, oluştuğu yer bakımından bir yerleşim bölgesinde değilse düşük olabilir.

Deprem, insanoğlunun dünya var olduğundan beri birlikte yaşamak durumunda kaldığı bir doğa olayıdır. Bu depremler sonucunda milyonlarca insanın yaşamını yitirdiği ve sayısız yapının yıkıldığı bilinmektedir. (Ergün ve Yurtcu, 2007) Yurdumuz da dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Bu topraklarda, geçmişimizde çok sayıda deprem yaşanmış, önemli can ve mal kayıpları yaşanmıştır. DİE'na göre yurdumuzun %92'si deprem bölgelerinde olup nüfusumuzun %95'i her an deprem tehlikesi altında yaşamaktadır. Son yıllarda meydana gelen 2002 Afyonkarahisar, 2003 Bingöl, 2010 Elazığ, 2011 Simav, 2011 Van, 2020 Elazığ, 2020 İzmir ve 2023 Kahramanmaraş depremlerinde çok sayıda insan hayatını kaybetmiş kırsal kesimde yer alan yapıların çoğu yıkılmış ya da oturulamaz duruma gelmiştir. Özellikle 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş ilinde aynı gün içinde dokuz saat arayla yaşanan, büyüklükleri 7,6 ve 7,8 M_w olan iki deprem sonucu 11 ilimiz etkilenmiş, bazı yerleşim bölgeleri haritadan silinmiştir.

Büyük depremlerde yaşanan can ve mal kayıpları, plansız, teknik şartname ve yönetmeliklere uymadan hatalı ve dayanıksız yapılan yapılar nedeni ile gerçekleşmektedir. Özellikle kırsal kesimde mühendislik hizmeti alınmadan, yöresel malzeme kullanımı ve geleneksel işçilik yöntemleri ile inşa edilen yapılar, malzeme hatalarından ve niteliksiz işçilikten kaynaklanan olası yetersizlikleri nedeniyle depreme karşı fazla dayanım gösterememektedirler. Daha fazla can kaybının yaşanmaması için depreme karşı kırsal kesimde özellikle konut üretiminin iyileştirilmesi gerekmektedir.

2.2 Türkiye'de Kırsal Konut Stoku ve Dağılımı

Türkiye'de kırsal kesimde bulunan konut stokunun belirlenebilmesi için Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yayınlanan Bina Sayımı 2000'de yer alan verilerden yararlanılmıştır. 2000 yılından günümüze kadar inşa edilen yapılara ait veriler için ise yine DİE tarafından yıllık olarak yayınlanan yapı kullanma izin belgeleri kullanılmıştır. Alınan veriler göre binaların kullanım amaçlarına göre dağılımına bakıldığında, konut amaçlı kullanılan binalar toplam bina sayısı içinde %75 ile en büyük paya sahip oldukları görülmektedir. İçinde hem konut

hem de konut dışı kullanım amacı bulunan binalar ise %12’lik bir paya sahiptir. (Bina Sayımı-2000, DİE)

Binaların taşıyıcı sistemlerine göre dağılımına bakıldığında ise,Bina Sayımı 2000’e göre yığma yapıların, toplam yapı stoku içinde %50’den biraz fazla bir paya sahip olduğu görülmektedir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Kullanım amacı, taşıyıcı sistem ve kullanılan yapı malzemesi cinsine göre bina sayısı, 2000 (Bina Sayımı, 2000)

Toplam Bina sayısı	Binanın taşıyıcı sistemi ve kullanılan yapı malzemesi cinsi									
	İskelet Sistem									
7.838.675	Toplam	Çelik levha	Beton blok	Briket	Tuğla	Ahşap	Taş	Kerpiç	Diğer	Bilinmeyen
	3.792.092	4.875	64.983	533.077	3.009.592	37.118	57.585	70.483	3.696	10.683
	Yığma Sistem									
	Toplam	Briket	Tuğla	Ahşap	Taş	Kerpiç	Tünel kalıp sistemi	Prefabrik	Diğer	Bilinmeyen
	4.001.954	870.791	1.637.219	174.222	709.094	546.834	6.378	23.311	6.338	72.369

2000 yılı sonrası alınan yapı kullanım izin belgesi verilerine göre, betonarme yapıların sayısı artış göstermekle birlikte, yığma yapılar toplam yapı stoku içinde hala önemli bir paya sahiptir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 2000 yılı sonrası ikamet amaçlı yapı kullanım izin belgesi sayıları – DİE (<https://biruni.tuik.gov.tr>’den alınan verilerden yararlanarak hazırlanmıştır.)

Yıl	Yığma	Ahşap Karkas	Betonarme	Diğer	Toplam
2001	6325	143	33.346	0	39.814
2002	3.301	127	32.459	1141	37.028
2003	3.124	43	37.939	1268	42.374
2004	3.931	48	58.962	2485	65.426
2005	5.639	288	91.931	1599	99.457
2006	5.322	349	90.954	3197	99.822
2007	5.914	231	83.887	1906	91.938
2008	6.199	717	73.411	1050	81.377
2009	6.355	185	71.833	994	79.367
2010	8.825	326	110.363	1002	120.516
2011	4.848	176	81.190	1435	87.649
2012	3.684	200	85.618	2151	91.653
2013	4.262	134	96.692	1833	102.921
2014	3.624	236	112.484	1579	117.923
2015	2.561	185	103.209	1095	107.050
2016	2.240	126	109.842	1176	113.384
2017	2.191	144	136.120	1400	139.855
2018	1.911	54	81.170	1142	84.277
2019	1.212	72	43.894	818	45.996
2020	2.413	161	78.391	2012	82.977
2021	2.436	303	114.414	3142	120.295
2022	1.981	432	103.859	2543	108.815
	Yığma	Ahşap Karkas	Betonarme	Diğer	Toplam
Toplam:	88.298	4.680	1.831.968	34.968	1.959.914

Türer ve Dilsiz tarafından DİE 2000 verileri kullanılarak 2005 yılında Yığma “Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalışması”nda gerçekleştirilen çalışmada ülkemizde yığma yapıların iç ve doğu kesimlerinde yoğunlaştığı, yine bu çalışmada hane başına düşen ortalama insan sayısının batıdan doğuya doğru gidildikçe arttığı belirlenmiştir. Yığma yapılarda yaşayan nüfusun toplam nüfus içindeki oranının da doğuya gidildikçe arttığı görülmüştür. Günümüze kadar ülkemizde gerçekleşen depremler de göz önünde bulundurularak oluşturulan “Yığma Yapı Depremsel Risk Haritası Taslağı”na göre en riskli iller İstanbul, İzmir, Balıkesir, Manisa, Burdur, Antalya, Muğla, Denizli, Afyon, Konya, Ankara, Sivas, Tokat, Kahramanmaraş, Erzurum, Van ve Bitlis olarak tespit edilmiştir.

2.3 Deprem Yığma Yapılara Etkisi

Yapılar, teoride depreme karşısında iki farklı şekilde davranış gösterebilir. İlk durumda yapı çok esnektir ve taşıyıcı sisteminde hiçbir deformasyon olmaz. Yapı ötelenerek deprem enerjisini sönümler. Ancak yapının olması gerektiğinden fazla esnek olması ile deprem yükleri altındaki salınımı çok fazla olacağından içinde yaşayanlar ve eşyalar zarar görebilir. Bu nedenle bir yapı belirli sınırlar içinde esnek olmalıdır. İkinci durumda ise yapı o kadar rijittir ki deprem kuvvetlerine karşı kendi kütle ağırlığı ve rijitliği ile karşı koyar. Bu durumda da yapı fazla ağır olacaktır. Aynı zamanda ekonomik bir çözüm de oluşturmayacaktır. Bu durumda çözüm her iki durum arasında oluşur, yani bir yapı yeterli ölçüde esnek ve yeterli miktarda rijit olmalıdır. Böylece yapı, küçük ve orta büyüklükteki depremlerde esnek davranacak, büyük depremlerde ise rijitlik sınırını aşarak sünek bir davranış gösterecektir. Bu çerçevede süneklilik, depreme karşı önemli bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Sünek bir yapı, deprem karşısında önemli derecede hasar görse bile yıkılmadığı için içindekileri koruyabilen yapı demektir. Yığma yapılar deprem kuvvetleri altında sünmezler, buna karşın kırılırlar yani gevrek yapıya sahiptirler.

Ülkemizde kırsal kesimde bulunan yapıların büyük kısmı yığma yapılardan oluşmaktadır. Bu yapıların deprem etkisi altındaki davranışı, duvarların kendi düzlemleri içinde meydana gelen kuvvetler ile açıklanabilir. Bu tür yapılarda deprem

sırasında oluşan kuvvetler duvarların düzlem içi rijitlikleri ve yük taşıma kapasiteleri sayesinde temele aktarılır. Kargir yapılardaki duvarlar temelde üç ana kuvvetin etkisine karşı koyarlar. Bu kuvvetler; düşey yöndeki (eksenel) yükler, düzlem içi kesme kuvvetleri ve düzlem dışı eğilme momentleridir (Budak, Uysal ve Aydın, 2004).

Yığma yapılarda, taşıyıcı duvarların olduğu kargir birimlerin dayanımları, kullanılan harç malzemenin dayanımı, duvarın örülüş biçimi, geometrik yapısı, yüksekliği gibi özellikleri, binanın yatay ve düşey yüklere karşı dayanımını doğrudan etkilemektedir. Duvarlarda kullanılan kargir birimlerin çekme dayanımları, basınç dayanımlarına oranla oldukça düşüktür. Bu durumda basınç dayanımı, yığma binaların deprem davranışında ana etkiye sahiptir (Arun 2005). Yığma binaların periyotları çok kısa olduğundan depremlerde büyük yatay kuvvetlere maruz kalırlar (Özkat ve Kuruşcu, 2021). Bu nedenle kullanılan kargir birim ve harç malzeme, şartnamelere uygun nitelikte seçilmeli, yapılar yönetmeliklere uygun inşa edilmelidir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde, yapılardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacıyla yapıların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir (Afet Yönetmeliği, 1997).

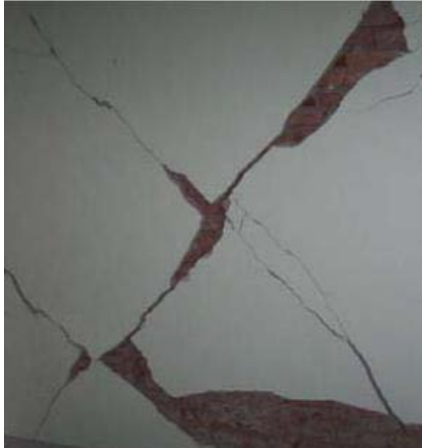
2.4 Deprem Etkisi Altında Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar

Kırsal kesimde bulunan yapıların çok büyük bölümü, mühendislik hizmeti alınmadan, yönetmelik ve şartnameler uygun olmadan yerel malzeme kullanımı ve geleneksel işçilik yöntemleri ile inşa edilmiştir. Deprem etkisi düşünülmemiştir. Dolayısıyla bu tür yapılar kuvvetli etkilere karşı direnç gösteremezler. Deprem etkisi karşısında yapıların taşıyıcı duvarlarında, çatılarında ya da temelinde hasarlar oluşabilir. Hatta özensiz yapılar, görece küçük büyüklükteki depremlerde dahi yıkılabilir. Bu durumda, depreme dayanıklı konut üretiminde amaç, oluşacak hasarları en aza indirip yıkımları önlemek olmalıdır. Oluşacak yapısal hasarları önleyebilmek

için öncelikle yığma yapılarda deprem karşısında ne tür hasarlar oluşabileceğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yığma yapılar, yapım kolaylığı açısından yapı geçmişinde oldukça ağırlıklı bir yere sahiptir. Önceleri, harçsız kaba taş, olarak inşa edilen duvarlar sonraları kil çamuru ya da kireçli harçlar ile inşa edilmeye başlanmıştır. Tuğla, kerpiç gibi malzemeler de zamanla kullanılmaya başlansa da, taş geleneksel olarak en fazla kullanılan malzeme olmuştur (Canbolat, Erberik, Tydeş ve Karaesmen, 2006).

Yığma binalarda, deprem yükleri altında duvarlarda kesme kuvvetleri ve kayma gerilmeleri oluşur. Bu gerilmeler sonucunda yapıda hasarlar meydana gelir (zkat ve Kuruşcu, 2021). Duvarlarda kullanılan malzeme gevrek olduğundan çok düşük telenmelerde dahi çatlayabilir. Duvarlarda oluşan çatlaklar, bulundukları yer ve biçim itibarı ile yapının taşıyıcı sistemine zarar veren nitelikte olabileceğı gibi önemsiz de olabilirler. Çatlak oluşmadan önce yapı bütün halde deprem yüklerine karşı koyarken, çatlak oluşumu ile yapı parçalar halinde davranmaya başlar. Çatlaklar büyüdükçe ve genişledikçe yapıda göçmeler meydana gelir.



şekil 2.1. a) Yığma yapıda kesme atlağı (Koç,2016) b) Duvara dik doğrultuda deprem kuvvetleri sonucu duvarın düzlem dışı devrilmesi (Van-Erciş depremi 2011).

Yığma yapılarda deprem yükleri altında oluşan çatlaklar, çoğunlukla duvarlarda kullanılan kargir birimlerin ve bağlayıcı harcın düşük çekme gerilmesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Duvar düzlemine paralel gerçekleşen deprem kuvvetleri duvarlarda çekme gerilmeleri ve X şeklinde çapraz çatlaklara neden olur

(Şekil 2.1a). Duvar düzlemine dik doğrultudaki deprem kuvvetleri ise duvarın düzlem dışı devrilmesine neden olmaktadır (Şekil 2.1b).

Taşıyıcı duvarlarda bulunan kapı ve pencere boşluklarının, duvar uzunluğuna oranla fazla olması, duvar dayanımını azaltarak yapının hasar görmesine neden olur. Kapı ve pencere boşlukları arasında kesme çatlakları oluşur (Şekil 2.2). Duvar bütünlüğünü bozacak büyüklükte kapı ve pencere boşlukları bırakılmamalıdır.



Şekil 2.2 Yığma duvarlarda pencere boşlukları oluşan kesme çatlakları (2004 Erzurum depremi)

Taşıyıcı duvarlarda, köşe bağlantılarının sağlam ve rijit yapılmaması sonucu yapılarda köşe hasarları meydana gelebilir. Köşe birleşimlerinde duvar örgüsü esnasında kargir birimlerin birbirine geçmeli şekilde yapılmasına dikkat edilmeli, duvar bütünlüğü sağlanmalıdır. Yatayda ve düşeyde duvarın akslarından ayrılmaması sağlanmalıdır. Aksi durumda ciddi hasarlar oluşmaktadır.



Şekil 2.3 Yığma duvarlar birleşimlerinde köşe hasarları a) 2004 Erzurum depremi b) 2011 Kütahya Simav depremi

Yığma yapılarda, duvar örgüsü esnasında kargir birimlerin üst üste getirilmesi esnasında harç kullanılmaması ya da kuvvetli bir harçla bağlanmaması nedeniyle en ufak sarsıntılarda bile küçük yapı birimleri birbirinden ayrılarak duvar bütünlüğünün bozulmasına neden olabilir (Şekil 2.4).



Resim 2.4 a) Briket yıkılmış bina (Van-Erciş Depremi-2011). b)Taş malzemeli yıkılmış bina bina. (Bingöl Depremi-2003)

Yığma duvarlarda, deprem hasarlarını azaltmak için belirli aralıklarla tüm taşıyıcı duvarların üzerinde yatay ahşap ya da betonarme hatıllar yapılmalıdır. Bu hatılların yapılmaması durumunda duvarlarda çatlaklar oluşabilir (Ergün ve Yurtcu, 2007).

Ülkemizde özellikle doğu Anadolu bölgesinde, kırsal kesimde bulunan yapılarda toprak damlı çatılara rastlanmak mümkündür. Her mevsim bu toprak olarak yapılan çatılara yeni toprak tabakası serilerek sıkılaştırılmakta ve çatı yükü iyice artmaktadır (Koç 2016). Ağır çatı yükleri deprem karşısında yapının olumsuz davranış göstermesine ve bazı durumlarda göçmesine neden olmaktadır. Ağır toprak damlar yerine daha hafif örtülü çatılara yönelmek, deprem esnasında oluşacak hasarları azaltacaktır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Kırsal kesimde kalın toprak damlı yığma yapılar (2004 Erzurum depremi)

Yapılarda, binanın temele iyi oturtulmaması, taşıyıcı duvarların temel bağlantısının iyi yapılmaması sonucu yapıda çökmeler oluşup çatlaklara neden olabilir. Yapının temel bağlantısının iyi yapılması gerekmektedir.



Şekil 2.6 Kırsal kesimde hasar gören yığma yapılar (2010 Elazığ depremi)

Bitişik nizamda yapılmış yığma binalar, deprem esnasında farklı frekanslarda titreşeceğinden birbirine çarparak köşe hasarlarına neden olabilir (Şekil 2.7).



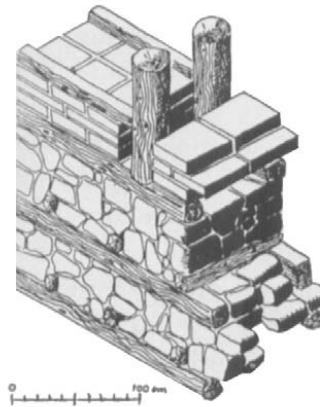
Sekil 2.7 Yığma yapıda çarpma hasarı (S. Korkmaz arşivi)

Yığma yapıların inşasında, yönetmeliklere göre belirli geometrik koşullara uyulmalıdır. Mesnetlenmemiş uzun duvarların deprem yükleri altında hasar görme olasılığı çok yüksektir. Taşıyıcı duvarlar, belirli uzunlukları geçmeleri durumunda mutlaka desteklenmeli, ya da duvarlarda düşey hatıllar kullanılmalıdır.

2.5 Kırsal Konut Üretiminin İyileştirilmesi İçin Türkiye ve Dünya’da Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde ve dünyada, kırsal konut üretiminin iyileştirilmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları kırsal kesimde yaşayan insanlar tarafından, yakın çevrelerinden elde ettikleri yöresel malzemeler kullanarak yapılmıştır. Bazıları ise laboratuvar ortamında bilimsel teknikler kullanılarak geliştirilmiştir. Deprem karşısında yapının yıkılıp, can kayıplarına yol açmaması için duvar yapımında kullanılan birim malzemeler ya da taşıyıcı strüktür iyileştirilmeye çalışılmıştır. Taşıyıcı duvarlarda demir donatı kullanımı ya da duvarlarda yatay ve düşey betonarme hatılların yapılması da depreme dayanıklı yığma yapım yöntemlerindendir ancak TBDY-2018’de tanımları ve yapım koşulları anlatıldığından bu bölümde bahsedilmemiştir. Bu bölümde daha çok yönetmelikte yer almayan geleneksel yöntemlere ve deneysel çalışmalara yer verilmiştir.

Mimarlık tarihi boyunca yığma yapım sisteminin gelişimine bakıldığında, ilkel dönemlerde kargir birimlerin üst üste gelişigüzel konulmasıyla oluşturulan yığma yapılar, zamanla dayanımının arttırılabilmesi için, farklı malzemeler ile desteklenmeye başlanmıştır. Anadolu’da yapılan kazılarda M.Ö. III. ve II. binyıl yapılarının çoğunda, yığma yapıların içine ahşap hatılların yerleştirildiği görülmektedir. Bu hatıllar, duvar bütünlüğü bozulmadan yapının bir arada kalmasını sağlamaktadır. (Orhon, 2003).



Sekil 2.8 Beycesultan, Tabaka V Sarayı duvar yapısı (M.Ö. 1900) (Orhon, 2003)

Yığma duvar örgüsünü iyileştirmek için metal kullanımı, ahşaba göre daha sonra gerçekleşmiştir. En çok kullanılan yöntem, taşlar üzerine açılan oyuk ve kertiklere eritilmiş metal akıtmaktır. Erimiş metalin soğuması ile taşlar birbirine kenetlenmiş olacaktır. Yatayda kullanılan bu yöntemin düşeyde kullanıldığı örnekler de mevcuttur. Antik Yunan yapılarında, sütun tamburları içinde bırakılan düşey deliklere erimiş kurşun akıtılarak bir nevi düşey donatı ile takviye edilen örnekler rastlamak mümkündür. Sanayi devrimi ile birlikte malzemenin gelişimi hızlanmış, demir ve çelik malzeme ucuz ve bol bulunur hale gelmiştir. Betonarmenin bulunmasından önce yığma yapılarda tuğla duvar örgüsünün metal elemanlar ile desteklenmesi düşünülmüş ve uygulanmıştır. 1891 yılında Chicago’da inşa edilen ve günümüzde hala kullanımda olan 16 katlı “Monadnock Building” bu yapı örneklerinden biridir (Orhon, 2003).

2.5.1 Malzemenin İyileştirilmesi

Deprem karşısında yapının dayanımını arttırmanın yollarından biri, taşıyıcı duvarlarda kullanılan birimlerin mukavemetini arttırmaktır ve birimler arasındaki bağlantıyı kuvvetlendirebilmektir. Bu nedenle, birimlerin oluşturulduğu malzeme harcına ya da birimler arası bağlayıcı olarak kullanılan harç malzemeye bir takım katkılar eklenebilmektedir.

2.5.1.1 Alçı Katkılı Kerpiç (Alker)

Kerpiç, yığma yapı malzemesi olarak, ülkemizde ve diğer birçok ülkede kullanılan bir yapı malzemesidir. TBDY-2018’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamayacağı belirtilse de, İç Anadolu’da tek veya iki katlı uygulanmalarına rastlamak mümkündür. Yemen gibi bazı ülkelerde çok katlı örnekleri de mevcuttur.

Depreme karşı dayanıksız bir malzemedir. Ancak çeşitli katkılarla depreme karşı dayanımının iyileştirilmesi mümkündür. Bu katkı malzemeleri, alçı, çimento, saman, fiber vb. gibi bir takım lifli malzemeler olabilir.



Sekil 2.9 Yapılan alçı katkılı kerpiç malzemeli deneme evi, İTÜ Ayazağa Kampüsü

İTÜ Mimarlık Fakültesinde yapı malzemeleri dersleri veren Prof. Dr. Ruhi Kafesçioğlu tarafından uzun yıllar süresince kerpiç malzemenin güçlendirilmesi için çeşitli çalışmalarda bulunulmuştur. Bu çalışmalarda güçlendirme için alçı malzeme kullanılmıştır. Ruhi hoca, malzemeye alçılı kerpicin kısaltılmış hali olan “alker” adını vermiştir. Yapılan denemeler sonucunda geleneksel kerpiç biçiminde üretilecek duvar malzemesi için, bünye yapısı uygun bir toprak türüne (uygun kil miktarına sahip, uygun granülometrideki toprak) %10 alçı katkılı karışımın en iyi sonucu verdiği görülmüştür (TÜBİTAK MAG 505). Deney sonuçlarına göre, alçı katkılı kerpiğin normal kerpiçe göre; birim ağırlığı azalmış, rötre çatlak oranı düşmüş, zamana bağlı su emme miktarı ve yük taşıma kapasitesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Geliştirilen malzeme “Alker” ile Ayazağa kampüsünde hala kullanımda olan örnek bir yapı yapılmıştır (Şekil 2.9). (Yenilenebilir Bir Malzeme: Kerpiç Ve Alçılı Kerpiç - Seden Acun, Erol Gürdal -Tmh - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 427 - 2003/5 s.71)

2.5.1.2 Çimento Katkılı Kerpiç

Kerpiç malzemeyi daha dayanıklı hale getirmenin bir yolu da çimento kullanmaktır. Yapılan deneyler sonucu 1m³ toprağa 100 kg çimentonun yeterli olduğu görülmüştür.

Çimento, çabuk sertleşen bir malzeme olduğundan karışım katılaştıktan hızlıca kalıplara dökülmelidir. Kerpiç malzeme sertliğini kazanana kadar bekletilmelidir.

Ancak alçı malzemenin temin edilmesi daha kolaydır. Kırsal çevrede kendiliğinde bulunan alçı taşları, basit fırın veya ocaklarda pişirilip öğütülebilir. Bu nedenle alçı malzeme, daha kolay ulaşılabilir ve daha ekonomik bir çözüm olarak görülmektedir.

2.5.1.3 Lif Katkılı Kerpiç

Anadolu’da kerpiç dayanımını arttırmak için kerpiç karışımı içine saman lifi koymak da kullanılan bir yöntemdir. 1 m³ toprağa 8-12 kg saman karıştırılması ile elde edilir.

Saman, jute(kenevir lifi), fiber esash lif, Polipropilen lif... vb. malzemeler kullanılan örneklerler mevcuttur. Örneğin Mehmet Berkgil, Yaşar AYZA’ın 2020 “Polipropilen Lif Katkılı Kerpiç Tuğlaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi” adlı çalışmasında killi toprağa ağırlıkça % 0 (katkısız), % 0,5 , % 1 ve % 1,5 oranlarında polipropilen lif katılmıştır. Katkısız karışımdan 1, polipropilen katkılı karışımlardan 9 farklı karışım toplam 10 adet farklı numune oluşturularak kerpiç tuğla üretimi gerçekleştirilmiştir. Basınç dayanımlarının katkısız numunelere göre lif oranı ve boyu arttıkça %11,67 ile %44,93 aralığında arttığı görülmüştür. Eğilme hasar yüklerinin ise katkısız numunelere göre %43,19 ile %250,05 aralığında arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2.10).



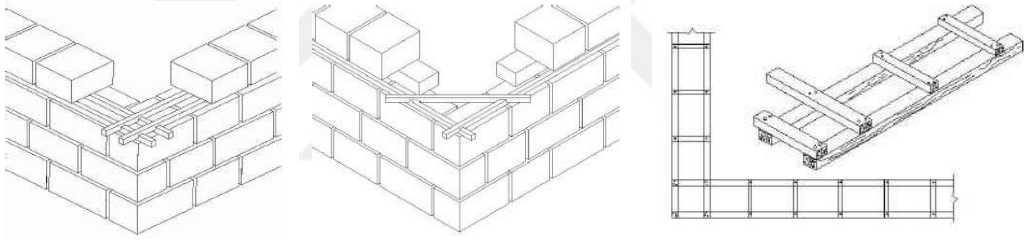
Şekil 2.10 Takviyesiz ve kenevir lifi takviyeli kerpiç (Islam ve Iwashita, 2010)

Bangladeş'te Mohammad Shariful ISLAM ve Kazuyoshi IWASHITA'nın çalışmasında lif olarak Kenevir lifi kullanılmıştır. Kenevir lifi hem kerpiç tuğla, hem de harç malzemedeki katkı olarak kullanılarak 5 numune oluşturulmuş. Tuğla ve harçta da lif katkı kullanılan örnek, en iyi sonucu vermiştir.

2.5.2 Taşıyıcı Sistem (duvar) İyileştirilmesi

Depreme karşı konutları iyileştirmenin diğer bir yolu da yükü zemine aktaran taşıyıcı duvarların iyileştirilmesidir. Kat yüksekliğinde ya da duvar içinde ahşap hatıllar, duvar içinde donatı yerine geçecek yerel malzemeler, ya da duvar yüzeyinde duvar bütünlüğünün bozulmasını önleyecek malzemeler kullanılabilir.

2.5.2.1 Ahşap Yatay Ve Dikey Hatıllar Kullanarak İyileştirme



Şekil 2.11 Yatay ahşap hatılların yerleştirilmesi ve bağlanması (Orhon, 2003)

Yığma yapılarda yatay ve düşey ahşap hatılların kullanılması depreme karşı dayanımı arttırmak için kullanılan yöntemlerden biridir (Korkmaz, 2007). Hatıllar, ağırlığı yatay olarak dağıtmak ve duvarların düşey doğrultudaki çatlamlarını önlemek üzere duvarın üzerinde boydan boya uzatılırlar (Hasol, 2016). Ahşap hatıllar tek sıra kullanılacağı gibi iki sıra da kullanılabilir. Çift sıra kullanılan hatıllar mutlaka birbirine bağlanmalıdır (Şekil 2.11, Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Kat yüksekliğinde okalıptüs ağacı gövdelerinden oluşturulmuş ahşap yatay hatıllar (Blondet Vd. 2002, EERI)

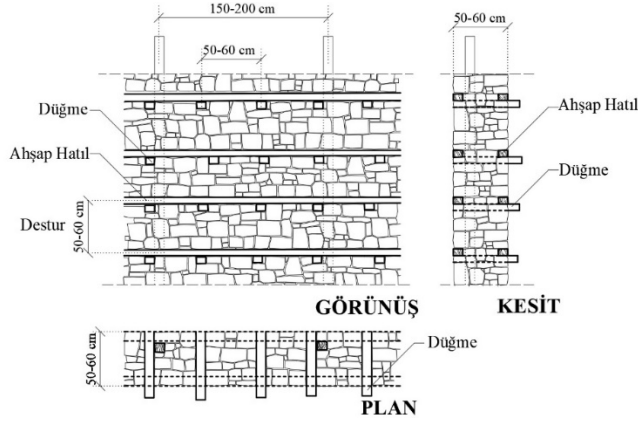
Ahşap hatıllar, köşelerde birbirine bağlanmalı, bina çevresinde süreklilik teşkil etmelidir (Korkmaz, 2007) ,.

Ülkemizde, Antalya'nın Akseki ilçesinde yer alan Düğmeli Evler, ahşap yatay ve düşey hatılların kullanıldığı örnek yapılardandır.

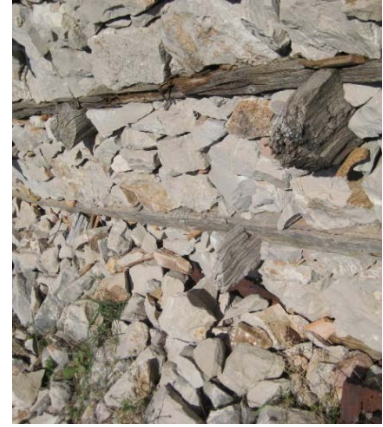


Şekil 2.13 Geleneksel Akseki Evleri (Erol, 2021)

Yapıların taşıyıcı duvarları, ahşap hatıllar ile moloz taş malzemenin birlikte kullanımıyla oluşturulmuştur (Erol, 2022). Yaklaşık 50-60 cm kalınlığındaki taş duvarlarda, 50-60 cm aralıklarla, duvarın iç ve dış yüzeyine ahşap hatıllar yerleştirilmiştir. Bu hatıllar, duvar yüzeyine dik ve duvar yüzeyinden 10-12 cm dışarı taşan daha kısa ahşap hatıllar kullanılarak geçmeli şekilde birbirine bağlanmışlardır. Daha sonra moloz taş duvar örümüne devam edilmiş, 50-60 cm örüldükten sonra işlem tekrarlanmıştır. Duvar yüzeyinden taşan ahşap hatıllar nedeni ile bu evler Düğmeli ev olarak adlandırılmışlardır. Duvar içine yerleştirilen yatay ahşap hatıllar, duvar içinde, kapı ve pencere boşluklarının kenarlarına ve 1,5 – 2 m aralıklarla yerleştirilen ve çatıya kadar devam eden ahşap dikmelere bağlanırlar (Erol, 2022) (Şekil 2.14, Şekil 2.15).



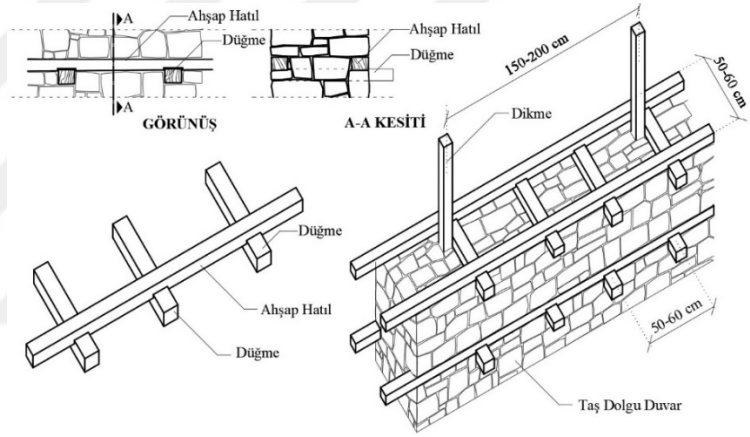
Şekil 2.14 Karakteristik taş duvar örgüsü tekniği (Erol, 2021)



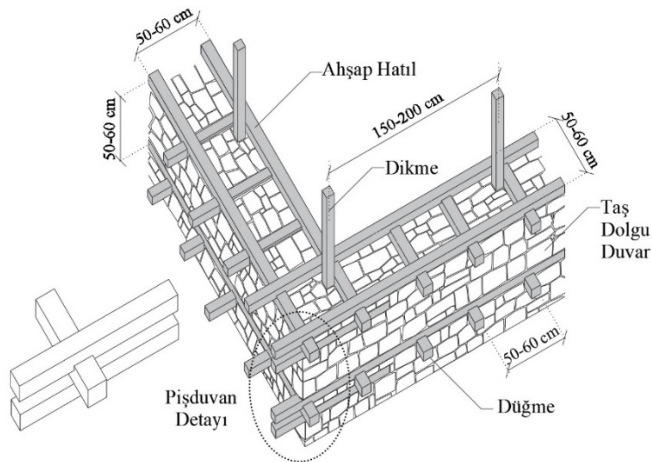
Şekil 2.15 Karakteristik taş duvar örgüsü tekniği (Erol, 2021)



Şekil 2.16 Duvar Dışına Taşırılan Ahşap Hatıllar (Erol, 2021)



Şekil 2.17 Duvar İçinde Ahşap Hatılların Yerleşimi (Erol, 2021)



Şekil 2.18 Duvar köşelerinde ahşap hatılların birleşimi (Erol, 2021)



Şekil 2.19 Duvar köşe birleşim detayı (Erol, 2021)

Böylece duvarlar tamamlanmış olur. Kullanılan ahşap yatay ve düşey hatıllar, bir nevi iskelet görevi görür. Böylece, duvar bütünlüğü bozulmadan, daha dayanıklı ve daha uzun süre ayakta kalabilecek depreme dayanıklı bir yapım tekniği oluşturulmuştur.

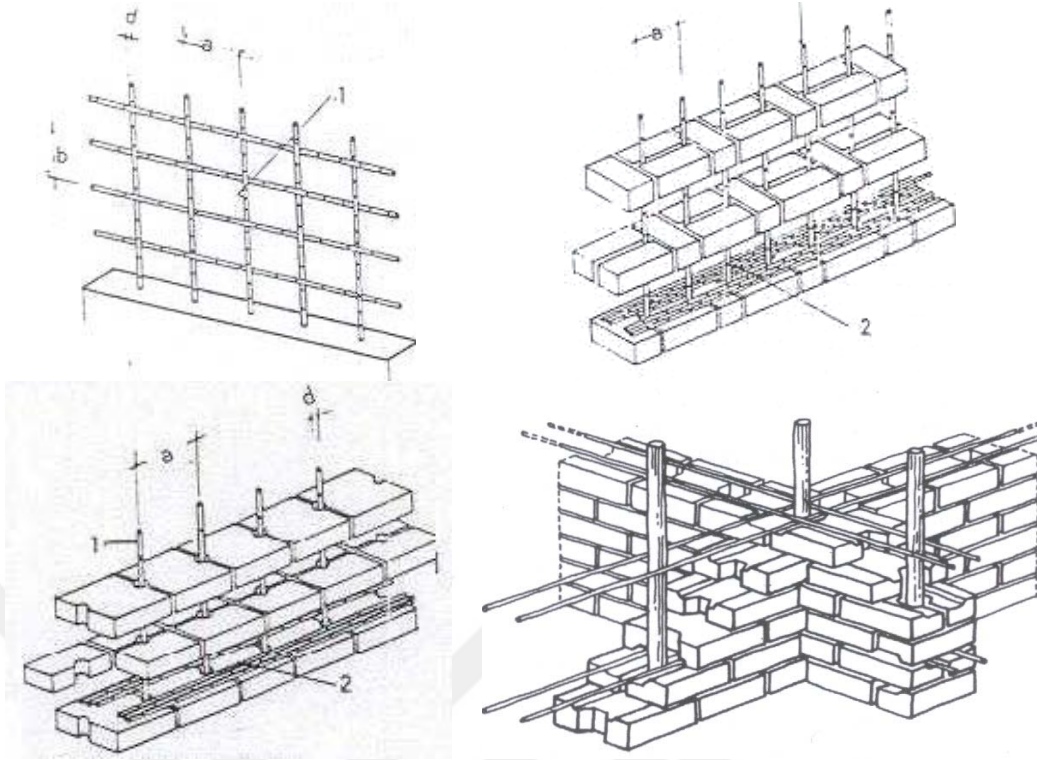
2.5.2.2 Yerel Donatı Malzemesi (Bambu-Sazlık Vb...) İle İyileştirme

“Yapı duvarları içinde düşey ve yatay olarak donatı yerleştirilmesi, duvar sünekliliğini ve yapı stabilitesini arttıracak bir önlemdir.” (Korkmaz, 2007) Donatılı yığma yapıma ilişkin kurallar TBDY-2018 ve Eurocode-6 gibi Avrupa ülkelerine ait yönetmeliklerde verilmiştir. Ancak ekonomik koşullar nedeni ile malzemeye ulaşımın olmadığı ve mühendislik hizmeti alamayan kırsal bölgelerde çelik donatı yerine yerel malzeme kullanımı da yapılan bir uygulamadır.



Şekil 2.20 Kerpiç malzeme ile inşa edilen duvar içinde bambu donatı kullanımı (Blondet Vd. 2002, EERI)

Donatı olarak bambu kullanılan örnekler mevcuttur. Bambu, düşey olarak duvar örgüsü içine yerleştirilir. Belirli tuğla sıralarında birbirine bağlanır. Malzemenin duvar örgüsü içine yerleştirilmesi Şekil 2.20 ve Şekil 2.21 de gösterilmiştir.



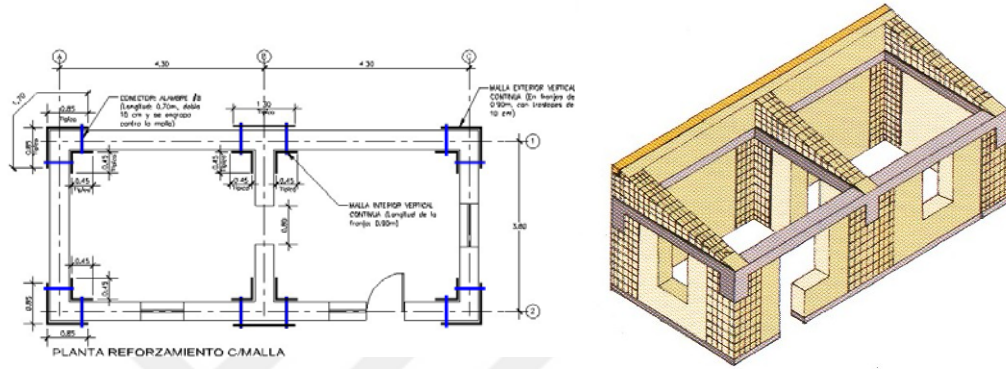
Şekil 2.21 Şaşırtmalı duvar örgüsünde bambu vb. malzemenin yerleştirilmesi (IAEE, 2005)

2.5.2.3 Duvarların Yüzeyinde Hasır Donatı (Kümes Teli) Kullanımı

Mevcut kerpiç evler için kullanılan bir güçlendirme sistemi de kafes tel kullanımıdır. Ancak yeni inşa edilen yapılar için de kullanılabilir. Peru’da Almanya’nın desteği ile 1994 ile 1999 yılları arasında Peru Katolik Üniversitesi tarafından bu kapsamda bir araştırma projesi gerçekleştirilmiştir. Çeşitli takviye teknikleri araştırılmış ve en uygun takviye yönteminin harç ile sıvanmış kafes tel örgü kullanmak olduğu sonucuna varılmıştır. Proje kapsamında kerpiç malzeme ile inşa edilen yapılar, duvar yüzeyine uygulanan kafes teli ile güçlendirilmiştir. Yeni kerpiç evlere uygulanması ve evlerin deprem karşısında göçmesinin engellenmesi amaçlanmıştır (Şekil 2.22, Şekil 2.23).

Bu teknik ilk olarak 1998 yılında pilot proje olarak Peru’nun 6 şehrinde uygulanmıştır. Daha sonra 1999-2000 yıllarında uygulama alanı Şili, Bolivya, Ekvador ve Venezuela’ya kadar genişletilmiştir. 23 Haziran 2001 tarihinde Peru’nun güneyinde gerçekleşen 8,4 büyüklüğündeki depremde, daha önce bu teknikle inşa edilen 6 takviyeli yapıdan hiç birinde herhangi bir hasar gözlenmemiştir (Şekil 2.24).

Kerpiç ile inşa edilen takviyesiz komşu yapılar depremde ya ağır hasar almış, ya da tamamen çökmüştür. Projenin bu başarısı programı tekrar harekete geçirmiş ve geliştirilen bu yöntemle Andean bölgesinde 500’den fazla yeni güçlendirilmiş kerpiç ev inşa edilmiştir. Peru Katolik Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen sarsma tablası deneylerinde konutlarda kullanılan bu yöntemin şiddetli depremlere karşı yapıya dayanım kazandırdığı görülmüştür (Quiun, 2008) (EERI ve IAEE).



Şekil 2.22 Kerpiç yapıya ait plan şeması ve 3d çizimi (Zegarra Vd., 1997, Kerpiç Çalıştay)



Şekil 2.23 Kerpiç yapıda duvar yüzeyine kafes teli uygulaması (Zegarra Vd., 1997, Kerpiç Çalıştay)

2001’deki depremden sonra 15 Ağustos 2007’de Lima’nın güneyinde 8,0 büyüklüğünde bir deprem daha gerçekleşmiştir. Deprem, de birçok geleneksel kerpiç evin yıkılmasına neden olmuştur. Ica bölgesinde bu proje kapsamında kafes teli ile güçlendirilen konutlar da depremi zarar görmeden atlatabilmiştir.



Şekil 2.24 2001 Depremi sonrası Moquegua'da hasarsız güçlendirilmiş konut ve takviyesiz ağır hasarlı komşu konut (Quiun, 2008) (EERI ve IAEE)



Şekil 2.25 Kerpiç binanın iç görünümü (Quiun, 2008) (EERI ve IAEE)

2.5.2.4 Depreme Dayanıklı Kenetli Tuğla

Birbirine geçmeli şekilde üretilen tuğla ve benzeri yapı elemanları da depreme dayanıklı bir yapıım tekniğidir (Korkmaz, 2013). Birbirine tam uyum sağlayacak şekilde üretilen yapı elemanları, kenetli şekilde birleştirilir. Böylece duvarlar, deprem daha dayanıklı hale getirilir. Ustalık gerektirmeyen, kolay işçilik sayesinde kısa sürede üretilebilirler (Şekil 2.26).



Şekil 2.26 a) Anahtar-kilit şeklinde deprem tuğlaları (Kasapoğlu, 2005) b) İspanyol mimar Pablo Campos López tarafından tasarlanan depreme dayanıklı anahtar-kilit modeliyle birbirine bağlanan tuğlalar c) Çeşitli firmalar tarafından üretilen kenetli tuğlalar (<https://bloksan.com.tr/>)

Özel bir firma tarafından, ülkemizi derinden etkileyen 06.02.2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden sonra fiber kompozit malzeme kullanılarak lego bloklarına benzer birbirine geçmeli şekilde üretilen bir malzeme geliştirilmiştir. Depremden etkilenen Gaziantep'in Nurdağı ilçesinde, bu malzeme ile oluşturulmuş bloklardan bir

köy evi ve 6 dairelik konut inşa edilmeye başlanmıştır. Kompozit bloklar, cam elyaf ve mineral tozu gibi geri dönüşümlü malzemelerden üretilmiştir. Üretici firma, bu yapım sistemi ile 5 kata kadar her türlü binanın yapılabileceğini belirtmiştir. İlçede, bir anaokulu, bir 400 m²'lik köy evi ve 6 dairelik 3 katlı bir konut yapısını kapsayan proje oluşturulmuştur. Birbirine geçmeli şekilde tasarlanan bloklar arası harç kullanılmadığından, malzeme ve işçilikten tasarruf sağladığı gibi, montajının da kısa sürede yapılabildiği belirtilmiştir (Şekil 2.27, Şekil 2.28).



Şekil 2.27 Nurdağı ilçesinde yapımına başlanan köy evi ve konut yapısı(<http://www.yapi.com.tr/>)



Şekil 2.28 Fiber kompozit bloklar ile duvar örümü (<https://www.aa.com.tr/2023>)

2.6 2018 TBDY Yönetmeliğinde Yığma Hesap Yaklaşımları

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği; 7,8 büyüklüğündeki 1939 Erzincan depreminden sonra 1940 yılında hazırlanmıştır. Yaklaşık 33.000 can kaybının olduğu deprem, depreme karşı dayanıklı bina üretimi gerektiğini ortaya koymuştur. 1943 yılında meydana gelen ve 2900 kişinin hayatını kaybettiği 7,7 büyüklüğündeki Tosya-Ladik depremi sonrası 1944 yılında ikinci deprem yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmeliği sırasıyla 1947, 1949, 1953, 1961, 1975, 1997 yönetmelikleri izlemiştir. İlk deprem bölgeleri haritası da 1942 yılında hazırlanmış, 1947 yılından itibaren yayınlanan yönetmeliklerde deprem hesapları, yapının bulunduğu deprem bölgesine göre yapılmaya başlanmıştır.

1999 yılında meydana gelen 7,4 ve 7,2 büyüklüğündeki İzmit ve Düzce depremlerinden sonra, 2007 yılında yönetmelik tekrar revize edilmiştir. Ve son olarak 2018’de hazırlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile bugünkü halini almıştır.

Ülkemizde yığma yapıların depreme göre hesap ve tasarımı konusunda 1998 yönetmeliği ile 2007 yönetmeliği arasında çok önemli farklar olmasa da, 2019 yönetmeliği önemli farklar içermektedir. (Amani, Sagiroglu, ve Doğangün, 2020). Önceki deprem yönetmeliklerinde belirli olan deprem bölgeleri, zemin sınıfları ve belirli katsayılara göre hesap yapılırken yeni yönetmelik ile birlikte Türkiye Deprem Haritaları İnteraktif Web uygulamasından, projenin uygulanacağı koordinatlar kullanılarak alınan veriler kullanılmaktadır. Önceki yönetmeliklerde gerilme esaslı hesap yaklaşımları uygulanırken, yeni yönetmelikte taşıma gücüne göre hesap yapılmaktadır. Taşıyıcı duvarların kesme kuvveti kapasitelerinin, aşılp aşılmama durumuna göre binanın deprem performansı belirlenmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

TÜRKİYE KOŞULLARINA UYGUN İYİLEŞTİRME KABULLERİ

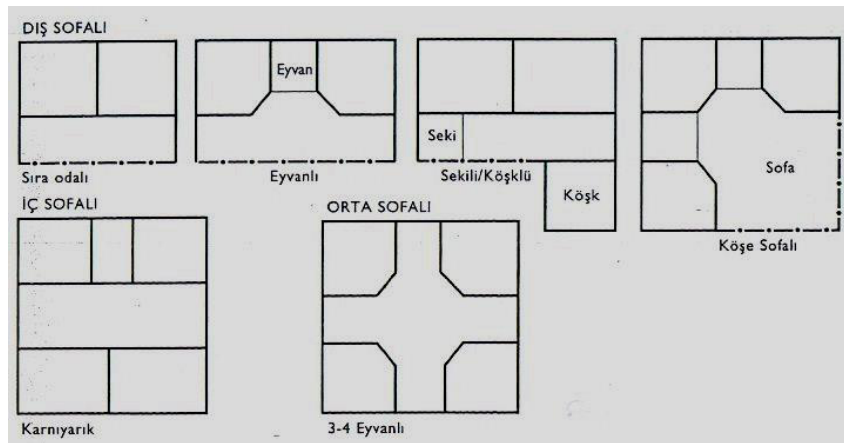
3.1 Türkiye’de Kırsal Kesimde Kullanılan Plan Tipleri

Türk evi, Osmanlı İmparatorluğu’nda Anadolu ve Rumeli bölgelerine yerleşmiş ve gelişmiş kendine özgü özellikleri olan bir ev tipidir. 600 yıl boyunca hüküm sürmüş olan Osmanlı İmparatorluğu boyunca, bu ev tipi gelişmiş, yayılmış ve egemen ev tipi olmuştur. Günümüz kırsal kesimde yapılan konutlar da hala bu plan tipleri ile uyum göstermektedir.

Türk evi plan tiplerini 4 başlıkta toplamak mümkündür (Eldem, 1954). Bunlar;

- a) Sofasız plan tipleri
- b) Dış sofalı Plan tipleri
- c) İç sofalı Plan tipleri
- d) Orta sofalı plan tipleri

(Sofa; odaların açıldığı, kapalı, açık, ya da yarı açık geniş ortak alandır. Sirkülasyonun sağlandığı mekandır. Günümüz konutlarında hol-antre olarak adlandırılırlar.)

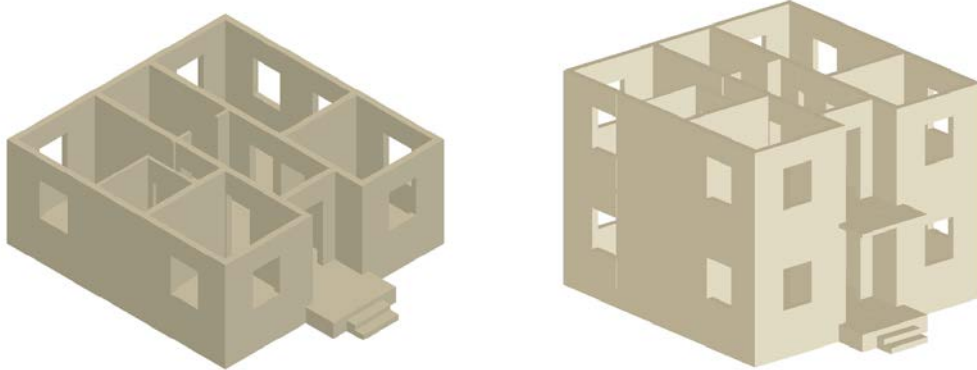
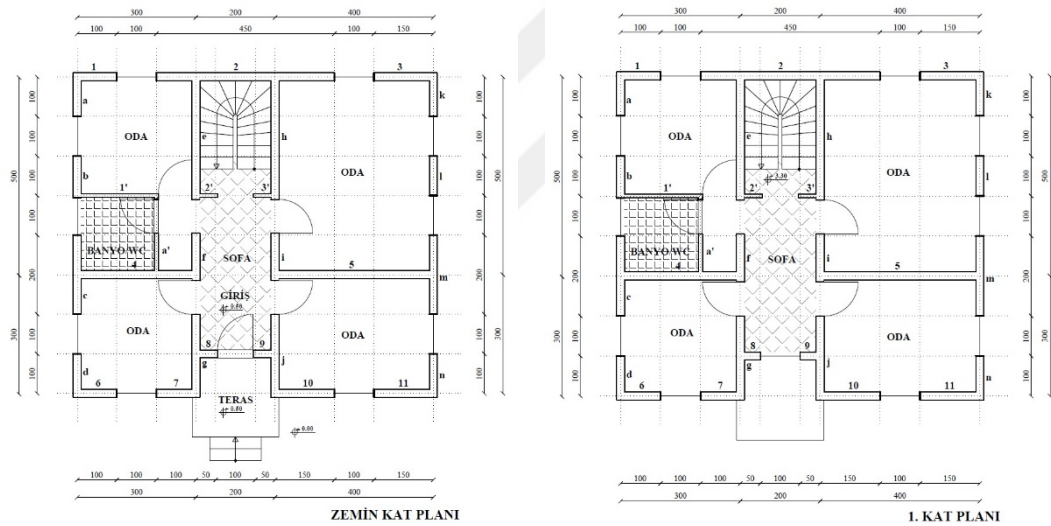


Şekil 3.1 Geleneksel Türk konutunun plan tipleri (Günay, 1998, s.17).

Geleneksel Türk konutlarında bu plan tipleri uygulanmıştır. Genellikle iki katlıdır. Plan tipleri iklim koşulları, ekonomik koşullar, yöresel alışkanlık ve geleneklere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bunlardan en çok kullanılan iç sofalı plan tipidir. Bu plan tipinde, odalar sofanın iki kenarında sıralanmışlardır. Kırsal kesim konutlarında kullanılan plan tipleri de geleneksel Türk evleri plan tipleri ile benzerlik göstermektedir.

3.2 Türkiye Kırsal Kesime Uygun Basit Yığma Yapım Modelinin Oluşturulması

Bu çalışmada bu kırsal kesimde bulunan yapılara örnek teşkil edecek şekilde iç sofalı plan tipine sahip bir bina modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.2). Yapı iki katlı ve düz çatılı olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.2 Oluşturulan 2 katlı basit yığma bina modeli 1. ve 2. kat planları

Tablo 3.1 Oluşturulan 2 katlı basit yığma bina modeline ait duvar kalınlıkları ve uzunlukları

X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t (cm)	Uzunluk L (cm)	Y doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t (cm)	Uzunluk L (cm)
	1	20	100		a	20	100
	2	20	450		b	20	100
	3	20	150		c	20	200
	1'	10	200		d	20	100
	2'	10	50		a'	10	100
	3'	10	50		e	20	300
	4	20	300		f	20	100
	5	20	400		g	20	200
	6	20	100		h	20	300
	7	20	100		i	20	100
	8	20	50		j	20	200
	9	20	50		k	20	100
	10	20	150		l	20	100
	11	20	150		m	20	200
					n	20	100

Taşıyıcı duvarlar 20 cm kalınlığındadır. 19'luk düşey delikli yığma tuğlası kullanılacaktır. Düşey delikli tuğlanın teknik özellikleri Tablo 3.2'te verilmiştir. Bölücü duvarlar 10 cm kalınlığındadır. 10'luk tuğla kullanılacaktır.

Tablo 3.2 Yığma tuğlanın teknik özellikleri (<http://www.dogusblok.com.tr>)

DÜŞEY DELİKLİ TUĞLALAR-TS EN 771-1 	Ürün Tipi	Düşey Delikli Tuğla
	Ürün Adı	19 Yığma Tuğla
	Ürün Standardı	TS EN 771-1 KAT-II SİS 4
	Birim Ağırlığı	700 kg/m ³
	Boyut (cm)	29X19X13,5
	Poz No	04.016/L01
	Basınç Dayanımı (Ortalama)	10 MPa

Yapı döşemelerinin yerinde döküm 10 cm betonarme plak döşeme olarak yapıldığı varsayılacaktır. Bina hareketli yükü 0,2 kN/m² olarak dikkate alınacaktır. Taşıyıcı duvar ve duvar boşluklarının üzerindeki hatılların genişliği duvar genişliği kadar (20 cm), yüksekliği ise 20 cm olarak alınacaktır. Döşeme ve hatıllar için C25 sınıfı beton kullanılacaktır.

3.2.1 Oluşturulan Örnek Bina Hakkında Genel Bilgiler

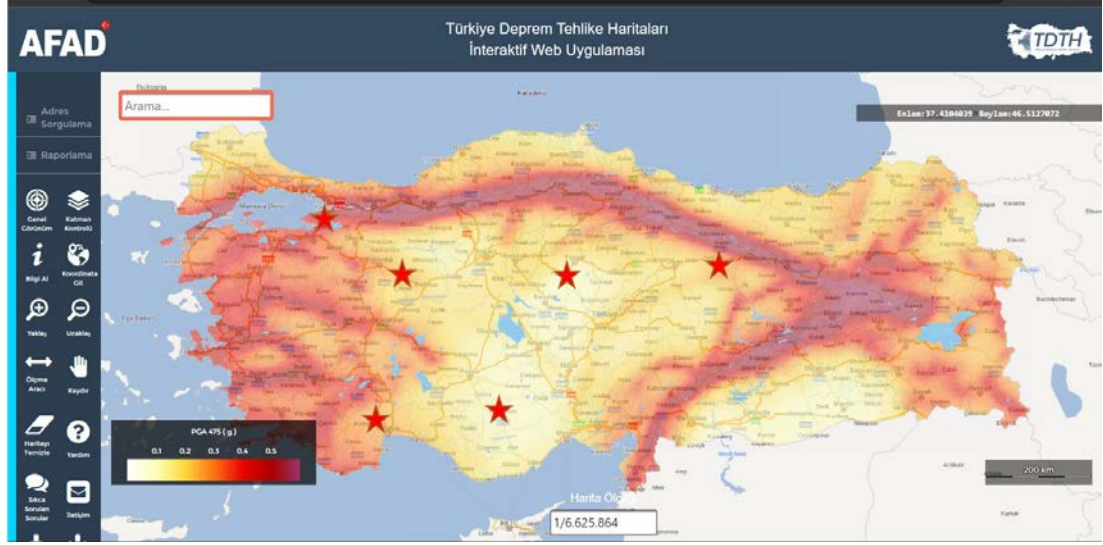
Binanın deprem performansının belirlenebilmesi için farklı deprem tasarım sınıflarına ait veriler ve farklı zemin sınıfları kullanılacaktır. Modelleme için kullanılacak genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

Bina Genel Özellikleri

Bina Kat Adedi:	2
Bina Kat Alanı:	70,2 m ²
Kat Yüksekliği:	2,7 m
Bina yüksekliği:	5,4 m
Duvar Kalınlığı:	20 cm
Bina Hareketli Yüğü:	2 kN/m ²
Beton Elastisite Modülü:	$E_c = 30000$ MPa
Beton Birim Ağırlığı:	25 kN/m ³
Tuğla Elastisite Modülü:	$E_c = 2625$ MPa
Tuğla Birim Ağırlığı:	7 kN/m ³
Beton Poisson Oranı:	$\nu_c = 0,25$
Haraketli Yük Katılım Katsayısı:	$n = 0,3$ (Tablo 4.3 TBDY-2018)
Yerçekimi ivmesi:	$g = 9,81$ m/sn ²

3.2.2 Oluşturulan Örnek Binanın Deprem Verilerinin Seçilmesi

Çalışmada yapının mevcut hali ile deprem etkisi altında performansını belirleyebilmek için, toplam 6 adet bölge belirlenmiştir (Şekil 3.3). Modelleme için İnteraktif Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınan bu 6 bölgeye ait deprem verileri kullanılmıştır. TDBY 2018’de deprem yer hareketi düzeyleri dört farklı gruba ayrılmıştır. Bunlar DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 düzeyleridir (Özkat ve Kuruşcu, 2019). Çalışmada dikkate alınan deprem yer hareketi düzeyi standart tasarım deprem yer hareketi düzeyi olan **DD-2** (50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi) olarak alınmıştır.



Şekil 3.3 Türkiye Deprem Tehlike Haritaları interaktif web uygulamasında veri alınan bölgeler (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>)

Yerel zemin koşullarının sonuçlara etkisinin belirlenebilmesi için tüm yerel zemin sınıfları için çalışma tekrarlanmıştır. Modele uygulanan depremin şiddeti PGA (en büyük yer ivmesi) kademeli olarak azaltılmıştır. Seçilen son iki bölgeye ait PGA değerleri 0,148 g ve 0,097 g'dir. Bu bölgelerden alınan veriler, çok yaklaşık sonuçlar verdiğinden ve yapıda kesme kuvveti kapasiteleri aşılmadığından PGA değeri 0,097 g olan bölgeye çalışmada yer verilmeyecektir.

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak belirlenen bölgelere ait 5 farklı zemin grubuna göre Sismik Tehlike Haritası Detay Raporları alınmıştır. Bu raporlardan alınan veriler aşağıdaki gibidir (Tablo 3.3):

Tablo 3.3 Sismik Tehlike Haritası detay raporlarından alınan veriler

1. Gölçük $S_S = 1,735$ $S_1 = 0,469$ PGA = 0,708 g PGV = 56,186 cm/sn				
A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
$S_{DS} = 1,388$ $S_{D1} = 0,375$	$S_{DS} = 1,561$ $S_{D1} = 0,375$	$S_{DS} = 2,082$ $S_{D1} = 0,704$	$S_{DS} = 1,735$ $S_{D1} = 0,859$	$S_{DS} = 1,388$ $S_{D1} = 1,061$
2. Erzincan $S_S = 1,285$ $S_1 = 0,370$ PGA = 0,536 g PGV = 34,619 cm/sn				
A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
$S_{DS} = 1,028$ $S_{D1} = 0,296$	$S_{DS} = 1,156$ $S_{D1} = 0,296$	$S_{DS} = 1,542$ $S_{D1} = 0,555$	$S_{DS} = 1,285$ $S_{D1} = 0,714$	$S_{DS} = 1,139$ $S_{D1} = 0,932$

Tablo 3.3 Sismik Tehlike Haritası Detay Raporlarından Alınan Veriler (Devamı)

3. Antalya $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn				
A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
$S_{DS} = 0,678$ $S_{D1} = 0,183$	$S_{DS} = 0,763$ $S_{D1} = 0,183$	$S_{DS} = 1,018$ $S_{D1} = 0,344$	$S_{DS} = 0,984$ $S_{D1} = 0,491$	$S_{DS} = 1,036$ $S_{D1} = 0,722$
4. Eskişehir $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn				
A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
$S_{DS} = 0,435$ $S_{D1} = 0,122$	$S_{DS} = 0,490$ $S_{D1} = 0,122$	$S_{DS} = 0,698$ $S_{D1} = 0,229$	$S_{DS} = 0,742$ $S_{D1} = 0,351$	$S_{DS} = 0,887$ $S_{D1} = 0,570$
5. Yozgat $S_S = 0,342$ $S_1 = 0,131$ $PGA = 0,148$ g $PGV = 10,893$ cm/sn (Hiç bir duvarda kapasite aşılmamıştır.)				
A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
$S_{DS} = 0,274$ $S_{D1} = 0,105$	$S_{DS} = 0,308$ $S_{D1} = 0,105$	$S_{DS} = 0,445$ $S_{D1} = 0,197$	$S_{DS} = 0,522$ $S_{D1} = 0,306$	$S_{DS} = 0,733$ $S_{D1} = 0,514$
6. Kırşehir $S_S = 0,223$ $S_1 = 0,055$ $PGA = 0,097$ g $PGV = 5,023$ cm/sn (Hesaplama yapılmamıştır.)				
S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz] S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz] PGA : En büyük yer ivmesi [g] PGV : En büyük yer hızı [cm/sn] olmak üzere; S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] ve S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz] yerel zemin katsayıları ile çarpılarak bulunur.				

3.2.2.1 Tasarım Spektral İvme Katsayıları

Türkiye Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) tarafından güncellenen yeni Deprem Tehlike Haritası ile birlikte deprem bölgeleri kavramı ortadan kalkmıştır. Ülkemizde her farklı koordinat seçimi için haritadan S_S ve S_1 değerleri elde edilecektir. Bu değerler sırası ile $T=0,2$ saniye kısa periyod ve $T=1,0$ saniye uzun periyod bölgelerine karşılık gelen spektral ivme katsayılarıdır. Bu değerler zemine ilişkin özellikleri yansıtan yerel zemin etki katsayıları (F_S : Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı, F_1 : 1,0 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı) ile çarpılarak tasarım spektral ivme katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}) elde edilir. Yatay elastik tasarım ivme spektrumu [$S_{ae}(T)$] dikkate alınan deprem yer hareketi düzeyi için S_{DS} ve S_{D1} değerleri kullanılarak doğal titreşim periyoduna bağlı olarak oluşturulur. Böylece spektral ivme katsayısı değeri, kısa ve uzun periyot bölgeleri için ayrı ayrı olarak belirlenecektir (Tunç ve Tanfener, 2016).

3.2.2.2 Bina kullanım sınıfı ve önem katsayısı

Bina kullanım sınıfı (BKS) ve bina önem katsayısı (I) TBDY-2018’de bulunan, aşağıdaki çizelge kullanılarak belirlenmiştir. (Tablo 3.4) Model yapı konut olup bina kullanım sınıfı BKS = 3 ve bina önem katsayısı I = 1,0 olarak alınmıştır.

Tablo 3.4 Bina Kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY-2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1,5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1,2
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1,0

3.2.2.3 Deprem Tasarım Sınıfları

TBDY-2018’de Deprem Tasarım Sınıfları da dört grupta toplanmıştır. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS), Bina Kullanım Sınıfları (BKS) ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS}) na göre belirlenir (TBDY-2018) (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 Deprem Tasarım Sınıfları (TBDY-2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS =1	BKS =2,3
$S_{DS} < 0,33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0,33 < S_{DS} \leq 0,50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0,50 < S_{DS} \leq 0,75$	DTS = 2a	DTS = 2
$S_{DS} \leq 0,75$	DTS = 1a	DTS = 1

Buna göre; bir bölgede zemin sınıfının değişmesi bazı durumlarda deprem tasarım sınıfını da değiştirebilir. Model için belirlenen DTS'ları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6 Seçilen deprem verileri ve zemin sınıfına göre Deprem Tasarım Sınıfları

	A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin
1. Bölge	$S_{DS} = 1,388$	$S_{DS} = 1,561$	$S_{DS} = 2,082$	$S_{DS} = 1,735$	$S_{DS} = 1,388$
Gölcük	$S_{D1} = 0,375$	$S_{D1} = 0,375$	$S_{D1} = 0,704$	$S_{D1} = 0,859$	$S_{D1} = 1,061$
2. Bölge	$S_{DS} = 1,028$	$S_{DS} = 1,156$	$S_{DS} = 1,542$	$S_{DS} = 1,285$	$S_{DS} = 1,139$
Erzincan	$S_{D1} = 0,296$	$S_{D1} = 0,296$	$S_{D1} = 0,555$	$S_{D1} = 0,714$	$S_{D1} = 0,932$
3. Bölge	$S_{DS} = 0,678$	$S_{DS} = 0,763$	$S_{DS} = 1,018$	$S_{DS} = 0,984$	$S_{DS} = 1,036$
Antalya	$S_{D1} = 0,183$	$S_{D1} = 0,183$	$S_{D1} = 0,344$	$S_{D1} = 0,491$	$S_{D1} = 0,722$
4. Bölge	$S_{DS} = 0,435$	$S_{DS} = 0,490$	$S_{DS} = 0,698$	$S_{DS} = 0,742$	$S_{DS} = 0,887$
Eskişehir	$S_{D1} = 0,122$	$S_{D1} = 0,122$	$S_{D1} = 0,229$	$S_{D1} = 0,351$	$S_{D1} = 0,570$
5. Bölge	$S_{DS} = 0,274$	$S_{DS} = 0,308$	$S_{DS} = 0,445$	$S_{DS} = 0,522$	$S_{DS} = 0,733$
Yozgat	$S_{D1} = 0,105$	$S_{D1} = 0,105$	$S_{D1} = 0,197$	$S_{D1} = 0,306$	$S_{D1} = 0,514$

DTS1  DTS2  DTS3  DTS4 

3.2.2.4 Bina Yükseklik Sınıfları

Bina yükseklik sınıfı (BYS), deprem tasarım sınıflarına (DTS) bağlı olarak belirlenmiştir. TBDY-2018'de basit yığma yapıların bina yükseklik sınıfının $BYS = 8$ ve $DTS = 1$ olduğu için bina toplam yüksekliği $H_N \leq 7$ m olmalıdır. Örnek bina toplam yüksekliği 5,40 m olduğu için yükseklik şartını sağlamaktadır.

Tablo 3.7 Yığma taşıyıcı sistemler için izin verilen bina yükseklik sınıfları (TBDY-2018)

Bina Taşıyıcı Sistemi	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
E1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler	
E11. Donatılı yığma binalar	$BYS \geq 7$
E12. Donatılı gazbeton panel binalar	$BYS \geq 7$
E2. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler	
E21. Kuşatılmış yığma binalar	$BYS = 8$
E22. Donatısız yığma binalar	$BYS = 8$

Tablo 3.8 BYS ve DTS'ye göre tanımlanan bina yükseklik aralıkları (TBDY-2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]	
	DTS 1, 1a, 2, 2a	DTS 3, 3a, 4, 4a
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$

3.2.2.5 Deprem yükü azaltma katsayısı

TBDY-2018'de dayanıma göre tasarım çerçevesinde doğrusal elastik deprem yükleri deprem yükü azaltma katsayısı $[R_a(T)]$ kullanılarak azaltılmaktadır. Ancak mevcut olduğu varsayılan bir binanın deprem performansı belirleneceği için, azaltma işlemi yapılmayacaktır. Deprem yükü azaltma katsayısı; $R_a(T) = 1$ olarak alınacaktır.

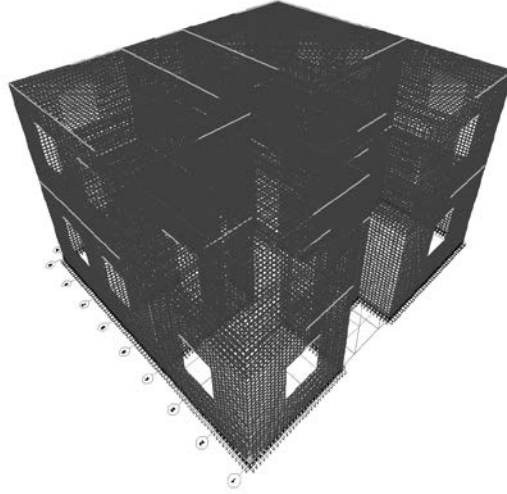
Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tE} (kN)$ denklem (3.1) ile hesaplanmıştır.

$$V_{tE} = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g \quad (3.1)$$

Binanın (X) ve (Y) deprem doğrultularında hakim doğal titreşim periyodu $T_1^{(X)} = 0,063$ sn ve $T_1^{(Y)} = 0,063$ sn olarak hesaplanmıştır.

3.3 Oluşturulan Örnek Binanın SAP2000 Programında Modellenmesi ve Deprem Hesabı

Yukarıdaki veriler doğrultusunda bina yüzeysel taşıyıcı sistem elemanları SAP2000 ortamında, $10 \times 10 \text{ cm}^2$ boyutlarında sonlu elemanlar kullanılarak, hatıllar ise çubuk eleman olarak modellenmiştir (Şekil 3.4). Daha önce seçilen yer, zemin sınıfları ve deprem yer hareki düzeyi için yatay ve düşey yönde deprem etkileri altında her duvarda oluşan kesme kuvvetleri belirlenmiştir.



Şekil 3.4 Örnek binanın SAP2000 programında modellenmesi

Programda malzeme tanımları ile hatıl, döşeme ve duvar bilgileri girilmiştir. Döşeme ve hatıllar için C25 sınıfı beton kullanılmıştır. Duvarlar için 19'luk yığma tuğlası seçilmiştir.

Beton Elastisite Modülü:	$E_c = 30000 \text{ MPa}$
Beton Hacim Ağırlığı:	25 kN/m^3
Tuğla Elastisite Modülü:	$E_c = 2625 \text{ MPa}$
Tuğla Birim Ağırlığı:	7 kN/m^3

Taşıyıcı duvarların elastisite modülü, E_{duv} , yapısal çözümleme için $750 f_k$ (f_k = yığma duvar karakteristik basınç dayanımı) değerine eşit alınmıştır. Duvar kayma modülü, G_{duv} elastisite modülünün %40'ı olarak hesaplanmıştır.

$$E_{duv} = 750 f_k = 750 * 3,5 = 2625 \text{ MPa}$$

$$G_{duv} = \%40 E_{duv} = 1050 \text{ MPa}$$

Duvarların tasarım dayanımları belirlenirken yığma malzemede γ_m ve donatıda γ_s malzeme katsayıları (dayanım azaltma katsayıları) kullanılmıştır. γ_s katsayısı 1,15 kabul edilecek, yığma malzeme katsayısı γ_m ise tuğla malzeme için 2,0 kabul edilmiştir.

3.3.1 Bina ağırlığının belirlenmesi

Yapının toplam ağırlığı malzeme birim ağırlıkları ve standartlarda verilen hareketli yüklerden yararlanarak SAP2000 programı ile hesaplanmıştır. Hareketli yük kütle katılım katsayısı, ($n = 0,3$), TBDY-2018’da bulunan aşağıdaki çizelgeden alınmıştır.

Tablo 3.9 Hareketli yük kütle katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0,30

SAP2000 programı ile; bina sabit yükü $G = 848,34$ kN, bina hareketli yükü $Q = 268$ kN olarak hesaplanmıştır. Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı $W = G + n Q = 848,34 + 0,3 \cdot 268 = 928,74$ kN olarak bulunmuştur.

3.3.1’de tanımlanan veriler doğrultusunda Türkiye Deprem Haritası interaktif web uygulamasından alınan 5 deprem verisi ve 5 zemin sınıfı için analiz yapılmıştır.

3.3.2 Yatayda Birbirine Dik Doğrultulardaki Deprem Etkilerinin Birleştirilmesi

Yönetmeliğe göre, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularında tanımlanan depremlerden oluşan deprem etkileri aşağıda verilen denklemler ile birleştirilerek sekiz farklı kombinasyon türetilmiştir.

$$E_d^{(H)} = \pm E_d^{(X)} \pm 0,3E_d^{(Y)} \quad (3.2)$$

$$E_d^{(H)} = \pm 0,3E_d^{(X)} \pm E_d^{(Y)} \quad (3.3)$$

Burada $E_d^{(X)}$ ve $E_d^{(Y)}$, herhangi bir kesitte birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularındaki depremlerin etkisi altında ayrı ayrı hesaplanan deprem etkilerini, $E_d^{(H)}$ ise doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisini simgelemektedir.

3.3.3 Düşey Deprem Etkisi

Düşey deprem etkisi $E_d^{(Z)}$ 'in hesabında tüm taşıyıcı sistemler için $R/I = 1$ ve $D = 1$ alınacaktır.

Yığma binalar için düşey deprem etkisi $E_d^{(Z)}$, özel bir hesap yapılmaksızın, aşağıdaki denklem ile yaklaşık olarak hesaplanacaktır.

$$E_d^{(Z)} \sim (2/3)S_{DS} G \quad (3.4)$$

Burada G sabit yük etkisini, S_{DS} ise daha önce tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını göstermektedir.

3.3.4 Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi

Taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında esas alınmak üzere, deprem etkisini içeren yük birleşimleri aşağıdaki denklemler ile tanımlanmıştır:

$$G + Q + E_d^{(H)} + 0,3E_d^{(Z)} \quad (3.5)$$

$$0,9G + E_d^{(H)} - 0,3E_d^{(Z)} \quad (3.6)$$

Burada Q hareketli yük etkisini simgelemektedir. Yatay deprem etkisi $E_d^{(H)}$, düşey deprem etkisi $E_d^{(Z)}$ de dikkate alınarak toplam 16 adet yük kombinasyonu oluşturulmuştur.

Yapılan modellemede, bu kombinasyonlardan en elverişsiz koşul karşısında bina performansı incelenmiştir.

3.4 Yığma Duvarların Kesme Kuvveti Kapasitelerinin Belirlenmesi

Donatısız yığma duvarlarda taşıyıcı yığma duvar tasarım kesme kuvveti dayanımı V_{Rd} , duvara etkiyen tasarım kesme kuvveti, V_{Ed} 'den daha büyük olacaktır. Duvar kesme kuvveti dayanımı V_{Rd} , aşağıdaki denklemler ile hesaplanan değerlerden küçük olanı olarak alınacaktır. Bu denklemde f_b değeri 25 MPa'dan büyük alınmayacaktır. b

katsayısı, duvar yüksekliğinin duvar uzunluğuna oranı olup 1'den küçük, 1.5'dan büyük alınmayacaktır.

$$V_{Rd} = f_{vd} t \ell_c \quad (3.7)$$

$$V_{Rd} = \ell t \frac{1.5 f_{vdo}}{b} + \sqrt{1 + \frac{N_{Ed}}{1.5 \ell t f_{vdo}}} \quad (3.8)$$

Duvar üzerindeki ortalama düşey gerilmeleri kullanarak elde edilen duvar tasarım kesme dayanımı f_{vd} 'nin belirlenebilmesi için; yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa) nın belirlenmesi gerekmektedir. Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, kullanılan kargir birimin grubuna göre belirlenir.

Tablo 3.10 Kargir birimlerin delik oranlarına göre gruplandırılması

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

Seçilen tuğla, delik oranı $\%35 < \alpha \leq \%50$ olduğundan Grup II de yer almaktadır (Tablo 3.9).

Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa), aşağıdaki tablodan belirlenmiştir.

Tablo 3.11 Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa) (TBDY-2018)

Birim-Birim Sınıfı	Harç Sınıfı	Harç Basınç Dayanımı, f_m (MPa)*	Kagir Birim Basınç Dayanımı, f_b (MPa)					
			5	10	15	20	25	30
Grup I	Genel amaçlı harç	M10-M20	3,4-4,2	5,5-6,8	7,3-9,0	8,9-11,0	10,4-12,9	11,9-14,6
		M2,5-M9	2.2-3,3	3,6-5,3	4,8-7,1	5,9-8,7	6,9-10,1	7,8-11,5
		M1-M2	1,7-2,1	2,8-3,4	3,7-4,5	4,5-5,5	5,2-6,4	5,9-7,3
Grup II ve Kesme Taş		M10-M20	2,8-3,4	4,5-5,5	6,0-7,4	7,3-9,0	8,5-10,5	9,7-12,0
		M2,5-M9	1,8-2,7	3,0-4,4	3,9-5,8	4,8-7,1	5,6-8,3	6,4-9,4
		M1-M2	1,4-1,7	2,3-2,8	3,0-3,7	3,7-4,5	4,3-5,3	4,9-6,0
Tuğla (Grup I)	İnce tabakalı harç**		2,9	5,3	7,5	9,6	11,6	13,5
Tuğla (Grup II)			2,2	3,5	4,7	5,7	6,7	7,6

Tablo 3.11 Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa) (TBDY-2018) (Devamı)

Beton (Grup I), Gazbeton			3,1	5,7	8,0	10,2	12,3	14,4
Beton (Grup II)			2,6	4,6	6,5	8,3	10,0	11,7

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

(**) İnce tabakalı harç, birimler arası harç tabakası 0,5 mm ile 3,0 mm olan harç.

Yığma duvar karakteristik basınç dayanımı $f_k = 3,5$ MPa alınacaktır. (Tablo 3.11)
TBDY-2018'e göre duvar karakteristik kesme dayanımı f_{vk} , aşağıdaki denklem ile elde edilecektir.

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_d \leq 0,10 f_b \quad (3.9)$$

Aşağıdaki tabloda (TBDY-2018) yığma duvarların karakteristik başlangıç kesme dayanımı, tuğla duvar için, $f_{vko} = 0,30$ MPa'dır.

Tablo 3.12 Duvarların başlangıç kesme dayanımları, f_{vko} (MPa) (TBDY-2018)

Kargir birim	Genel amaçlı harç(*)		İnce tabaka harç
Tuğla	M10-M20	0,30	0,30
	M2.5-M9	0,20	
	M1-M2	0,10	
Beton	M10-M20	0,20	0,30
Gazbeton	M2.5-M9	0,15	0,30
Doğal veya Yapay Taş	M1-M2	0,10	Kullanılmaz

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

$$f_{vk} \leq 0,10 f_b$$

$$f_{vk} \leq 0,10 * 3,5 = 0,35 \text{ MPa olmalıdır.}$$

Duvar üzerindeki ortalama düşey gerilmeleri kullanarak elde edilen duvar tasarım kesme dayanımı $f_{vd} = 0,35/2 = 0,175$ MPa olarak alınacaktır.

Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan aksenal kuvvet, (N_{Ed}), SAP2000 programı ile hesaplanmıştır. Veriler programdan alınmıştır. Hesaplanan duvar kesme kuvvetlerine ait tablolar ektedir.

Denklem (3.7) ve (3.8) ile taşıyıcı yığma duvar tasarım kesme kuvveti dayanımları hesaplanmıştır. Değerlerden küçük olanı duvar tasarım kesme kuvveti dayanımı olarak belirlenmiştir.

SAP2000 programı ile belirlenen duvar kesme kuvvetleri ile hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar belirlenmiştir.

Bölüm 3.3.2 de belirlenen 5 bölge ve her bölgede A, B, C, D ve E grubu zeminler için deprem hesabı yapılmış, 25 farklı kombinasyondan veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler ekteki tablolarda yer almaktadır.

3.5 Oluşturulan Örnek Binanın Seçilen Deprem Verileri ve Zemin Sınıflarına Göre Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarların Belirlenmesi

Yukarıdaki veriler doğrultusunda modellenen bina örneği, farklı deprem verileri ve zemin sınıflarına göre SAP2000 programında her kat için duvar kesme kuvvet kapasiteleri ve belirlenen deprem yükleri altında aldıkları kesme kuvvetleri hesaplanmıştır. Sonuçlar ekte yer almaktadır. Bu doğrultuda, kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar belirlenmiştir (Tablo 3.13). Yapılan hesaplamalar sonucu kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların, toplam kat kesme kuvvetine oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo.3.13 Deprem etkileri altında hesaplanan kesme kuvvetleri

	Zemin Sınıfı	Deprem Doğrultusu	Kat	Uygulanan deprem doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların toplam kesme kuvveti (kN):	Uygulanan deprem doğrultusunda duvarların toplam kesme kuvveti (kN):	Uygulanan deprem doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:
Gölcük, PGA = 0,708 g	A	X	Zemin Kat	835,147	953,632	%87,58
			1. Kat	309,016	583,531	%52,96
		Y	Zemin Kat	576,312	916,525	%61,90
			1. Kat	261,775	576,678	%46,11
	B	X	Zemin Kat	938,424	1071,431	%87,59
			1. Kat	346,935	654,200	%53,03
		Y	Zemin Kat	707,982	1029,288	%68,78
			1. Kat	369,010	635,568	%58,06

Tablo.3.13 Seçilen yer ve zemin sınıflarına göre göçme durumları (devamı)

Gölcük, PGA = 0,708 g	C	X	Zemin Kat	1336,553	1367,511	%97,74
			1. Kat	572,375	831,979	%68,80
		Y	Zemin Kat	1160,541	1312,743	%88,41
			1. Kat	512,433	804,919	%63,66
	D	X	Zemin Kat	816,979	932,990	%87,57
			1. Kat	148,313	571,872	%25,93
		Y	Zemin Kat	555,058	896,995	%61,88
			1. Kat	291,974	556,900	%52,43
	E	X	Zemin Kat	153,623	622,183	%24,69
			1. Kat	-	385,624	%0,00
		Y	Zemin Kat	312,971	599,538	%52,20
			1. Kat	150,058	378,098	%39,69
Erzincan, PGA = 0,536 g	A	X	Zemin Kat	462,321	709,213	%65,19
			1. Kat	-	436,903	%0,00
		Y	Zemin Kat	356,487	682,557	%52,23
			1. Kat	169,297	426,815	%39,67
	B	X	Zemin Kat	519,477	796,457	%65,22
			1. Kat	-	489,242	%0,00
		Y	Zemin Kat	473,887	766,073	%61,86
			1. Kat	189,183	477,096	%39,65
	C	X	Zemin Kat	858,252	980,009	%87,58
			1. Kat	317,543	599,578	%52,96
		Y	Zemin Kat	582,997	941,847	%61,90
			1. Kat	305,846	583,223	%52,44
	D	X	Zemin Kat	428,360	657,597	%65,14
			1. Kat	-	406,576	%0,00
		Y	Zemin Kat	330,687	633,347	%52,21
			1. Kat	157,942	398,054	%39,68
	E	X	Zemin Kat	-	499,864	%0,00
			1. Kat	-	312,113	%0,00
		Y	Zemin Kat	220,640	482,404	%45,74
			1. Kat	-	307,399	%0,00
Antalya, PGA = 0,370 g	A	X	Zemin Kat	-	471,856	%0,00
			1. Kat	-	291,986	%0,00
		Y	Zemin Kat	208,278	455,345	%45,74
			1. Kat	-	290,019	%0,00
	B	X	Zemin Kat	-	529,430	%0,00
			1. Kat	-	329,053	%0,00
		Y	Zemin Kat	233,540	510,459	%45,75
			1. Kat	-	323,204	%0,00

Tablo.3.13 Seçilen yer ve zemin sınıflarına göre göçme durumları (devamı)

Antalya, PGA = 0,370 g	C	X	Zemin Kat	439,751	674,789	%65,17
			1. Kat	-	416,332	%0,00
		Y	Zemin Kat	339,250	649,631	%52,22
			1. Kat	161,502	407,099	%39,67
	D	X	Zemin Kat	-	532,300	%0,00
			1. Kat	-	331,187	%0,00
		Y	Zemin Kat	234,837	513,338	%45,75
			1. Kat	-	325,498	%0,00
	E	X	Zemin Kat	-	483,882	%0,00
			1. Kat	-	302,378	%0,00
		Y	Zemin Kat	213,616	467,063	%45,74
			1. Kat	-	297,957	%0,00
Eskişehir, PGA = 0,228 g	A	X	Zemin Kat	-	306,736	%0,00
			1. Kat	-	195,456	%0,00
		Y	Zemin Kat	-	297,286	%0,00
			1. Kat	-	194,862	%0,00
	B	X	Zemin Kat	-	343,674	%0,00
			1. Kat	-	217,618	%0,00
		Y	Zemin Kat	-	332,645	%0,00
			1. Kat	-	216,153	%0,00
	C	X	Zemin Kat	-	473,120	%0,00
			1. Kat	-	295,304	%0,00
		Y	Zemin Kat	208,837	456,565	%45,74
			1. Kat	-	290,803	%0,00
	D	X	Zemin Kat	-	414,469	%0,00
			1. Kat	-	258,207	%0,00
		Y	Zemin Kat	148,595	400,502	%37,10
			1. Kat	-	257,389	%0,00
	E	X	Zemin Kat	-	429,816	%0,00
			1. Kat	-	269,803	%0,00
		Y	Zemin Kat	189,881	415,263	%45,73
			1. Kat	-	260,695	%0,00
Yozgat, PGA = 0,148 g	A	X	Zemin Kat			%0,00
			1. Kat			%0,00
		Y	Zemin Kat			%0,00
			1. Kat			%0,00
	B	X	Zemin Kat			%0,00
			1. Kat			%0,00
		Y	Zemin Kat			%0,00
			1. Kat			%0,00

Tablo.3.13 Seçilen yer ve zemin sınıflarına göre göçme durumları (devamı)

Yozgat, PGA = 0,148 g	C	X	Zemin Kat	-	261,462	%0,00
			1. Kat	-	168,444	%0,00
		Y	Zemin Kat	-	253,993	%0,00
			1. Kat	-	168,996	%0,00
	D	X	Zemin Kat	-	267,471	%0,00
			1. Kat	-	172,177	%0,00
		Y	Zemin Kat	-	259,785	%0,00
			1. Kat	-	172,659	%0,00
	E	X	Zemin Kat	-	344,996	%0,00
			1. Kat	-	218,853	%0,00
		Y	Zemin Kat	-	334,024	%0,00
			1. Kat	-	217,608	%0,00

3.6 Binanın Deprem Performansının Belirlenmesi

TDBY-2018'e göre, yığma binaların, DD-2 deprem yer hareketinin etkisi altında Kontrollü Hasar (KH) performans hedefini sağlaması beklenmektedir.

Yığma binaların performans düzeyine, bina geometrisi, döşeme türü, duvar bağlantı detayları, hatıl ve lento gibi detayları, malzeme özellikleri incelenerek ve yapılan hesap sonuçlarına göre karar verilir. Bina dayanımı hesaplarında, her duvar için verilen duvar kesme dayanımları esas alınır.

Eğer yığma binanın her iki doğrultudaki tüm duvarlarının kesme kuvveti dayanımı uygulanan deprem etkileri altında oluşan kesme kuvvetlerini karşılamaya yeterli ise, binanın Sınırlı Hasar Performans Düzeyi'ni sağladığı sonucuna varılır. Herhangi bir katta uygulanan deprem doğrultusunda bu koşulu sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %40'ın altında ise binanın Kontrollü Hasar performans Düzeyi'ni sağladığı kabul edilir. Bu oranın %40'ı aşması durumunda ise binanın Göçme Durumu'nda olduğu kabul edilir (TDBY-2018).

Modellenen binanın sonuçları incelendiğinde, PGA değeri en yüksek olan 1. ve 2. bölge için (PGA = 0,708 g, PGA = 0,536 g) yapılan hesaplamalar sonucu yapının E grubu zemin, X doğrultusu dışındaki tüm zemin grupları ve her iki deprem doğrultuları

için göçme durumunda olduğu görülmüştür. (Tablo 3.14, Tablo 3.15) $PGA = 0,370$ olan bölge için, C grubu zeminde, her iki doğrultuda göçme durumunda olduğu, A, B, D ve E grubu zeminlerde X doğrultusunda Sınırlı Hasar Performans Düzeyini sağladığı, Y doğrultusunda ise yine göçme durumunda olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.16). $PGA = 0,228$ g olan bölgede A ve B grubu zemin sınıflarında her iki doğrultu için, C, D, E grubu zeminlerde X doğrultusunda Sınırlı Hasar Performans Düzeyini sağladığı, C ve E grubu zeminlerde Y doğrultusunda Göçme durumunda olduğu, D grubu zeminde Kontrollü Hasar Performans Düzeyini sağladığı görülmüştür (Tablo3.17). $PGA = 0,148$ g olan son bölgede ise, hiçbir duvarda kesme kuvveti kapasitesi aşımı olmamıştır, tüm zemin sınıfları için her iki doğrultuda Sınırlı Hasar Performans Düzeyini sağlamıştır (Tablo 3.18).

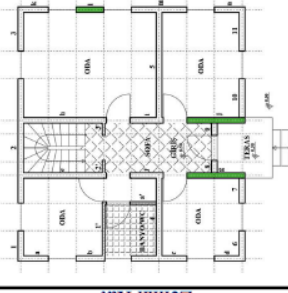
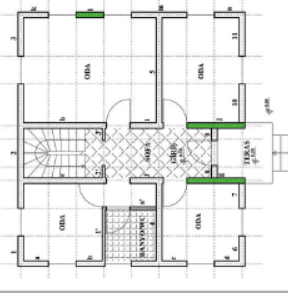
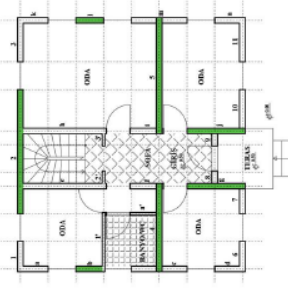
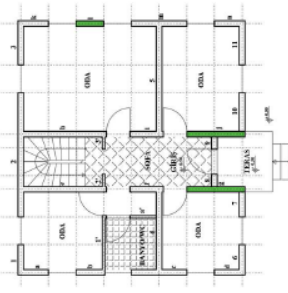
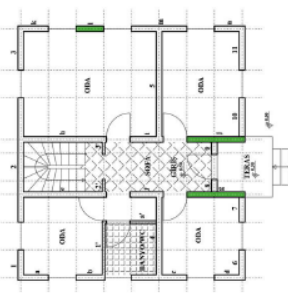
Tablo 3.14 PGA = 0,708 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı

Binanın Deprem Performansı	A Grubu Zemin		B Grubu Zemin		C Grubu Zemin		D Grubu Zemin		E Grubu Zemin	
	$S_{Ds} = 1,388$ $S_{D1} = 0,375$		$S_{Ds} = 1,561$ $S_{D1} = 0,375$		$S_{Ds} = 2,082$ $S_{D1} = 0,704$		$S_{Ds} = 1,735$ $S_{D1} = 0,859$		$S_{Ds} = 1,388$ $S_{D1} = 1,061$	
Güçlük $S_g = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn	Zemin Kat		Zemin Kat		Zemin Kat		Zemin Kat		Zemin Kat	
	1. Kat		1. Kat		1. Kat		1. Kat		1. Kat	
Binanın Deprem Performansı	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 87,58% 1. Kat - 52,96%		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 87,59% 1. Kat - 53,03%		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 97,74% 1. Kat - 71,46%		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 87,57% 1. Kat - 25,93%		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 24,69% 1. Kat - 0,00%	
	Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Kontr. Hasar Performans Düzeyi	
Binanın Deprem Performansı	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 61,90% 1. Kat - 46,11%		Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 68,78% 1. Kat - 58,06%		Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 88,41% 1. Kat - 63,66%		Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 61,88% 1. Kat - 52,43%		Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 52,20% 1. Kat - 39,69%	
	Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Göçme Durumunda		Göçme Durumunda	

Tablo 3.15 PGA = 0,536 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı

A Grubu Zemin		B Grubu Zemin		C Grubu Zemin		D Grubu Zemin		E Grubu Zemin	
$S_{Ds} = 1,028$ $S_{D1} = 0,296$		$S_{Ds} = 1,156$ $S_{D1} = 0,296$		$S_{Ds} = 1,542$ $S_{D1} = 0,555$		$S_{Ds} = 1,285$ $S_{D1} = 0,714$		$S_{Ds} = 1,139$ $S_{D1} = 0,932$	
X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 65,19% 1. Kat - 0,00% Göçme Durumunda Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 52,23% 1. Kat - 39,67% Göçme Durumunda		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 65,22% 1. Kat - 0,00% Göçme Durumunda Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 61,86% 1. Kat - 39,65% Göçme Durumunda		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 87,58% 1. Kat - 52,96% Göçme Durumunda Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 61,90% 1. Kat - 52,44% Göçme Durumunda		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 65,14% 1. Kat - 0,00% Göçme Durumunda Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 52,21% 1. Kat - 39,68% Göçme Durumunda		X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00% Sınırlı Hasar Performans Düzeyi Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,74% 1. Kat - 0,00% Göçme Durumunda	
Erzincan $S_s = 1,285$ $S_i = 0,370$ $PGA=0,536$ g $PGV=34,619$ cm/sn Binanın Deprem Performansı									

Tablo 3.16 PGA = 0,370 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı

A Grubu Zemin	B Grubu Zemin	C Grubu Zemin	D Grubu Zemin	E Grubu Zemin	
$S_{Ds} = 0,678$ $S_{D1} = 0,183$	$S_{Ds} = 0,763$ $S_{D1} = 0,183$	$S_{Ds} = 1,018$ $S_{D1} = 0,344$	$S_{Ds} = 0,984$ $S_{D1} = 0,491$	$S_{Ds} = 1,036$ $S_{D1} = 0,722$	
					Zemin Kat 1. Kat
X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00% <i>Sınırlı Hasar Performans Düzeyi</i> Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,74% 1. Kat - 0,00% <i>Göçme Durumunda</i>	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00% <i>Sınırlı Hasar Performans Düzeyi</i> Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,75% 1. Kat - 0,00% <i>Göçme Durumunda</i>	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 65,17% 1. Kat - 0,00% <i>Göçme Durumunda</i> Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 52,22% 1. Kat - 39,67% <i>Göçme Durumunda</i>	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00% <i>Sınırlı Hasar Performans Düzeyi</i> Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,74% 1. Kat - 0,00% <i>Göçme Durumunda</i>	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00% <i>Sınırlı Hasar Performans Düzeyi</i> Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,74% 1. Kat - 0,00% <i>Göçme Durumunda</i>	Anlatıya $S_s = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn Binanın Deprem Performansı

Tablo 3.17 PGA = 0,228 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı

Eskişehir $S_s = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA=0,228$ g $PGV=13,873$ cm/sn	A Grubu Zemin		B Grubu Zemin		C Grubu Zemin		D Grubu Zemin		E Grubu Zemin	
	$S_{DS} = 0,435$ $S_{D1} = 0,122$	$S_{DS} = 0,490$ $S_{D1} = 0,122$	$S_{DS} = 0,698$ $S_{D1} = 0,229$	$S_{DS} = 0,742$ $S_{D1} = 0,351$	$S_{DS} = 0,887$ $S_{D1} = 0,570$					
Zemin Kat										
1. Kat										
Binaın Deprem Performansı	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%				
	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi				
Binaın Deprem Performansı	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,74% 1. Kat - 0,00%	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 37,10% 1. Kat - 0,00%	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,73% 1. Kat - 0,00%	Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 45,73% 1. Kat - 0,00%				
	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi	Göçme Durumunda	Kontr. Hasar Performans Düzeyi	Göçme Durumunda	Göçme Durumunda				

Tablo 3.18 PGA = 0,148 g olan bölgede kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar ve binanın deprem performansı

A Grubu Zemin		B Grubu Zemin		C Grubu Zemin		D Grubu Zemin		E Grubu Zemin	
$S_{DS} = 0,274$ $S_{D1} = 0,105$	$S_{DS} = 0,308$ $S_{D1} = 0,105$	$S_{DS} = 0,445$ $S_{D1} = 0,197$	$S_{DS} = 0,522$ $S_{D1} = 0,306$	$S_{DS} = 0,733$ $S_{D1} = 0,514$					
Zemin Kat									
1. Kat									
Yozgat $S_s = 0,342$ $S_1 = 0,131$ $PGA=0,148$ g $PGV=10,893$ cm/sn									
X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%					X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%				
Sınırlı Hasar Performans Düzeyi					Sınırlı Hasar Performans Düzeyi				
Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%					Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı: Zemin kat - 0,00% 1. Kat - 0,00%				
Sınırlı Hasar Performans Düzeyi					Sınırlı Hasar Performans Düzeyi				
Binanın Deprem Performansı					Binanın Deprem Performansı				

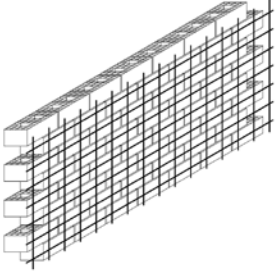
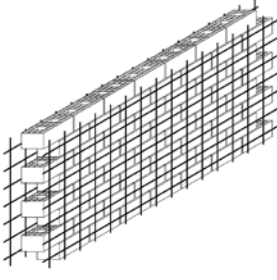
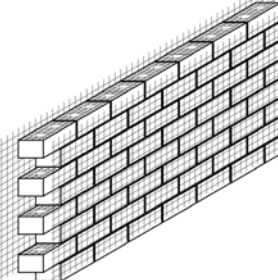
BÖLÜM DÖRT

İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

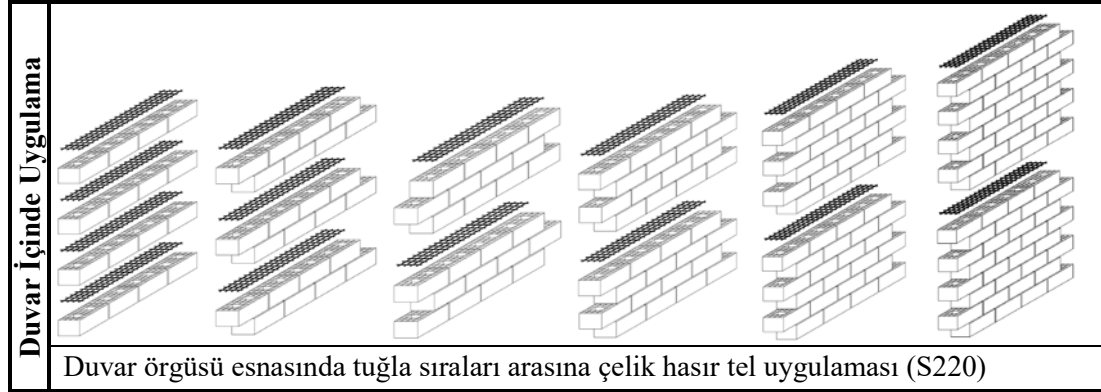
Modellenen iki katlı bina için Bölüm 3’te yapılan deprem analizleri incelendiğinde, seçilen tüm bölgelerde kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlardaki toplam kesme kuvvetinin, kat kesme kuvvetine oranının en fazla olduğu zemin grubu C olarak görülmektedir. Aslında beklenen, zemin grubu zayıfladıkça, kesme kuvveti kapasitesi aşımının kat kesme kuvvetine oranının artacağı yönündedir. Ancak zeminin doğrusal olmayan davranışı (zemin dayanım ve rijitliğinin azalması) nedeniyle büyük depremlerde, kötü zeminlerde üst yapıya kuvvet aktarımı daha azdır. Dolayısıyla, çok büyük depremlerde zemin sınıfının kötüleşmesi, beklenenin aksine iyi sonuçlar doğurabilir (sismik zemin sıvılaşması vb. durumlar hariç). Kötü zemin sınıfı, depremi sönümleyebilir. Bu doğrultuda, 4. Bölümde yapılacak iyileştirme önerileri, deprem performansının en olumsuz sonucu verdiği durum, yani C grubu zemin esas alınarak yapılacaktır.

Hasarlı duvarların kesme kuvveti kapasitelerini arttırmak için duvar yüzeyine çelik hasır donatı (S420) veya çelik hasır tel (S220) ya da duvar örümü sırasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel (S220) kullanılması düşünülmüştür (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Duvar yüzeyine ya da tuğla sıraları arasına çelik hasır donatı veya çelik hasır tel uygulaması

Duvar Yüzeyine Uygulama			
	Tek yüzeye hasır donatı uygulaması (S420)	Çift yüzeye hasır donatı uygulaması (S420)	Çift yüzeye çelik hasır tel uygulaması (S220)
	Duvar örgüsü esnasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulaması (S220)		

Tablo 4.1 Duvar yüzeyine ya da tuğla sıraları arasına çelik hasır donatı veya çelik hasır tel uygulaması (Devamı)



Yapılacak iyileştirme önerilerinde, seçilen bölge ve zemin sınıfı için yapılan analiz sonucunda, kesme kuvveti kapasitesi aşım oranı en yüksek olan duvar göz önünde bulundurulacaktır. Aslında her duvar için ayrı ayrı hesaplama ve uygulama yapılabilir. Ancak bu durum daha ekonomik görünmekle birlikte, hem işçilik maliyetini arttıracak, hem de seçilen donatıların uygulanması esnasında karışıklıklara ve hatalı uygulamalara neden olabilecektir. Bu nedenle seçilen bölge ve zemin sınıfı için, tüm kesme kuvveti kapasitesi aşımı olan duvarlarda aynı donatı boyutlarının kullanımına karar verilmiştir.

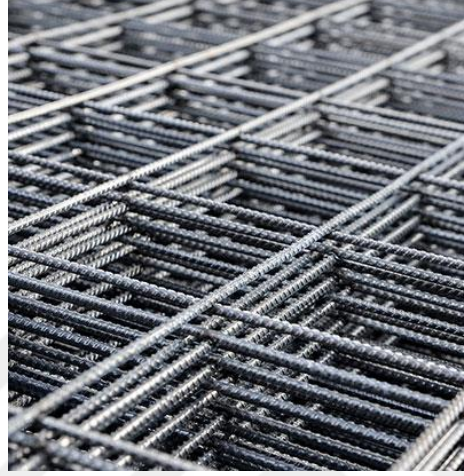
Duvarlarda donatıların sağladığı ek kesme kuvveti kapasiteleri Denklem (4.1) ile hesaplanmış ve duvarların hesaplanan kesme kuvveti kapasitelerine eklenmiştir. Duvarların kesme kuvveti kapasiteleri artırılarak, deprem yükleri etkisi altında aldıkları kesme kuvvetlerini karşılamaları sağlanmıştır.

$$V_{Rd}(kN)_{ek} = 0,9 \cdot f_{yd} \cdot A_{sw} \quad (4.1)$$

4.1 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda Çelik Hasır Donatı Uygulanması

Çelik hasır donatı, mukavemeti artırılmış ve nervürlendirilmiş demir çubukların birbirlerine kaynaklanmasıyla imal edilen bir donatı çeşididir (Şekil 4.1). Q ve R olmak üzere iki tip olarak üretimleri mevcuttur. R tipi hasır donatılar tek yönde çalışan döşemelerde ve mesnet donanımlarında kullanılmaktadırlar. Q tipi hasırlar ise her iki yönde çalışan döşemelerde ve betonarme yapı elemanlarında kullanılırlar. Çelik hasır

donatı, çoğunlukla döşeme, betonarme perdeler, istinat duvarları gibi yapı elemanlarında kullanılmaktadır. Ancak yığma yapılarda da duvarların dayanımlarının arttırılması için de kullanılabilecekleri düşünülmüştür. Standart çelik hasır donatı için (TS 4559) donatı çapları 4,0 mm den başlar, 5'er mm artarak 12,0 mm ye kadar çıkabilir. Çubuk aralıkları da 100, 150, 200, 250, 300 mm olabilir.

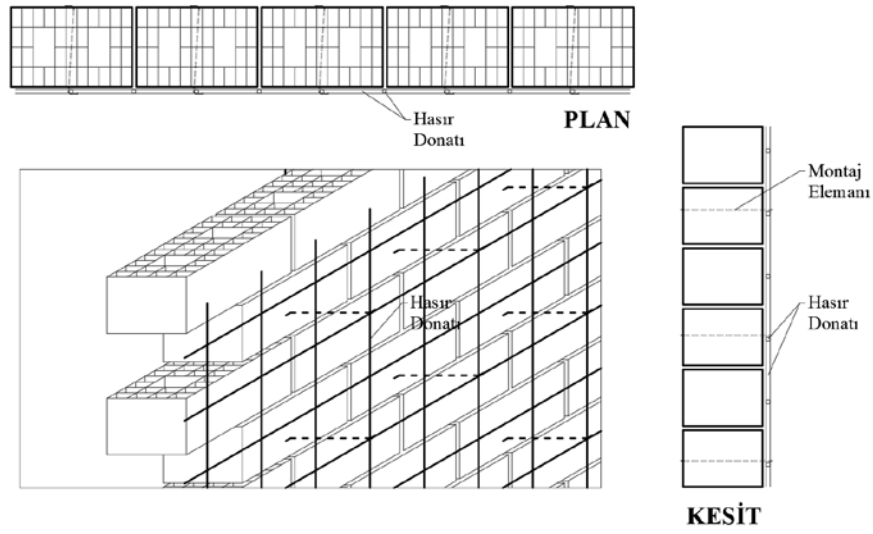


Şekil 4.1 Çelik hasır donatı

Yığma duvarların tek ya da çift yüzeylerine hasır donatı uygulamasının yapılması, kullanılan donatı boyutlarına göre duvarların kesme kuvvet kapasitelerini arttırmakla birlikte, harç ile birleştirilmiş kargir birimlerden oluşan duvarın bütünlüğünü korumasına yardımcı olacaktır. Deprem etkisi altında duvarın çatlamasını ve ayrışmasını önleyecek, perde duvar gibi davranmasını sağlayacaktır.

4.1.1 Tek Yüzeye Çelik Hasır Donatı Uygulanması

Bölüm 3'te tanımlanan örnek binada, duvarların kesme kuvveti kapasitelerinin arttırılması için ilk öneri duvarların tek yüzeyinin hasır çelik donatı ile kaplanmasıdır. Q tipi hasır donatı kullanılacaktır. Bu öneride, kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlarda, kesme kuvveti kapasitesi aşım oranı en yüksek duvar için gerekli minimum donatı boyutları, kapasite aşımı olan duvarlarda, duvarın tek yüzeyine uygulanacaktır. Hasır donatı, belirli aralıklarla duvara bağlanarak sabitlenecektir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Hasır donatının yığma duvarın tek yüzeyine uygulanması

Denklem 4.1 ile hesaplanan, C grubu zemin sınıfı için kesme kuvveti kapasitesi aşılın duvarlarda gerekli minimum donatı miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4.2).

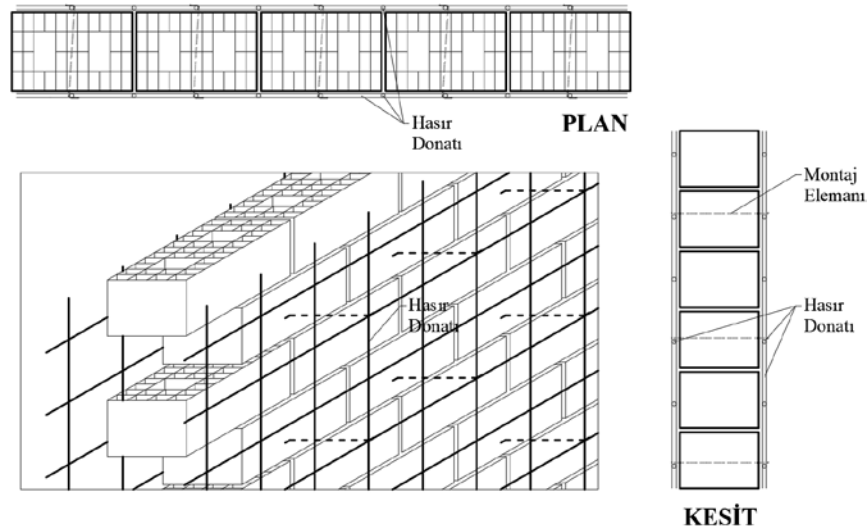
Tablo 4.2 C grubu zemin sınıfında tek yüzeye çelik hasır donatı uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları

PGA= 0,708 g	PGA= 0,536 g	PGA= 0,370 g	PGA 0,228 g	PGA 0,148 g
$\phi=6$ mm 10/10 cm $\phi=7$ mm 15/15 cm $\phi=8$ mm 20/20 cm $\phi=9$ mm 25/25 cm $\phi=10$ mm 30/30cm	$\phi=4$ mm 10/10 cm $\phi=5$ mm 15 /15 cm $\phi=6$ mm 20 /20 cm $\phi=7$ mm 25 /25 cm $\phi=7,5$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 15/15 cm $\phi=4,5$ mm 20/20 cm $\phi=5$ mm 25/25 cm $\phi=5,5$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 30/30 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	-

Bu durumda, yer hareketi ivmesinin en yüksek olduğu bölge için tek yüzeye uygulama yapılması durumunda, gerekli olan en küçük donatı boyutları; $\phi=6$ mm 10/10 cm, $\phi=7$ mm 15/15 cm, $\phi=8$ mm 20/20 cm, $\phi=9$ mm 25/25 cm, $\phi=10$ mm 30/30cm' dir. Donatı çapı arttıkça, göz aralığı büyütülebilir. PGA değeri küçüldükçe, gerekli minimum donatı çapları da azalmaktadır. PGA değeri 0,228 g olan bölge için, donatı çapının en küçük, göz aralığının en büyük olduğu hasır donatının kullanılması yeterli olacaktır.

4.1.2 Çift Yüzeye Çelik Hasır Donatı Uygulanması

İkinci önerilen yöntemde, 4.1.1’de önerilen uygulamanın, duvarın hem iç, hem dış yüzeyine yapılması düşünülmüştür. Kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlarda, yine kesme kuvveti kapasitesi aşım oranı en yüksek olan duvar için gerekli minimum donatı boyutları kullanılacaktır. Çelik hasır donatı duvarın her iki yüzeyine yerleştirilip, 60 cm aralıklarla duvara montajı yapılacaktır (Şekil 4.3). Bağlantı elemanları, duvarın her iki yüzeyinde kullanılan hasır donatıları da birbirine bağlayacaktır. Bu uygulama, 4.1.1’ de önerilen iyileştirme yöntemine oranla daha rijittir. Kesme kuvveti kapasitesi aşımı gerçekleşen duvarların kesme kuvveti kapasitelerini arttırmak için gerekli minimum donatı çapları, ilk öneriye göre daha az olacaktır. Çift yüzeye yapılan uygulama aynı zamanda duvar bütünlüğünün bozulmasını da engelleyecektir.



Şekil 4.3 Hasır donatının duvarın çift yüzeyine uygulanması

Tablo 4.3 C grubu zemin sınıfında çift yüzeye çelik hasır donatı uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları

PGA= 0,708 g	PGA= 0,536 g	PGA= 0,370 g	PGA 0,228 g	PGA 0,148 g
$\phi=4$ mm 10/10 cm $\phi=5$ mm 15/15 cm $\phi=5,5$ mm 20/20cm $\phi=6,5$ mm25/25 cm $\phi=7$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 15/15 cm $\phi=4,5$ mm 20/20 cm $\phi=5$ mm 25/25 cm $\phi=5,5$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 30/30 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	Minimum boyutlu hasır donatının tek yüzeye uygulanması yeterlidir.	-

Yığma duvarlarda kesme kapasitesinin aşıldığı duvarların çift yüzeyine çelik hasır donatı uygulanması durumunda; C grubu zemin sınıfı ve PGA değeri en yüksek olan Gölcük için gerekli en küçük donatı boyutları, $\phi=4$ mm 10/10 cm, $\phi=5$ mm 15/15 cm, $\phi=5,5$ mm 20/20 cm, $\phi=6,5$ mm 25/25 cm, $\phi=7$ mm 30/30cm olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3). Tek yüzeye uygulama ile karşılaştırıldığında, göz aralıklarının sabit kalması durumunda donatı çaplarının azaldığı gözlemlenmiştir. PGA değeri 0,228 g olan bölgede, çift yüzeye donatı uygulamasının gerekmediği, tek yüzeye yapılan uygulamanın yeterli olduğu bulunmuştur.

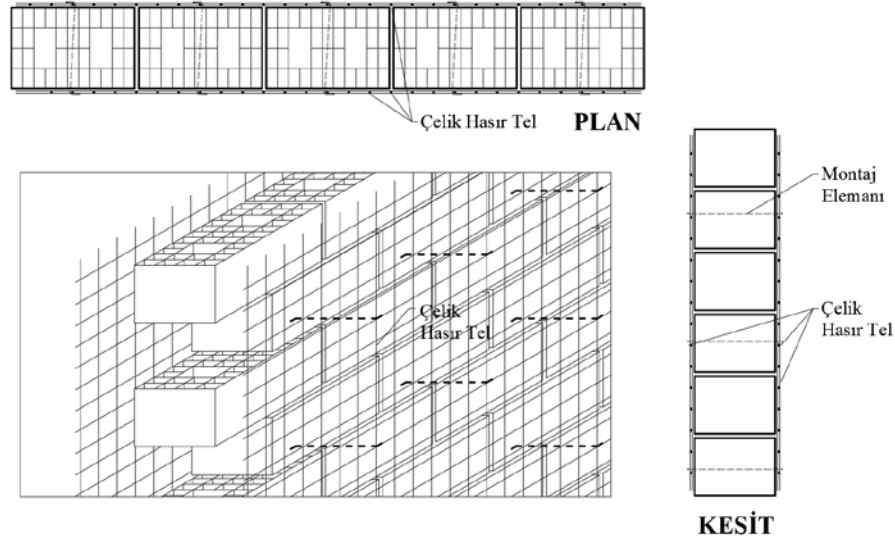
4.2 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda, Duvarın Çift Yüzeyine Çelik Hasır Tel Uygulanması

Duvarların yük taşıma kapasitelerinin arttırılabilmesi için önerilen diğer bir yöntem de, 4.1.2’de kullanılan çelik hasır donatı yerine, duvarın her iki yüzeyine çelik hasır tel uygulanmasıdır. Çelik hasır tel, çelik hasır donatıya göre çapları ve göz aralıkları daha küçük olan donatı çeşididir (Şekil 4.4). Plakalar şeklinde üretilir. Tel çapları küçük olanlar, kümes teli, kafes imalatı, bariyer teli olarak kullanılabilirken, Tel çapı daha büyük olanlar güvenlik bariyerleri, istinat duvarları, hayvan barınaklarında kullanılabilirler. Tel çapları 2,2 mm ile 4,2 mm arasındadır. Göz boyutları da 2 cm’den 6 cm’ye kadar farkı boyutlarda üretilebilirler.



Şekil 4.4 Çelik hasır tel

Çift yüzeye, çelik hasır tel uygulaması bölüm 4.1.2’ de anlatıldığı şekliyle yapılacaktır. Burada donatı boyutları daha küçük ve daha sıktır. Kesme kuvveti kapasitesi aşımı olan duvarların çift yüzeyine uygulanan çelik hasır tel, duvarın iki yüzeyinde derz aralıklarından bağlantı elemanları ile birbirine bağlanacaktır.



Şekil 4.5 Çelik hasır telin duvarın çift yüzeyine uygulaması

Çift yüzeye çelik hasır tel uygulanması halinde, C grubu zemin sınıfında yer alan yapıda kesme kuvveti kapasitesi aşımı olan duvarlar için gerekli en küçük donatı boyutları Tablo 4.4’te verilmiştir.

Tablo 4.4 C grubu zemin sınıfında çift yüzeye çelik hasır tel uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları

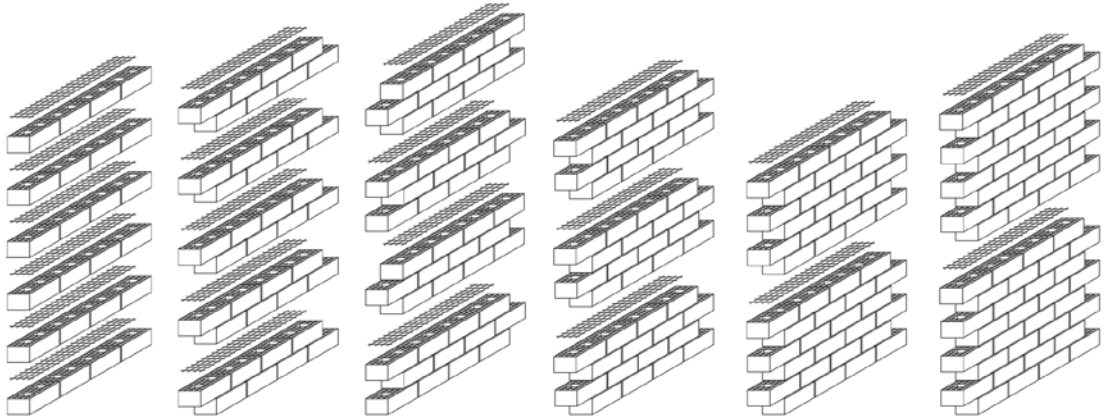
PGA= 0,708	PGA= 0,536	PGA= 0,370	PGA 0,228	PGA 0,148
$\phi=3$ mm 3 /3 cm $\phi=3,5$ mm 4/4 cm $\phi=4$ mm 5 /5 cm $\phi=4,2$ mm 6 /6 cm	$\phi=2,5$ mm 3/3 cm $\phi=3$ mm 5/5 cm $\phi=3$ mm 4/4 cm $\phi=3,5$ mm 6/6 cm	$\phi=2$ mm 5 /5 cm $\phi=2,5$ mm 6 /6 cm	$\phi=2$ mm 6/6 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	-

Deprem riski en yüksek bölge için, kesme kuvveti kapasitesi aşılan duvarlarda, kullanılabilecek minimum çelik hasır tel boyutları; $\phi=3$ mm 3 /3 cm, $\phi=3,5$ mm 4/4 cm, $\phi=4$ mm 5 /5 cm, $\phi=4,2$ mm 6 /6 cm olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.4). Yer hareketi ivmesi azaldıkça, deprem yükleri de azalmış, gerekli hasır çelik tel boyutları da küçülmüştür. Diğer yöntemlerde olduğu gibi PGA değeri 0,228 g olan bölge için

donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük olan hasır çelik tel, duvarlarda kapasite aşımını önlemek için yeterli olacaktır.

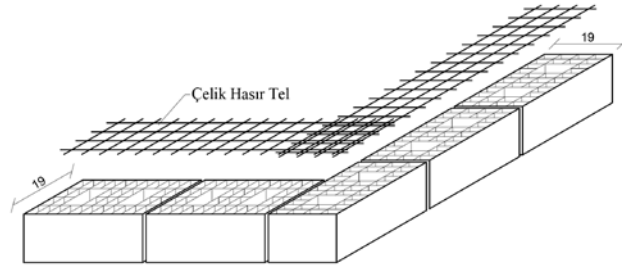
4.3 Kesme Kuvveti Kapasitesinin Aşıldığı Duvarlarda, Duvar Örgüsü Esnasında Tuğla Sıraları Arasına Çelik Hasır Tel Uygulanması

Çelik hasır tel, duvar yüzeyine uygulanabileceği gibi, duvar örümü sırasında tuğla sıraları arasına da uygulanabilir (Şekil4.6). Önerilen son yöntem, murfor donatısına benzer şekilde çelik hasır tel plakaların, duvar örgüsü esnasında, tuğla duvar sıraları arasına, uygulanmasıdır. Duvar kesme kuvveti kapasitesini arttırmak için, her tuğla sırasında, 2,3,4 veya daha çok sırada bir uygulama yapılabilir. Çelik hasır tel, harç malzeme ve tuğla ile birbirine bağlanarak duvarın dayanımını artırır. Burada tuğla malzemenin yüksekliği, çelik hasır telin kaç sırada bir uygulanması gerektiğini etkileyen bir parametredir. Her sırada çelik hasır tel konulması uygulama ve ekonomiklik açısından avantajlı olmayacaktır.



Şekil 4.6 Çelik hasır telin tuğla sıraları arasına yerleştirilmesi

Çelik hasır tel, duvar köşe birleşimlerinde, köşelerde üst üste gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Böylece, deprem yükleri etkisi altında, duvar köşe hasarlarının da önlenmesi sağlanacaktır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Çelik hasır telin duvar birleşimlerinde yerleştirilmesi

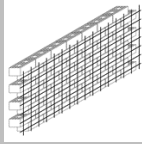
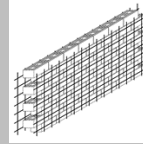
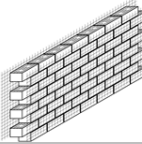
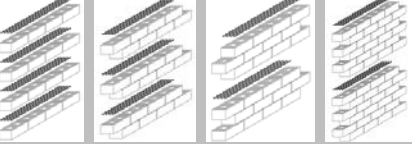
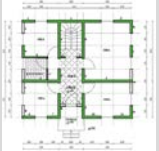
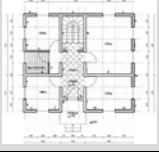
Tuğla sıraları arasında çelik hasır tel uygulaması için C grubu zemin sınıfında yapılan hesaplamalar sonucunda, yer hareketi ivmesi en yüksek olan bölgede neredeyse her sırada çelik hasır tel uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Ancak kullanılan tel çapı en büyük olarak seçilirse, 2 tuğla sırasında bir uygulama yapılmasının yeterli olduğu görülmüştür. PGA değeri düşük olan bölgelere doğru gidildikçe, 3, 4, 5, 6 tuğla sırasında bir, hatta PGA değeri 0,228 g olan bölgede 8 tuğla sırasında bir uygulamanın kesme kuvveti kapasitesi olan duvarlarda kapasite aşımını engellemek için yeterli olacağı hesaplanmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 C grubu zemin sınıfında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulanması durumunda gerekli minimum donatı boyutları

PGA= 0,708 g	PGA= 0,536 g	PGA= 0,370 g	PGA 0,228 g	PGA 0,148 g
$\phi=3$ mm 3 /3 cm her tuğla sırasında $\phi=4,2$ mm 4/4 cm her tuğla sırasında $\phi=4,2$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında	$\phi=2,2$ mm 2/2 cm her tuğla sırasında $\phi=3$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 3/3 cm 2 tuğla sırasında $\phi=5$ mm 5/5 cm 2 tuğla sırasında	$\phi=2,2$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında $\phi=3$ mm 4/4 cm 2 tuğla sırasında $\phi=3,6$ mm 5/5 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 6/6 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 4/4 cm 3 tuğla sırasında	$\phi=2$ mm 3 /3 cm 4 tuğla sırasında $\phi=2,2$ mm 4 /4 cm 4 tuğla sırasında $\phi=25$ mm 4 /4 cm 5 tuğla sırasında $\phi=3$ mm 4 /4 cm 6 tuğla sırasında $\phi=3,6$ mm 4 /4 cm 8 tuğla sırasında	-

Önerilen yöntemler, için hesaplanan en küçük donatı çap ve göz aralıkları, Tablo 4.6’da toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.6 Duvarlarda kesme kuvveti kapasitesi aşımı olmaması için C grubu zemin sınıfında modellenen binada kullanılabilecek minimum donatı çap ve aralıkları

	<i>X ve Y yönünde kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarlar (C grubu zemin sınıfı için)</i>					
	Zemin. kat	1. Kat	Tek yüzeye hasır donatı uygulaması S420	Çift yüzeye hasır donatı uygulaması S420	Çift yüzeye çelik hasır tel uygulaması S220	Duvar örgüsü esnasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulaması S220
PGA= 0,708 g			$\phi=6$ mm 10/10 cm $\phi=7$ mm 15/15 cm $\phi=8$ mm 20/20 cm $\phi=9$ mm 25/25 cm $\phi=10$ mm 30/30cm	$\phi=4$ mm 10/10 cm $\phi=5$ mm 15/15 cm $\phi=5,5$ mm 20/20cm $\phi=6,5$ mm25/25 cm $\phi=7$ mm 30/30 cm	$\phi=3$ mm 3 /3 cm $\phi=3,5$ mm 4/4 cm $\phi=4$ mm 5 /5 cm $\phi=4,2$ mm 6 /6 cm	$\phi=3$ mm 3 /3 cm her tuğla sırasında $\phi=4,2$ mm 4/4 cm her tuğla sırasında $\phi=4,2$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında
PGA= 0,536 g			$\phi=4$ mm 10/10 cm $\phi=5$ mm 15 /15 cm $\phi=6$ mm 20 /20 cm $\phi=7$ mm 25 /25 cm $\phi=7,5$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 15/15 cm $\phi=4,5$ mm 20/20 cm $\phi=5$ mm 25/25 cm $\phi=5,5$ mm 30/30 cm	$\phi=2,5$ mm 3/3 cm $\phi=3$ mm 5/5 cm $\phi=3$ mm 4/4 cm $\phi=3,5$ mm 6/6 cm	$\phi=2,2$ mm 2/2 cm her tuğla sırasında $\phi=3$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 3/3 cm 2 tuğla sırasında $\phi=5$ mm 5/5 cm 2 tuğla sırasında
PGA= 0,370 g			$\phi=4$ mm 15/15 cm $\phi=4,5$ mm 20/20 cm $\phi=5$ mm 25/25 cm $\phi=5,5$ mm 30/30 cm	$\phi=4$ mm 30/30 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	$\phi=2$ mm 5 /5 cm $\phi=2,5$ mm 6 /6 cm	$\phi=2,2$ mm 2/2 cm 2 tuğla sırasında $\phi=3$ mm 4/4 cm 2 tuğla sırasında $\phi=3,6$ mm 5/5 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 6/6 cm 2 tuğla sırasında $\phi=4$ mm 4/4 cm 3 tuğla sırasında
PGA= 0,228 g			$\phi=4$ mm 30/30 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	Minimum boyutlu hasır donatının tek yüzeye uygulanması yeterlidir.	$\phi=2$ mm 6/6 cm (donatı çapı en küçük, göz aralığı en büyük)	$\phi=2$ mm 3 /3 cm 4 tuğla sırasında $\phi=2,2$ mm 4 /4 cm 4 tuğla sırasında $\phi=25$ mm 4 /4 cm 5 tuğla sırasında $\phi=3$ mm 4 /4 cm 6 tuğla sırasında $\phi=3,6$ mm 4 /4 cm 8 tuğla sırasında
PGA 0,148 g			-	-	-	-

4.4 İyileştirme Önerilerinin Ekonomik Olarak İrdelemesi

Her yıl artan nüfus artışı nedeniyle oluşan konut açığının giderilebilmesi için konut üretimi önemli bir gerekliliktir. Ancak kırsal kesimde yaşayan nüfus göz önünde bulundurulduğunda; ekonomik koşulların yetersizliğinden, konut üretimi için mühendislik hizmeti almaksızın en az maliyet gerektirecek yapım yöntemlerine yönelindiği görülmektedir. Dolayısıyla bölüm 4.1, 4.2 ve 4.3 te önerilen iyileştirme yöntemlerinin etkin olduğu kadar ekonomik de olması gerekmektedir.

Binanın kaba yapım maliyeti ve iyileştirme önerileri için gerekli donatı ve uygulama maliyetlerinin belirlenmesinde; T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2023 yılına ait “İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları Listesi” ve firmalara ait güncel fiyat listelerinden yararlanılmıştır.

4.4.1 Modellenen Örnek Binanın Maliyetinin Belirlenmesi

Modellenen örnek bina mühendislik hizmeti alınmadan, yerel işçilik yöntemleri ile inşa edilen iki katlı basit yığma bir yapıdır. Taşıyıcı duvarlarda 29 x 19 x 13,5 cm boyutlarında düşey delikli yığma tuğla ve ince tabakalı çimento dozlu harç kullanılacaktır. Yapının döşemeleri 10 cm kalınlığında betonarme plak döşemelerdir. Taşıyıcı duvarların ve kapı pencere boşlukları üzerinde yer alan hatıllar, 20 x 20 cm boyutunda olup, betonarme olarak inşa edileceklerdir. Döşeme ve hatıllarda C25 sınıfı beton kullanılacağı varsayılacaktır. Buna göre yapının temel üstü kaba yapım maliyeti, yığma tuğla duvarlar, betonarme döşeme ve hatılların maliyetlerinin hesaplanıp toplanması ile elde edilmiştir.

Tablo 4.7 Bir metrekare taşıyıcı duvar maliyeti - Düşey delikli yığma tuğlası (29 x19 x13,5 cm) (P birim) (W Sınıfı 600- 800 kg/m3)

Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
10.130.2131	290 x 190 x 135 mm düşey delikli tuğla (1m ² de 25 adet)	Ad	4,95	25	123,75
10.130.1504	C 20/25 beton harcı	m ³	1.150,00	0,032	35,852
10.100.1013	Duvarcı ustası	Sa	70,00	1,08*	75,06
10.100.1062	Düz işçi (İnşaat işçisi)	Sa	50,00	1,62	81,00

Tablo 4.7 Bir metrekare taşıyıcı duvar maliyeti - Düşey delikli yığma tuğlası (29 x19 x13,5 cm) (P birim) (W Sınıfı 600- 800 kg/m3) (Devamı)

15.275.1106	250 kg çimento dozlu harç ile kaba sıva yapılması	m ²	110,49	2	220,98
Bir metrekare taşıyıcı duvar maliyeti:					455,642 TL

* T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı birim fiyat analizlerinde aynı tip tuğla ile bir m³ duvar örülmesi için gerekli görülen işçilik ve malzeme miktarlarından hareketle belirlenmiştir.

Bir m² taşıyıcı duvar maliyeti 455,642 TL olarak hesaplanmış, 1 kat için taşıyıcı duvar maliyeti 61.356,752 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 4.8 Bir metrekare betonarme döşeme maliyetinin belirlenmesi - Yerinde döküm betonarme plak döşeme (10 cm)

Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
15.150.1005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1.566,01	156,601	156,601
10.100.1015	Betoncu ustası (3)	Sa	70,00	0,28	1,9178
15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	238,03	1	238,03
15.165.1001	Her türlü profil demirlerin münferit veya birleşik olarak hazırlanması ve yerine tespit edilmesi (aşık olarak yapılan mertekler, hurdi döşemeler, mütemadi kirişler, basit olarak kullanılan münferit çatı aşıkları ve mertekleri, lentolar, hurdi döşemeler, köşe takviye demirleri, kolonlar, dikmeli kolonların bağlanmasında kullanılan hatıllar ve benzeri imalatlar)	Ton	30.680,06	0,025**	767,0015
Bir metrekare betonarme döşeme maliyeti:					1.163,5203

**Donatı miktarı döşeme boyutlarına, yükleme durumlarına vb. bağlı olarak değişmekle birlikte ortalama bir değer olarak alınmıştır.

Bir m² betonarme döşeme maliyeti 1.163,5203 TL olarak hesaplanmış, 1 kat için betonarme döşeme maliyeti 61.356,752 TL olmuştur.

Tablo 4.9 Bir metre betonarme hatıl maliyetinin belirlenmesi – (20 x 20 cm)

Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
15.150.1005	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1.566,01	0,04	62,6404
10.100.1015	Betoncu ustası (3)	Sa	70,00	0,28	1,9178
15.165.1001	Her türlü profil demirlerin münferit veya birleşik olarak hazırlanması ve yerine tespit edilmesi (aşık olarak yapılan mertekler, hurdi döşemeler, mütemadi kirişler, basit olarak kullanılan münferit çatı aşıkları ve mertekleri, lentolar, hurdi döşemeler, köşe takviye demirleri, kolonlar, dikmeli kolonların bağlanmasında kullanılan hatıllar ve benzeri imalatlar)	ton	30.680,06	0,004	122,72024
Bir metre betonarme hatıl maliyeti:					187,27844

Bir m uzunlunda betonarme hatıl elamanın maliyeti 187,27844 TL olarak hesaplanmış, 1 kat için toplam hatıl maliyeti 13.671,32612 TL olarak bulunmuştur.

Tablo 4.10 İki katlı örnek binanın toplam maliyeti

	1 kat için taşıyıcı duvar toplam maliyeti	1 kat için betonarme döşeme toplam maliyeti	1 kat için betonarme hatıl toplam maliyeti	Toplam maliyet (TL)
1 kat	61.356,75172	85.681,634892	13.671,32612	160.709,712732
İki katlı örnek binanın kaba yapım maliyeti:				321.419,425464

İki katlı 73,64 m² alana sahip örnek binanın toplam maliyeti 321.419,425464 TL olarak hesaplanmıştır.

4.4.2 Önerilen İyileştirme Yöntemlerinin Ek Maliyetinin Belirlenmesi

Bölüm 4.1, 4.2 ve 4.3 te önerilen iyileştirme yöntemleri, en elverişsiz koşullar için gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, iyileştirme önerilerinin yapıya en fazla ne kadar ek maliyet getireceğinin hesaplanabilmesi için, yine en olumsuz koşullar ele alınacaktır.

Yer ivmesi hareketinin en büyük olduğu bölge ($PGA = 0,708$ g) ve C grubu zemin sınıfında modellenen yapı için gerekli donatı ve uygulama maliyetleri hesaplanacaktır.

PGA değeri 0,708 g olan ve C grubunda modellenen bina deprem karşısında en kötü performansı sergilemiştir. Bina göçme durumundadır. Kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların toplam uzunluğu 60 m (Zemin kat =38 m, 1. Kat =22 m)'dir.

Tablo 4.11 Tek yüzeye çelik hasır donatı uygulanması ile oluşan ek maliyet

Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
10.130.1752	Çelik hasır (Nervürlü) (TS 4559) (m2 ağırlığı 1.50-3.00 Kg)	Kg	13,05	120	13.848
15.160.1001	Nervürlü çelik hasırın yerine konulması 1,500-3,000 kg/m2 (3,000 kg/m2 dahil)	m ²	94,49***	150	14.173,5
Tek yüzey için donatı ve uygulama ek maliyeti:					28.021,5

***Firmalardan alınan (2023) güncel fiyat listelerine göre 1 panel (10,25 m²) çelik hasır donatı yaklaşık 18,5 kg ile 89 kg arası değişmektedir. Ortalama 50 kg olarak kabul edilecektir. 1 m² hasır donatı uygulama fiyatı yaklaşık 94,49 TL olarak hesaplanmıştır.

Tek yüzey için çelik hasır donatı ve uygulama ek maliyeti yaklaşık: 28.021,5 TL olarak hesaplanmış (Tablo 4.11) ve yapı maliyetini %8,7 arttırdığı belirlenmiştir.

Tablo 4.12 Çift yüzeye çelik hasır donatı uygulanması ile oluşan ek maliyet

Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
10.130.1752	Çelik hasır (Nervürlü) (TS 4559) (m2 ağırlığı 1.50-3.00 Kg)	Kg	13,05	240	27.696
15.160.1001	Nervürlü çelik hasırın yerine konulması 1,500-3,000 kg/m2 (3,000 kg/m2 dahil)	m ²	94,49	300	28.347
Çift yüzey için donatı ve uygulama ek maliyeti:					56.043

Çift yüzey için çelik hasır donatı ve uygulama ek maliyeti yaklaşık: 56.043 TL olarak hesaplanmış (Tablo 4.12) ve yapı maliyetini %17,4 arttırdığı görülmüştür.

Çift yüzeye çelik hasır tel uygulamasında, firmalardan alınan güncel panel fiyatları (2023) göz aralıkları ve donatı çapları göz önünde bulundurularak ortalama bir değer alınmıştır.

Tablo 4.13 Çift yüzeye çelik hasır tel uygulanması ile oluşan ek maliyet

Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
Çelik hasır tel	m ²	152,04 - 201,39	300	45,612 - 60.417
Çelik hasırın yerine konulması	m ²	94,49	300	28.347
Çift yüzey için çelik hasır tel ve uygulama ek maliyeti:				73.959 - 88.764

Çift yüzey için çelik hasır tel ve uygulama ek maliyeti yaklaşık: 73.959 - 88.764 TL olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.13). Bu uygulamada yapı maliyeti %22,8 ila %28,1 oranında artmıştır.

Duvar örgüsü esnasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulamasında; en olumsuz durum düşünüldüğünde kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvar uzunlukları toplamı 60 m'dir.

Her tuğla arasında uygulanması durumunda; $60 \times 0,2 \times 18 = 216 \text{ m}^2$,

İki tuğla sırasında bir uygulanması durumunda; $60 \times 0,2 \times 18 = 108 \text{ m}^2$ çelik hasır tel gerekecektir.

Tablo 4.14 Duvar örgüsü esnasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulaması ile oluşan ek maliyet

	Tanımı	Ölçü Birimi	Birim Maliyeti (TL)	Miktar	Maliyet (TL)
Her tuğla arasında	Çelik hasır tel	m ²	152,04 - 201,39	216	32.840,64 - 43.500,24
	Çelik hasırın yerine konulması	m ²	94,49	216	20.409,84
Her tuğla arasında çelik hasır tel ve uygulama ek maliyeti:					53.250,48 – 63.910,08
İki tuğla sırasında bir	Çelik hasır tel	m ²	152,04 - 201,39	108	16.420,32 - 21.750,12
	Çelik hasırın yerine konulması	m ²	94,49	108	10.204,92
İki tuğla arasında bir çelik hasır tel ve uygulama ek maliyeti:					26.625,24 - 31.955,04

Duvar örgüsü esnasında tuğla sıraları arasına çelik hasır tel uygulamasında; çelik hasır telin her tuğla sırasında kullanılması durumunda ek maliyet: 53.250,48 – 63.910,08 TL, iki tuğla sırasında bir kullanılması durumunda ek maliyet 26.625,24 – 31.955,04 TL hesaplanmıştır (Tablo 4.14). Bu uygulamanın, her tuğla arasında olursa yapı maliyetini %16,9 - %19,8, iki tuğla sırasında bir olursa % 08,4 - %10,1 arasında arttırdığı görülmüştür.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR

Ülkemiz, Asya Avrupa ve Afrika kıtalarının birleşim noktasında etkin bir deprem kuşağında yer almakta ve nüfusumuzun büyük bölümü deprem riski altında yaşamaktadır. Son yıllarda gerçekleşen büyük depremlerde yaşanan yıkımlar, büyük üzüntülere neden olmuştur. Deprem, bina üretiminde ülkemiz için göz ardı edilemeyecek en önemli parametrelerden biridir. Ancak özellikle kırsal kesimde, ekonomik nedenlerle teknik hizmet alınmadan inşa edilen yapılar deprem açısından önemli risk oluşturmaktadır. Ülkemizde, deprem sırasında yıkımların önlenmesi, can ve mal kayıplarının en aza indirgenmesi için depreme dayanıklı konut üretimi en önemli hedeflerden biri olmalıdır.

Bu çalışmada, Türkiye’de kırsal kesimde inşa edilen konut örnekleri incelenerek bir model oluşturulmuş ve kırsal konutlara uygun taşıyıcı eleman ve malzemeleri belirlenmiştir. Örnek bina SAP2000 programı kullanılarak modellenmiş, TBDY-2018’de standart tasarım için kullanılan DD-2’de, Türkiye Deprem Haritaları interaktif web uygulaması üzerinden seçilen 5 farklı noktaya ait deprem verisi ve her nokta için 5 farklı zemin grubuna ait veriler kullanılarak analizler yapılmıştır. Ve çalışma kapsamında kullanılan yığma yapının deprem performansı araştırılmıştır.

Yapılan analiz sonuçlarında, tüm bölgelerde, kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların toplam kesme kuvvetinin, toplam kat kesme kuvvetine oranının en fazla olduğu zemin grubunun ZC sınıfı olduğu görülmüştür. Aslında beklenen zemin sınıfı zayıfladıkça, kesme kuvveti kapasitesi aşımının fazla olacağı yönündedir, ancak zeminin doğrusal olmayan davranışı (zemin dayanım ve rijitliğinin azalması) nedeniyle büyük depremlerde kötü zeminlerde üst yapıya kuvvet aktarımı daha azdır. Bu nedenle modellenen iki katlı bina için, bu bina özelinde, en riskli zemin grubunun C sınıfı olduğu belirlenmiştir.

Dolayısıyla, deprem yükleri altında en olumsuz performansın sergilendiği $PGA=0,708$ g ve C grubu zemin sınıfında modellenen bina için (duvarlarda kesme

kuvveti kapasitesi aşım oranının en yüksek olduğu bölge) yapılan analiz sonucu elde edilen veriler esas alınarak iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

Kırsal kesimde yer alan konutlar, çoğunlukla mühendislik hizmeti alınmadan, yerel iş gücü ile inşa edilen yapılardır. Teknik şartnamelere uygun tasarım ve denetimli inşaa sürecinin olması durumunda depreme dayanıklı yapılar inşa edilebilir, ancak kırsal kesimde yaşayan nüfusun ekonomik koşulları, eğitim durumu, yıllardır edindikleri tecrübeler nedeniyle teknik şartnameler uygulanmamaktadır. Kullanılması gereken malzeme kalitesine dikkat edilmemekte, gerekli duvar kalınlıkları, olması gerek toplam dolu duvar uzunlukları dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle olası duvar hasarlarını önleyebilmek, binaların depremde hasar alsa bile çöküp can kaybına neden olmaması için duvar yüzeyine hasır donatı, çelik hasır tel ya da tuğla sıraları arasına çelik hasır tel konulması düşünülmüştür.

Bölüm 4'te geliştirilen öneriler ile duvarların kesme kuvveti kapasiteleri, dolayısıyla yük taşıma kapasiteleri arttırılmıştır. Böylece deprem sırasında ani yıkılma ve göçmelerin önüne geçilebilir. Duvarlarda kesme çatlakların oluşması engellenir.

Duvar yüzeyine hasır donatı ya da çelik hasır tel önerilen iyileştirme önerisi ile, duvarların kesme kuvveti kapasiteleri arttırılırken aynı zamanda deprem esnasında tuğla birimlerden oluşan duvarların, duvar bütünlüğünün de bozulmaması da sağlanmış olur.

Duvar yüzeyine yapılan iyileştirme önerileri, kırsal kesimde yeni yapılacak binalar için önerilmiştir. Ancak uygulama esaslarına bakıldığında, mevcut binaların güçlendirilmesi için de kullanılabilir. Bu yönü ile düşünüldüğünde kırsal kesimde yer alan mevcut yığma yapıların deprem karşısında dayanımının arttırılması için de uygulanabilir bir yöntemdir.

4. bölümde, en büyük yer ivmesinin seçildiği nokta ve C grubu zemin sınıfında; tek yüzeye hasır donatı uygulamasının, yapı maliyetini % 8,7 arttırdığı, çift yüzeye hasır donatı uygulamasının %17,4 arttırdığı, çift yüzeye hasır çelik tel uygulamasının %22,7

- %28,1 arttırdığı, tuğla sıralar arasına çelik hasır tel uygulamasının ise her tuğla arasında olursa %16,9 - %19,8, iki tuğla sırasında bir olursa % 08,4 - %10,1 arasında arttırdığı görülmüştür. Duvarlarda tuğla sıraları arasında çelik hasır tel uygulanması, her tuğla sırasında uygulanmayacaksa, en ekonomik iyileştirme önerisi olarak ortaya çıkmıştır. Önerilen iyileştirmelerde, maliyetin artması dezavantaj gibi görünse de, her an deprem olma olasılığının çok yüksek olduğu ülkemizde, özellikle can kaybının önlenmesi açısından önemlidir.



KAYNAKLAR

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

Akan A. E., Er A., Yüçetürk G., *Türkiye'nin Küçük Ölçekli Şehirleri İçin Yığma Konut Potansiyelinin Değerlendirilmesi*, SDU International Technologic Science Vol. 2, No 1, Şubat 2010 Sf. 29-40

Akgönen İlker A. R. *Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Ve Onarım-Güçlendirme Tekniklerinin İncelenmesi* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2005 Kahramanmaraş

Amani, A., Sagirolu, S., & Doğangün, A. (2020). *Örnek Bir Yığma Bina Üzerinde 1998, 2007 Ve 2019 Türk Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İrdelenmesi*. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(1), 13-26. <https://doi.org/10.17482/uumfd.449775>

Aytekin İ., *Donatısız Ve Sarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2008

Aytekin, İ., *Donatısız Ve Sarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006

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

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

BUDAK A., UYSAL H., AYDIN A. C., *Kırsal Yapıların Deprem Karşısındaki Davranışı*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20043, 5 (3-4), 209-219.

Deprem Nedir?, (b.t). 08 Mayıs 2020,
<http://www.deprem.gov.tr/Sarbis/Deprem/DepremNedir.aspx>

Durak S., *Ege Bölgesinde Yaygın Olarak Kullanılan Yığma Yapılar Ve Bu Yapıların Deprem Güvenliği*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2008 Denizli

Durak, S., *Ege Bölgesinde Yaygın Olarak Kullanılan Yığma Yapılar Ve Bu Yapıların Deprem Güvenliği*, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Denizli 2008

Ergün, A., Yurtcu Ş., *Yığma ve Betonarme Yapılarda Deprem Sonrası Oluşan Hasarların Teknik Analizi*, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2007,sf.65-76

Erman, E. (2002). *Deprem Bilgisi ve Deprem Güvenli Mimari*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Basım İşliği

Ersibas F., *Yığma Yapıların Deprem Davranışının Sarsma Masasında Dinamik Olarak İncelenmesi Ve Farklı Güçlendirme Seçeneklerinin Değerlendirilmesi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2008 Konya

Eser, L. (1977). *Geleneksel ve Gelişmiş Geleneksel Yapı*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Baskı Atölyesi

Gülkan P. Langenbach R., *The Earthquake Resistance Of Traditional Timber And Masonry Dwellings In Turkey*, 13th World Conference On Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No. 2297

Islam M. S., Iwashita K., *Earthquake Resistance of Adobe Reinforced by Low Cost Traditional Materials*, January 2010 *Journal of Natural Disaster Science* 32(1):1-21, DOI:10.2328/jnds.32.1

İ. S. Mısır Et Al. , "*Donatısız Yığma Bina Örneklerinin 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarımı ve Mevcut Bina Değerlendirmesi*," 5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (5ICEES) , Ankara, Turkey, pp.1-10, 2019

Kibici, Y. (2005). *Deprem Fay Mekanizması Deprem Oluşumu Deprem ve Yapılar Depremden Korunma İlk Yardım ve Kurtarma*. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi.

Koç, V., *Depreme Maruz Kalmış Yığma ve Kırsal Yapı Davranışlarının İncelenerek Yığma Yapı Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Kuralların Derlenmesi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2016:2, 1, 36-57

Korkmaz, K. A., Çarhoğlu A. I., Orhon, A. V., Nuhoğlu A., *Farklı Yapısal Malzeme Özelliklerinin Yığma Yapı Davranışına Etkisi*, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 3(1) 69-78 2014

Korkmaz, S. Z., (2007) *Kırsal Konutların Deprem Güvenliğinin Arttırılması*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Doktora Tezi 2007 Haziran

Köylü, A., *Geleneksel Yapıların Yatay Yükler Etkisinde İncelenmesi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2008

Marcial B., Loaiza C., *Hausing Report – Reinforced Adobe, Report 50*, Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and International Association for Earthquake Engineering (IAEE)

Orhon, A.V. (2003). *A Çok Katlı Konut Yapılarında Takviyeli Yığma Yapımın Türkiye Koşullarına Uygulanabilirliği Açısından Bir Model Önerisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Mimarlık Bölümü Doktora Tezi.

Ottazzi G., Marcial B., Loaiza C., *Hausing Report – Reinforced Adobe, Report 52*, Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and International Association for Earthquake Engineering (IAEE)

Önal M. M., Koçak A., *Yığma Yapı Hasarları Ve Onarım Ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ayrıntıları*, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya, Türkiye, 22 - 24 Eylül 2005, cilt.1, ss.93-108

Quiun, D., *Hausing Report – Reinforced Adobe, Report 107*, Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and International Association for Earthquake Engineering (IAEE), 2008

Sallıo, N., *Mevcut Yığma Yapıların Deprem Bakımından İncelenmesi Ve Güçlendirilmesi* Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2005 DENİZLİ

Türer, A., Dilsiz A., *Türkiye’de yığma binalar için Deprem Risk Haritası Elde Edilmesi*, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, (2018), Ankara

Yardımlı S. (2021). Çevreci Yaklaşımlarda Malzeme ve Yapım Tekniği; Çağdaş Kerpiç Yapılar, Kent Akademisi, Volume, 14, Issue 2, 389-413,

YDGA2005 – Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

2023 Yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, 2023, Ankara



Tablo EK.1 $S_s = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn - ZA

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	28,696	82,549	15,59	32,893	35	2,5	1,5	50,50723	39,46974	35	35			
	2	20	450	232,208	289,815	157,641	74,897	157,5	0,555555556	1	315,7432	237,0082	157,5	157,5	x	x	
	3	20	150	59,209	104,692	31,529	41,548	52,5	1,666666667	1,5	71,87322	57,1965	52,5	52,5	x		
	1'	10	200	40,357	21,008	21,929	3,428	35	1,25	1,25	43,60081	37,34604	35	35	x		
	2'	10	50	6,264	38,598	3,502	13,733	8,75	5	1,5	15,78734	11,17654	8,75	8,75			
	3'	10	50	6,945	41,176	5,338	15,237	8,75	5	1,5	16,19043	11,50804	8,75	8,75			
	4	20	300	154,859	58,848	91,156	18,687	105	0,833333333	1	161,7698	144,0408	105	105	x		
	5	20	400	235,38	10,79	151,375	7,912	140	0,625	1	185,3165	183,9135	140	140	x	x	
	6	20	100	24,401	82,56	11,988	27,449	35	2,5	1,5	50,50941	38,06547	35	35			
	7	20	100	30,507	90,664	14,767	13,31	35	2,5	1,5	52,08915	34,14967	35	34,14967			
	8	20	50	10,631	32,802	10,598	2,417	17,5	5	1,5	23,51638	15,78512	17,5	15,78512			
Y doğrultusunda	9	20	50	11,041	38,61	10,82	0,918	17,5	5	1,5	24,72044	15,30294	17,5	15,30294			
	10	20	150	58,025	114,626	30,196	22,831	52,5	1,666666667	1,5	73,91739	52,05699	52,5	52,05699	x		
	11	20	150	55,109	110,391	27,102	39,223	52,5	1,666666667	1,5	73,05293	56,58348	52,5	52,5	x		
				953,632		583,531									835,147	309,016	
	a	20	100	24,445	81,836	13,744	30,417	35	2,5	1,5	50,36586	38,83735	35	35			
	b	20	100	59,276	127,238	30,37	28,992	35	2,5	1,5	58,69208	38,46869	35	35	x		
	c	20	200	28,346	48,379	17,362	13,413	70	1,25	1,25	89,27839	77,17894	70	70			
	d	20	100	22,441	86,458	10,386	29,512	35	2,5	1,5	51,27534	38,60363	35	35			
	a'	10	100	14,488	21,427	9,613	5,809	17,5	2,5	1,5	20,95877	16,82528	17,5	16,82528			
	e	20	300	84,584	13,316	49,54	1,856	105	0,833333333	1	141,5014	135,9248	105	105			
	f	20	100	42,643	101,621	31,716	22,877	35	2,5	1,5	54,15182	36,84481	35	35	x		
	g	20	200	166,355	15,618	109,69	9,666	70	1,25	1,25	77,99742	75,76781	70	70	x	x	
	h	20	300	80,516	35,173	52,897	9,754	105	0,833333333	1	151,5696	139,792	105	105			
	i	20	100	45,74	108,144	35,917	30,073	35	2,5	1,5	55,34329	38,74868	35	35	x		
	j	20	200	174,335	7,52	115,319	3,173	70	1,25	1,25	74,94766	73,25821	70	70	x	x	
	k	20	100	33,117	89,586	18,436	29,264	35	2,5	1,5	51,88179	38,53933	35	35			
	l	20	100	78,963	139,143	36,766	32,813	35	2,5	1,5	60,68657	39,44946	35	35	x	x	
	m	20	200	31,396	21,206	22,544	16,777	70	1,25	1,25	80,03415	78,4242	70	70			
	n	20	100	29,88	86,023	13,378	25,151	35	2,5	1,5	51,19043	37,45691	35	35			
				916,525		567,678									567,312	261,775	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 87,58%

1. Kat - 52,96%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 61,90%

1. Kat - 46,11%

Tablo EK.2 $S_s = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn - **ZB**

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat			
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	32,22	94,56	17,449	37,943	35	2,5	1,5	52,83181	40,72911	35	35			
	2	20	450	261,147	333,906	177,189	88,876	157,5	0,555555556	1	329,5788	242,9066	157,5	157,5	x	x	
	3	20	150	66,437	120,569	35,273	48,307	52,5	1,666666667	1,5	75,11371	58,94243	52,5	52,5	x		
	1'	10	200	45,352	25,783	24,479	2,867	35	1,25	1,25	45,15031	37,12909	35	35	x		
	2'	10	50	7,007	43,97	3,917	15,745	8,75	5	1,5	16,61626	11,61787	8,75	8,75			
	3'	10	50	7,752	46,99	5,847	17,574	8,75	5	1,5	17,06458	12,005	8,75	8,75			
	4	20	300	174,035	72,239	102,236	24,424	105	0,833333333	1	167,2641	146,7046	105	105	x		
	5	20	400	264,437	21,627	169,746	13,503	140	0,625	1	190,5069	186,6294	140	140	x	x	
	6	20	100	27,437	94,575	13,393	31,863	35	2,5	1,5	52,83465	39,20791	35	35			
	7	20	100	34,278	103,999	16,537	15,988	35	2,5	1,5	54,58919	34,92506	35	34,92506			
	8	20	50	11,925	38,104	11,879	3,171	17,5	5	1,5	24,61788	16,02217	17,5	16,02217			
	9	20	50	12,388	44,635	12,125	1,491	17,5	5	1,5	25,91042	15,48903	17,5	15,48903			
10	20	150	65,137	131,924	33,823	27,226	52,5	1,666666667	1,5	77,34804	53,30835	52,5	52,5	x			
11	20	150	61,879	126,858	30,307	45,644	52,5	1,666666667	1,5	76,35928	58,26079	52,5	52,5	x			
				1071,431		654,200									938,424	346,935	
Y doğrultusunda	a	20	100	27,415	93,775	15,345	35,181	35	2,5	1,5	52,68301	40,04522	35	35			
	b	20	100	66,604	146,533	34,135	34,605	35	2,5	1,5	61,89233	39,90113	35	35	x		
	c	20	200	31,777	56,043	19,511	16,014	70	1,25	1,25	91,71737	78,1435	70	70			
	d	20	100	25,155	98,962	11,531	34,16	35	2,5	1,5	53,65855	39,78945	35	35			
	a'	10	100	16,282	25,318	10,722	7,036	17,5	2,5	1,5	21,86733	17,18604	17,5	17,18604			
	e	20	300	94,988	19,372	55,407	0,004447	105	0,833333333	1	144,3614	135,0022	105	105			
	f	20	100	47,959	116,794	35,633	26,795	35	2,5	1,5	56,8848	37,89327	35	35	x	x	
	g	20	200	186,942	23,361	122,986	13,959	70	1,25	1,25	80,8059	77,38242	70	70	x	x	
	h	20	300	90,444	43,716	59,084	8,899	105	0,833333333	1	155,3276	139,3785	105	105			
	i	20	100	51,435	124,496	40,324	35,044	35	2,5	1,5	58,22302	40,011	35	35	x	x	
	j	20	200	195,721	14,898	128,874	0,273	70	1,25	1,25	77,73111	72,10912	70	70	x	x	
	k	20	100	37,147	102,533	20,593	33,91	35	2,5	1,5	54,31998	39,72657	35	35	x		
	l	20	100	88,673	160,553	41,193	39,415	35	2,5	1,5	64,11755	41,08893	35	35	x	x	
	m	20	200	35,245	25,619	25,354	19,775	70	1,25	1,25	81,60671	79,51755	70	70			
	n	20	100	33,501	98,621	14,876	29,38	35	2,5	1,5	53,59496	38,56942	35	35	x		
				1029,288		635,568									707,982	369,010	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 87,59%

1. Kat - 53,03%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 68,78%

1. Kat - 58,06%

Tablo EK.3 $S_s = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn - ZC

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	41,080	124,983	22,130	50,767	35	2,5	1,5	58,3066	43,7646	35	35	x	x	
	2	20	450	333,857	445,832	226,315	124,679	157,5	0,555555556	1	362,3358	257,398	157,5	157,5	x	x	
	3	20	150	84,614	160,869	44,701	65,517	52,5	1,666666667	1,5	82,77119	63,17048	52,5	52,5	x		
	1'	10	200	57,902	38,098	30,903	1,311	35	1,25	1,25	48,92057	36,52064	35	35	x		
	2'	10	50	8,880	57,545	4,959	20,842	8,75	5	1,5	18,54656	12,66728	8,75	8,75	x		
	3'	10	50	9,785	61,695	7,142	23,509	8,75	5	1,5	19,09777	13,18313	8,75	8,75	x		
	4	20	300	222,227	106,774	130,107	39,342	105	0,833333333	1	180,664	153,415	105	105	x	x	
	5	20	400	337,471	50,254	215,953	28,230	140	0,625	1	203,5822	193,6011	140	140	x	x	
	6	20	100	35,064	125,010	16,933	43,097	35	2,5	1,5	58,31123	41,97547	35	35	x		
	7	20	100	43,755	137,795	20,992	22,865	35	2,5	1,5	60,46404	36,84155	35	35	x		
	8	20	50	15,182	51,601	15,104	5,129	17,5	5	1,5	27,2215	16,62197	17,5	16,62197			
Y doğrultusunda	9	20	50	15,776	59,949	15,408	2,997	17,5	5	1,5	28,71393	15,96778	17,5	15,96778			
	10	20	150	83,020	175,817	42,954	38,495	52,5	1,666666667	1,5	85,43717	56,39016	52,5	52,5	x		
	11	20	150	78,898	168,619	38,378	61,998	52,5	1,666666667	1,5	84,16395	62,32929	52,5	52,5	x		
				1367,511		831,979									1336,553	594,505	
	a	20	100	34,886	124,019	17,675	47,290	35	2,5	1,5	58,14104	42,96277	35	35			
	b	20	100	85,024	195,505	43,596	48,998	35	2,5	1,5	69,35488	43,35851	35	35	x	x	
	c	20	200	40,408	75,537	24,913	22,685	70	1,25	1,25	97,64697	80,56461	70	70			
	d	20	100	31,983	130,664	14,425	45,977	35	2,5	1,5	59,27293	42,65607	35	35			
	a'	10	100	20,790	35,273	13,517	10,195	17,5	2,5	1,5	24,03601	18,08176	17,5	17,5	x		
	e	20	300	121,143	35,235	70,180	4,989	105	0,833333333	1	151,5972	137,4719	105	105	x		
	f	20	100	61,314	155,278	45,477	36,979	35	2,5	1,5	63,28949	40,49173	35	35	x	x	
	g	20	200	238,682	43,669	156,433	25,199	70	1,25	1,25	87,74585	81,45835	70	70	x	x	
	h	20	300	115,379	65,792	74,672	6,446	105	0,833333333	1	164,6418	138,1854	105	105	x		
	i	20	100	65,742	165,995	51,404	47,710	35	2,5	1,5	64,96076	43,06042	35	35	x	x	
	j	20	200	249,489	34,386	163,190	7,503	70	1,25	1,25	84,64416	74,94113	70	70	x	x	
	k	20	100	47,284	135,316	26,028	45,727	35	2,5	1,5	60,05264	42,59742	35	35	x		
	l	20	100	113,082	214,933	52,333	56,370	35	2,5	1,5	72,10173	45,02666	35	35	x	x	
	m	20	200	44,925	36,968	32,415	27,441	70	1,25	1,25	85,51817	82,2472	70	70			
	n	20	100	42,612	130,542	18,661	40,163	35	2,5	1,5	59,25234	41,27057	35	35	x		
			1312,743		804,919										1160,541	512,433	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 97,74%

1. Kat - 71,46%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 88,41%

1. Kat - 63,66%

Tablo EK.4 $S_s = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn - ZD

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat			
				V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)														
	1	20	100	28,092	81,511	15,304	32,609	35	2,5	1,5	50,30129	39,39772	35	35			
	2	20	450	227	287,117	154,173	75,473	157,5	0,555555556	1	314,8769	237,2542	157,5	157,5	x		
	3	20	150	57,991	103,692	30,954	41,377	52,5	1,666666667	1,5	71,66422	57,15164	52,5	52,5	x		
	1'	10	200	39,469	21,591	21,55	2,863	35	1,25	1,25	43,79293	37,12754	35	35	x		
	2'	10	50	6,15	37,992	3,437	13,567	8,75	5	1,5	15,69108	11,13934	8,75	8,75			
	3'	10	50	6,831	40,571	5,321	15,105	8,75	5	1,5	16,09674	11,47933	8,75	8,75			
	4	20	300	151,469	60,487	89,302	19,939	105	0,833333333	1	162,4523	144,6263	105	105	x		
	5	20	400	230,29	15,22	148,313	10	140	0,625	1	187,4556	184,9324	140	140	x	x	
	6	20	100	23,859	81,523	11,786	27,311	35	2,5	1,5	50,30368	38,0292	35	35			
	7	20	100	29,849	89,594	14,491	13,508	35	2,5	1,5	51,88333	34,2076	35	34,2076			
8	20	50	10,415	32,65	10,39	2,585	17,5	5	1,5	23,48404	15,83824	17,5	15,83824				
9	20	50	10,815	38,325	10,611	1,123	17,5	5	1,5	24,66272	15,36978	17,5	15,36978				
10	20	150	56,814	113,49	29,619	23,073	52,5	1,666666667	1,5	73,6865	52,12667	52,5	52,12667	x			
11	20	150	53,946	109,202	26,621	39,081	52,5	1,666666667	1,5	72,80838	56,54582	52,5	52,5	x			
				932,990		571,872									816,979	148,313	
Y doğrultusunda	a	20	100	23,953	80,822	13,518	30,201	35	2,5	1,5	50,16413	38,7817	35	35			
	b	20	100	57,99	126,023	29,702	29,314	35	2,5	1,5	58,4847	38,5523	35	35	x		
	c	20	200	27,784	48,078	16,978	13,564	70	1,25	1,25	89,18124	77,23527	70	70			
	d	20	100	21,998	85,333	10,261	29,315	35	2,5	1,5	51,05546	38,55256	35	35			
	a'	10	100	14,174	21,539	9,453	5,924	17,5	2,5	1,5	20,98547	16,85942	17,5	16,85942			
	e	20	300	82,781	15,178	48,635	0,783	105	0,833333333	1	142,3869	135,3909	105	105			
	f	20	100	41,688	100,533	31,028	22,879	35	2,5	1,5	53,95053	36,84535	35	35	x		
	g	20	200	162,723	18,117	107,484	10,967	70	1,25	1,25	78,91476	76,26073	70	70	x	x	
	h	20	300	78,78	36,418	51,985	8,511	105	0,833333333	1	152,1231	139,1905	105	105			
	i	20	100	44,716	107,088	35,156	29,988	35	2,5	1,5	55,15215	38,72673	35	35	x	x	
	j	20	200	170,655	10,521	113,285	1,477	70	1,25	1,25	76,09211	72,5884	70	70	x	x	
	k	20	100	32,445	88,416	18,126	29,087	35	2,5	1,5	51,65578	38,49338	35	35			
	l	20	100	77,286	137,966	36,049	33,301	35	2,5	1,5	60,49231	39,57297	35	35	x	x	
	m	20	200	30,738	21,593	22,038	16,84	70	1,25	1,25	80,17329	78,44733	70	70			
n	20	100	29,284	84,981	13,202	25,115	35	2,5	1,5	50,98647	37,4473	35	35				
				896,995		556,900									555,058	291,974	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 87,57%

1. Kat - 25,93%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 61,88%

1. Kat - 52,43%

Tablo EK.5 $S_s = 1,735$ $S_1 = 0,469$ $PGA = 0,708$ g $PGV = 56,186$ cm/sn - ZE

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	18,798	50,134	10,411	19,461	35	2,5	1,5	43,61972	35,90571	35	35			
	2	20	450	150,603	172,258	102,582	39,475	157,5	0,555555556	1	275,4787	221,3593	157,5	157,5			
	3	20	150	38,935	62,323	21,099	23,842	52,5	1,666666667	1,5	62,40745	52,34749	52,5	52,34749			
	1'	10	200	26,288	9,408	14,842	4,149	35	1,25	1,25	39,58472	37,62301	35	35			
	2'	10	50	4,194	23,918	2,347	8,314	8,75	5	1,5	13,26047	9,890399	8,75	8,75			
	3'	10	50	4,711	25,351	3,999	9,02	8,75	5	1,5	13,52793	10,06727	8,75	8,75			
	4	20	300	100,865	26,323	60,091	5,463	105	0,833333333	1	147,5758	137,7044	105	105			
	5	20	400	153,623	11,515	99,888	3,852	140	0,625	1	185,6683	181,9158	140	140	x		
	6	20	100	15,847	50,133	8,092	15,851	35	2,5	1,5	43,61949	34,88581	35	34,88581			
	7	20	100	19,902	54,782	9,832	6,639	35	2,5	1,5	44,67259	32,13689	35	32,13689			
	8	20	50	7,002	18,888	7,013	0,686	17,5	5	1,5	20,34404	15,22695	17,5	15,22695			
Y doğrultusunda	9	20	50	7,263	22,653	7,174	0,299	17,5	5	1,5	21,24924	15,09934	17,5	15,09934			
	10	20	150	38,06	68,406	20,065	11,774	52,5	1,666666667	1,5	63,8528	48,767	52,5	48,767			
	11	20	150	36,092	66,253	18,189	22,429	52,5	1,666666667	1,5	63,34501	51,94102	52,5	51,94102			
				622,183		385,624									153,623		
	a	20	100	16,125	49,639	9,312	17,813	35	2,5	1,5	43,50609	35,44376	35	35			
	b	20	100	38,653	75,749	19,766	14,889	35	2,5	1,5	49,14245	34,60896	35	34,60896	x		
	c	20	200	18,744	28,162	11,304	6,88	70	1,25	1,25	82,49928	74,70133	70	70			
	d	20	100	14,848	52,655	7,263	17,234	35	2,5	1,5	44,19389	35,28002	35	35			
	a'	10	100	9,441	11,505	6,537	2,781	17,5	2,5	1,5	18,44044	15,9	17,5	15,9			
	e	20	300	55,336	0,057	33,191	5,282	105	0,833333333	1	135,0285	137,6157	105	105			
	f	20	100	27,656	60,959	20,693	12,743	35	2,5	1,5	46,03455	33,98323	35	33,98323			
g	20	200	108,395	1,18	72,438	0,243	70	1,25	1,25	72,47046	72,09713	70	70	x	x		
h	20	300	52,587	14,681	35,711	10,357	105	0,833333333	1	142,1511	140,0828	105	105				
i	20	100	29,683	64,473	23,531	17,104	35	2,5	1,5	46,79167	35,24316	35	35				
j	20	200	114,248	7,685	77,62	8,483	70	1,25	1,25	75,01104	75,3168	70	70	x	x		
k	20	100	21,822	54,578	12,456	17,016	35	2,5	1,5	44,6269	35,21818	35	35				
l	20	100	51,675	82,231	24,385	16,364	35	2,5	1,5	50,44423	35,03256	35	35	x			
m	20	200	20,585	10,289	14,618	9,102	70	1,25	1,25	76,00425	75,55313	70	70				
n	20	100	19,74	52,083	9,273	14,165	35	2,5	1,5	44,06427	34,39913	35	34,39913				
				599,538		378,098									312,971	150,058	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 24,69%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 52,20%

1. Kat - 39,69%

Tablo EK.6 $S_s = 1,285$ $S_1 = 0,370$ $PGA = 0,536$ g $PGV = 34,619$ cm/sn - ZA

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	21,384	57,631	11,734	22,416	35	2,5	1,5	45,30585	36,71948	35	35			
	2	20	450	172,16	198,345	117,079	45,898	157,5	0,555555556	1	284,9054	224,2779	157,5	157,5	x		
	3	20	150	44,212	71,752	23,761	27,527	52,5	1,666666667	1,5	64,63405	53,39298	52,5	52,5			
	1'	10	200	29,994	11,104	16,638	4,591	35	1,25	1,25	40,19696	37,79181	35	35			
	2'	10	50	4,721	27,454	2,643	9,56	8,75	5	1,5	13,91115	10,20049	8,75	8,75			
	3'	10	50	5,272	29,113	4,281	10,389	8,75	5	1,5	14,20616	10,40168	8,75	8,75			
	4	20	300	115,071	31,073	68,164	6,788	105	0,833333333	1	149,7326	138,3524	105	105	x		
	5	20	400	175,09	11,677	113,259	3,681	140	0,625	1	185,7468	181,8312	140	140	x		
	6	20	100	18,103	57,632	9,073	18,292	35	2,5	1,5	45,30607	35,57865	35	35			
	7	20	100	22,684	62,999	11,096	7,756	35	2,5	1,5	46,47558	32,48261	35	32,48261			
	8	20	50	7,944	21,802	7,939	0,856	17,5	5	1,5	21,04804	15,28267	17,5	15,28267			
Y doğrultusunda	9	20	50	8,246	26,11	8,113	0,27	17,5	5	1,5	22,04768	15,08973	17,5	15,08973			
	10	20	150	43,268	78,741	22,669	13,715	52,5	1,666666667	1,5	66,23617	49,36041	52,5	49,36041			
	11	20	150	41,064	76,229	20,454	25,904	52,5	1,666666667	1,5	65,66483	52,93505	52,5	52,5			
				709,213		436,903									462,321		
	a	20	100	18,282	57,068	10,424	20,534	35	2,5	1,5	45,18141	36,20331	35	35			
	b	20	100	44,07	87,21	22,559	17,35	35	2,5	1,5	51,42179	35,31289	35	35	x		
	c	20	200	21,228	32,479	12,901	8,018	70	1,25	1,25	83,9928	75,13878	70	70			
	d	20	100	16,811	60,517	8,011	19,871	35	2,5	1,5	45,93844	36,01972	35	35			
	a'	10	100	10,766	13,355	7,311	3,262	17,5	2,5	1,5	18,93542	16,05055	17,5	16,05055			
	e	20	300	62,997	0,759	37,367	5,713	105	0,833333333	1	135,379	137,8269	105	105			
	f	20	100	31,614	70,141	23,589	14,749	35	2,5	1,5	47,98771	34,56848	35	34,56848			
	g	20	200	123,638	0,436	82,102	0,765	70	1,25	1,25	72,17419	72,30535	70	70	x	x	
	h	20	300	59,917	17,454	40,06	11,523	105	0,833333333	1	143,4618	140,6435	105	105			
	i	20	100	33,925	74,22	26,772	19,762	35	2,5	1,5	48,83032	35,98944	35	35			
	j	20	200	129,962	7,777	87,195	9,186	70	1,25	1,25	75,04635	75,58514	70	70	x	x	
	k	20	100	24,756	62,725	13,962	19,626	35	2,5	1,5	46,41659	35,95163	35	35			
	l	20	100	58,817	94,725	27,581	19,119	35	2,5	1,5	52,86303	35,81033	35	35	x		
	m	20	200	23,408	12,052	16,712	10,557	70	1,25	1,25	76,66939	76,10574	70	70			
	n	20	100	22,366	59,887	10,269	16,379	35	2,5	1,5	45,80109	35,03684	35	35			
			682,557		426,815										356,487	169,297	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 65,19%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 52,23%

1. Kat - 39,67%

Tablo EK.7 $S_s = 1,285$ $S_1 = 0,370$ $PGA = 0$, g $PGV = 34,619$ cm/sn - ZB

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat			
				V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)														
	1	20	100	23,994	66,527	13,11	26,157	35	2,5	1,5	47,22859	37,72453	35	35			
	2	20	450	193,594	231,002	131,557	56,253	157,5	0,555555556	1	296,2839	228,905	157,5	157,5	x		
	3	20	150	49,565	83,512	26,534	32,534	52,5	1,666666667	1,5	67,30795	54,78157	52,5	52,5			
	1'	10	200	33,693	14,641	18,527	4,175	35	1,25	1,25	41,44467	37,63296	35	35			
	2'	10	50	5,272	31,432	2,95	11,05	8,75	5	1,5	14,60856	10,55936	8,75	8,75			
	3'	10	50	5,869	33,419	4,658	12,12	8,75	5	1,5	14,94473	10,80972	8,75	8,75			
	4	20	300	129,273	40,992	76,371	11,038	105	0,833333333	1	154,1393	140,4106	105	105	x		
	5	20	400	196,61	3,649	126,865	0,461	140	0,625	1	181,8153	180,2304	140	140	x		
	6	20	100	20,351	66,531	10,113	21,562	35	2,5	1,5	47,22944	36,48616	35	35			
	7	20	100	25,477	72,876	12,406	9,74	35	2,5	1,5	48,5543	33,08776	35	33,08776			
	8	20	50	8,903	25,729	8,888	1,414	17,5	5	1,5	21,9611	15,46415	17,5	15,46415			
9	20	50	9,244	30,573	9,08	0,154	17,5	5	1,5	23,03758	15,05125	17,5	15,05125				
10	20	150	48,535	91,553	25,356	16,97	52,5	1,666666667	1,5	69,0767	50,33985	52,5	50,33985				
11	20	150	46,077	88,426	22,827	30,659	52,5	1,666666667	1,5	68,3943	54,26574	52,5	52,5				
				796,457		489,242									519,477		
Y doğrultusunda	a	20	100	20,482	65,91	11,609	24,063	35	2,5	1,5	47,09777	37,16531	35	35			
	b	20	100	49,498	101,501	25,347	21,507	35	2,5	1,5	54,12966	36,47108	35	35	x		
	c	20	200	23,769	38,155	14,493	9,945	70	1,25	1,25	85,91698	75,87379	70	70			
	d	20	100	18,82	69,778	8,859	23,313	35	2,5	1,5	47,912	36,96295	35	35			
	a'	10	100	12,095	16,238	8,133	4,171	17,5	2,5	1,5	19,68197	16,33126	17,5	16,33126			
	e	20	300	70,703	5,245	41,713	4,335	105	0,833333333	1	137,5975	137,1504	105	105			
	f	20	100	35,551	81,38	26,49	17,651	35	2,5	1,5	50,27524	35,39802	35	35	x		
	g	20	200	138,886	5,299	91,949	3,945	70	1,25	1,25	74,08929	73,56108	70	70	x	x	
	h	20	300	67,27	23,782	44,642	10,89	105	0,833333333	1	146,4089	140,3394	105	105			
	i	20	100	38,142	86,331	30,036	23,444	35	2,5	1,5	51,25056	36,99838	35	35	x		
	j	20	200	145,801	2,311	97,234	7,037	70	1,25	1,25	72,91854	74,76183	70	70	x	x	
	k	20	100	27,74	72,315	15,559	23,067	35	2,5	1,5	48,43862	36,89634	35	35			
	l	20	100	66,009	110,583	30,859	24,01	35	2,5	1,5	55,78226	37,15104	35	35	x		
	m	20	200	26,259	15,321	18,794	12,778	70	1,25	1,25	77,88767	76,94162	70	70			
	n	20	100	25,048	69,218	11,379	19,511	35	2,5	1,5	47,79498	35,91963	35	35			
				766,073		477,096									473,887	189,183	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 65,22%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 61,86%

1. Kat - 39,65%

Tablo EK.8 $S_s = 1,285$ $S_1 = 0,370$ $PGA = 0,536$ g $PGV = 34,619$ cm/sn - ZC

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	29,489	85,565	16,019	34,207	35	2,5	1,5	51,10088	39,80126	35	35			
	2	20	450	238,647	301,224	162,006	78,951	157,5	0,555555556	1	319,3808	238,7338	157,5	157,5	x	x	
	3	20	150	60,842	108,792	32,392	43,371	52,5	1,666666667	1,5	72,72386	57,67261	52,5	52,5	x		
	1'	10	200	41,472	22,511	22,521	3,1	35	1,25	1,25	44,09441	37,21935	35	35	x		
	2'	10	50	6,435	39,904	3,597	14,241	8,75	5	1,5	15,99281	11,2896	8,75	8,75			
	3'	10	50	7,134	42,604	5,474	15,845	8,75	5	1,5	16,40945	11,63937	8,75	8,75			
	4	20	300	159,144	63,063	93,664	20,661	105	0,833333333	1	163,5191	144,9629	105	105	x		
	5	20	400	241,887	15,149	155,537	10,101	140	0,625	1	187,4215	184,9816	140	140	x	x	
	6	20	100	25,078	85,577	12,316	28,631	35	2,5	1,5	51,10323	38,37473	35	35			
	7	20	100	31,352	94,037	15,174	14,114	35	2,5	1,5	52,73272	34,3843	35	34,3843			
	8	20	50	10,924	34,226	10,89	2,678	17,5	5	1,5	23,81722	15,86758	17,5	15,86758			
9	20	50	11,345	40,194	11,118	1,139	17,5	5	1,5	25,03877	15,37498	17,5	15,37498				
10	20	150	59,628	119,078	31,026	24,124	52,5	1,666666667	1,5	74,81537	52,42824	52,5	52,42824	x			
11	20	150	56,632	114,597	27,844	40,961	52,5	1,666666667	1,5	73,9115	57,04235	52,5	52,5	x			
				980,009		599,578									858,252	317,543	
Y doğrultusunda	a	20	100	25,119	84,839	14,119	31,673	35	2,5	1,5	50,95861	39,15942	35	35			
	b	20	100	60,916	132,22	31,211	30,647	35	2,5	1,5	59,53486	38,89653	35	35	x		
	c	20	200	29,126	50,413	17,841	14,181	70	1,25	1,25	89,93213	77,465	70	70			
	d	20	100	23,059	89,584	10,666	30,742	35	2,5	1,5	51,8814	38,92095	35	35			
	a'	10	100	14,89	22,541	9,872	6,184	17,5	2,5	1,5	21,22287	16,93635	17,5	16,93635			
	e	20	300	86,92	15,564	50,891	1,012	105	0,833333333	1	142,5698	135,5051	105	105			
	f	20	100	43,826	105,498	32,593	23,965	35	2,5	1,5	54,8631	37,13893	35	35	x		
	g	20	200	170,958	18,529	112,705	11,254	70	1,25	1,25	79,06498	76,36904	70	70	x	x	
	h	20	300	82,74	37,923	54,335	9,137	105	0,833333333	1	152,7894	139,4937	105	105			
	i	20	100	47,007	112,358	36,907	31,426	35	2,5	1,5	56,09955	39,09629	35	35	x	x	
	j	20	200	179,145	10,483	118,459	1,851	70	1,25	1,25	76,07773	72,73663	70	70	x	x	
	k	20	100	34,03	92,821	18,94	30,499	35	2,5	1,5	52,50162	38,85846	35	35			
	l	20	100	81,145	144,723	37,775	34,794	35	2,5	1,5	61,59919	39,94847	35	35	x	x	
	m	20	200	32,263	22,549	23,169	17,628	70	1,25	1,25	80,51598	78,7361	70	70			
n	20	100	30,703	89,2	13,74	26,314	35	2,5	1,5	51,80734	37,76612	35	35				
				941,847		583,223									582,997	305,846	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 87,58%

1. Kat - 52,96%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 61,90%

1. Kat - 52,44%

Tablo EK.9 $S_s = 1,285$ $S_1 = 0,370$ $PGA = 0,536$ g $PGV = 34,619$ cm/sn - ZD

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	19,852	53,31	10,954	20,734	35	2,5	1,5	33,24605	36,25852	33,24605	35			
	2	20	450	159,359	183,465	108,476	42,445	157,5	0,555555556	1	279,5674	222,7136	157,5	157,5	x		
	3	20	150	41,088	66,37	22,192	25,461	52,5	1,666666667	1,5	63,37271	52,80937	52,5	52,5			
	1'	10	200	27,794	10,265	15,581	4,251	35	1,25	1,25	39,89526	37,66203	35	35			
	2'	10	50	4,41	25,396	2,468	8,843	8,75	5	1,5	13,53625	10,02322	8,75	8,75			
	3'	10	50	4,943	26,931	4,122	9,609	8,75	5	1,5	13,81684	10,21249	8,75	8,75			
	4	20	300	106,642	28,725	63,387	6,267	105	0,833333333	1	148,6704	138,098	105	105	x		
	5	20	400	162,359	10,837	105,348	3,421	140	0,625	1	185,3393	181,7024	140	140	x		
	6	20	100	16,764	53,311	8,496	16,919	35	2,5	1,5	44,34208	35,19062	35	35			
	7	20	100	21,034	58,275	10,35	7,172	35	2,5	1,5	45,44777	32,30232	35	32,30232			
	8	20	50	7,387	20,166	7,392	0,79	17,5	5	1,5	20,65575	15,26106	17,5	15,26106			
9	20	50	7,664	24,15	7,558	0,252	17,5	5	1,5	21,59861	15,08377	17,5	15,08377				
10	20	150	40,183	72,834	21,132	12,683	52,5	1,666666667	1,5	64,88467	49,04579	52,5	49,04579				
11	20	150	38,118	70,512	19,12	23,959	52,5	1,666666667	1,5	64,34563	52,38101	52,5	52,38101				
				657,597		406,576									428,360		
Y doğrultusunda	a	20	100	17,006	52,789	9,771	18,993	35	2,5	1,5	44,2242	35,77513	35	35			
	b	20	100	40,857	80,668	20,901	16,044	35	2,5	1,5	50,13342	34,94109	35	34,94109	x		
	c	20	200	19,759	30,041	11,953	7,414	70	1,25	1,25	83,15264	74,90692	70	70			
	d	20	100	15,65	55,979	7,576	18,379	35	2,5	1,5	44,93974	35,60309	35	35			
	a'	10	100	9,98	12,351	6,856	3,016	17,5	2,5	1,5	18,66842	15,97373	17,5	15,97373			
	e	20	300	58,456	0,687	34,905	5,293	105	0,833333333	1	135,3431	137,6211	105	105			
	f	20	100	29,264	64,88	21,871	13,64	35	2,5	1,5	46,87857	34,24617	35	34,24617			
	g	20	200	114,595	76,385	76,385	0,697	70	1,25	1,25	97,89676	72,27826	70	70	x	x	
	h	20	300	55,57	16,132	37,501	10,668	105	0,833333333	1	142,8384	140,2326	105	105			
	i	20	100	31,406	68,652	24,851	18,278	35	2,5	1,5	47,67641	35,57471	35	35			
	j	20	200	120,651	7,218	81,557	8,51	70	1,25	1,25	74,83152	75,32713	70	70	x	x	
	k	20	100	23,02	58,023	13,077	18,153	35	2,5	1,5	45,39229	35,53956	35	35			
	l	20	100	54,584	87,618	25,692	17,679	35	2,5	1,5	51,50107	35,40593	35	35	x		
	m	20	200	21,736	11,143	15,469	9,763	70	1,25	1,25	76,32717	75,80468	70	70			
n	20	100	20,813	55,396	9,689	15,149	35	2,5	1,5	44,80982	34,684	35	34,684				
				633,347		398,054									330,687	157,942	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 65,14%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 52,21%

1. Kat - 39,68%

Tablo EK.10 $S_S = 1,285$ $S_1 = 0,370$ $PGA = 0,536$ g $PGV = 34,619$ cm/sn - ZE

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	15,136	37,47	8,474	14,109	35	2,5	1,5	40,61281	34,38284	35	34,38284			
	2	20	450	120,577	125,568	82,29	24,413	157,5	0,555555556	1	257,7475	214,3592	157,5	157,5			
	3	20	150	31,421	45,514	17,197	16,641	52,5	1,666666667	1,5	58,22731	50,24172	52,5	50,24172			
	1'	10	200	21,104	4,193	12,182	4,851	35	1,25	1,25	37,63985	37,89075	35	35			
	2'	10	50	3,419	18,28	1,915	6,192	8,75	5	1,5	12,15113	9,338629	8,75	8,75			
	3'	10	50	3,869	19,239	3,457	6,543	8,75	5	1,5	12,34686	9,432126	8,75	8,75			
	4	20	300	80,958	11,698	48,569	0,903	105	0,833333333	1	140,7275	135,4507	105	105			
	5	20	400	123,451	23,909	80,785	10,211	140	0,625	1	191,5819	185,0351	140	140			
	6	20	100	12,697	37,464	6,625	11,153	35	2,5	1,5	40,61133	33,51209	35	33,51209			
	7	20	100	15,986	40,706	7,988	3,738	35	2,5	1,5	41,40193	31,22115	35	31,22115			
	8	20	50	5,656	13,242	5,679	0,15	17,5	5	1,5	18,90555	15,04992	17,5	15,04992			
9	20	50	5,863	16,257	5,816	0,949	17,5	5	1,5	19,6868	15,31307	17,5	15,31307				
10	20	150	30,668	50,102	16,288	7,027	52,5	1,666666667	1,5	59,39747	47,28435	52,5	47,28435				
11	20	150	29,059	48,848	14,848	15,585	52,5	1,666666667	1,5	59,07995	49,92544	52,5	49,92544				
				499,864		312,113											
Y doğrultusunda	a	20	100	13,035	37,048	7,64	12,755	35	2,5	1,5	40,50876	33,98676	35	33,98676			
	b	20	100	31,043	55,323	15,858	8,825	35	2,5	1,5	44,79353	32,81006	35	32,81006			
	c	20	200	15,174	20,015	9,073	4,07	70	1,25	1,25	79,60442	73,61	70	70			
	d	20	100	12,024	39,478	6,06	12,296	35	2,5	1,5	41,10426	33,85144	35	33,85144			
	a'	10	100	7,578	7,321	5,379	1,447	17,5	2,5	1,5	17,26876	15,47482	17,26876	15,47482			
	e	20	300	44,529	6,758	27,077	7,467	105	0,833333333	1	138,3377	138,6833	105	105			
	f	20	100	22,14	44,919	16,626	8,55	35	2,5	1,5	42,40731	32,72614	35	32,72614			
	g	20	200	87,022	9,916	58,609	4,585	70	1,25	1,25	75,86278	73,81122	70	70	x		
	h	20	300	42,278	5,315	29,256	11,496	105	0,833333333	1	137,6318	140,6306	105	105			
	i	20	100	23,775	47,167	18,952	11,801	35	2,5	1,5	42,93414	33,7049	35	33,7049			
	j	20	200	92,03	16,121	63,483	11,894	70	1,25	1,25	78,18292	76,61002	70	70	x		
	k	20	100	17,631	40,936	10,204	12,077	35	2,5	1,5	41,45745	33,78668	35	33,78668			
	l	20	100	41,588	59,534	19,778	9,212	35	2,5	1,5	45,72395	32,9278	35	32,9278	x		
	m	20	200	16,585	5,497	11,702	5,882	70	1,25	1,25	74,16621	74,31556	70	70			
n	20	100	15,972	38,792	7,702	9,647	35	2,5	1,5	40,93702	33,05964	35	33,05964				
				482,404		307,399									220,640		

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,74%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.11 $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn - ZA

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N_{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	$V_{Rd}^{(1)}$ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rd} (kN)		Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	1	20	100	14,283	33,434	7,988	12,243	35	2,5	1,5	39,60657	33,83578	35	33,83578			
	2	20	450	113,847	109,518	77,689	17,738	157,5	0,555555556	1	251,3636	211,1828	157,5	157,5			
	3	20	150	29,648	39,765	16,217	13,912	52,5	1,666666667	1,5	56,72698	49,42024	52,5	49,42024			
	1'	10	200	19,931	1,486	8,977	5,72	35	1,25	1,25	36,58957	38,21958	35	35			
	2'	10	50	3,223	16,631	1,809	5,507	8,75	5	1,5	11,80699	9,153415	8,75	8,75			
	3'	10	50	3,647	17,399	3,256	5,681	8,75	5	1,5	11,9685	9,200815	8,75	8,75			
	4	20	300	76,432	4,101	45,837	4,767	105	0,833333333	1	137,0352	137,3628	105	105			
	5	20	400	116,541	33,494	76,244	14,937	140	0,625	1	196,033	187,3197	140	140			
	6	20	100	11,987	33,424	6,242	9,4	35	2,5	1,5	39,60404	32,98485	35	32,98485			
	7	20	100	15,087	36,133	7,53	2,363	35	2,5	1,5	40,28225	30,77759	35	30,77759			
	8	20	50	5,336	11,121	5,356	0,661	17,5	5	1,5	18,33603	15,21874	17,5	15,21874			
Y doğrultusunda	9	20	50	5,532	13,971	5,485	1,424	17,5	5	1,5	19,09738	15,46739	17,5	15,46739			
	10	20	150	28,938	43,892	15,359	4,862	52,5	1,666666667	1,5	57,80796	46,59249	52,5	46,59249			
	11	20	150	27,424	43,055	13,997	12,969	52,5	1,666666667	1,5	57,59036	49,13319	52,5	49,13319			
				471,856		291,986											
	a	20	100	12,298	33,016	7,199	10,937	35	2,5	1,5	39,50089	30,26153	35	30,26153			
	b	20	100	29,303	48,338	14,972	6,045	35	2,5	1,5	43,20602	31,95153	35	31,95153			
	c	20	200	14,315	17,038	8,569	2,779	70	1,25	1,25	78,51999	73,10315	70	70			
	d	20	100	11,343	35,325	5,704	10,508	35	2,5	1,5	40,08117	33,31906	35	33,31906			
	a'	10	100	7,152	5,517	5,076	0,788	17,5	2,5	1,5	16,73828	15,26041	16,73828	15,26041			
	e	20	300	42,034	11,434	25,546	9,458	105	0,833333333	1	140,6008	139,649	105	105			
	f	20	100	20,903	39,571	15,697	6,855	35	2,5	1,5	41,12688	32,20404	35	32,20404			
Y doğrultusunda	g	20	200	82,155	16,026	55,31	7,878	70	1,25	1,25	78,14792	75,0851	70	70		x	
	h	20	300	39,914	0,247	27,594	13,241	105	0,833333333	1	135,1234	141,4657	105	105			
	i	20	100	22,45	41,276	17,892	9,749	35	2,5	1,5	41,53938	33,09048	35	33,09048			
	j	20	200	86,87	22,631	59,883	15,025	70	1,25	1,25	80,5453	77,77815	70	70		x	
	k	20	100	16,635	36,641	9,617	10,267	35	2,5	1,5	40,40817	33,24665	35	33,24665			
	l	20	100	39,253	51,592	18,661	5,821	35	2,5	1,5	43,9527	31,88134	35	31,88134		x	
	m	20	200	15,651	3,162	11,049	4,517	70	1,25	1,25	73,25388	73,78468	70	70			
	n	20	100	15,069	34,506	7,25	7,861	35	2,5	1,5	39,87631	32,51492	35	32,51492			
				455,345		290,019										208,278	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,74%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.12 $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn - **ZB**

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri							
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat		zemin kat		1. kat	
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1 kat			
X doğrultusunda	1	20	100	16,005	39,305	8,897	14,712	35	2,5	1,5	41,06215	34,55778	35	34,55778					
	2	20	450	127,992	131,074	87,244	24,575	157,5	0,555555556	1	259,9014	214,4357	157,5	157,5					
	3	20	150	33,181	47,527	18,047	17,217	52,5	1,666666667	1,5	58,7436	50,41339	52,5	50,41339					
	1'	10	200	22,372	3,822	12,747	5,445	35	1,25	1,25	37,49765	38,11582	35	35					
	2'	10	50	3,586	19,257	2,011	6,491	8,75	5	1,5	12,35051	9,418333	8,75	8,75					
	3'	10	50	4,041	20,241	3,505	6,823	8,75	5	1,5	12,54811	9,506051	8,75	8,75					
	4	20	300	85,804	10,651	51,253	1,96	105	0,833333333	1	140,2244	135,9765	105	105					
	5	20	400	130,743	28,19	85,223	12,201	140	0,625	1	193,5825	186,0005	140	140					
	6	20	100	13,471	39,298	6,929	11,558	35	2,5	1,5	41,06044	33,63272	35	33,63272					
	7	20	100	16,93	42,652	8,395	3,672	35	2,5	1,5	41,86932	31,2	35	31,2					
	8	20	50	5,969	13,713	5,983	0,292	17,5	5	1,5	19,02971	15,09702	17,5	15,09702					
	9	20	50	6,19	16,917	6,122	1,143	17,5	5	1,5	19,85372	15,37628	17,5	15,37628					
10	20	150	32,414	52,349	17,133	7,012	52,5	1,666666667	1,5	59,96224	47,27959	52,5	47,27959						
11	20	150	30,732	51,105	15,564	16,109	52,5	1,666666667	1,5	59,65023	50,08263	52,5	50,08263						
				529,430		329,053													
Y doğrultusunda	a	20	100	13,749	38,852	7,981	13,266	35	2,5	1,5	40,95168	30,45948	35	30,45948					
	b	20	100	32,885	57,771	16,813	8,79	35	2,5	1,5	45,33674	32,79939	35	32,79939					
	c	20	200	15,992	20,785	9,62	4,051	70	1,25	1,25	79,88251	73,60257	70	70					
	d	20	100	12,669	41,438	6,264	12,78	35	2,5	1,5	41,57836	33,99412	35	33,99412					
	a'	10	100	8,028	7,42	5,618	1,389	17,5	2,5	1,5	17,2974	15,45607	17,2974	15,45607					
	e	20	300	47,119	8,471	28,414	8,547	105	0,833333333	1	139,1711	139,2079	105	105					
	f	20	100	23,501	46,989	17,611	8,771	35	2,5	1,5	42,89266	32,7936	35	32,7936					
	g	20	200	92,218	12,237	61,809	5,778	70	1,25	1,25	76,73885	74,27525	70	70	x				
	h	20	300	44,766	4,426	30,618	12,822	105	0,833333333	1	137,1952	141,2656	105	105					
	i	20	100	25,234	49,27	20,046	12,179	35	2,5	1,5	43,42119	33,81686	35	33,81686					
	j	20	200	97,323	19,019	66,509	13,604	70	1,25	1,25	79,24326	77,25018	70	70	x				
	k	20	100	18,605	42,97	10,671	12,538	35	2,5	1,5	41,9452	33,92285	35	33,92285					
	l	20	100	43,999	62,059	20,824	9,05	35	2,5	1,5	46,27289	32,87856	35	32,87856	x				
	m	20	200	17,532	5,32	12,423	5,983	70	1,25	1,25	74,09745	74,3547	70	70					
	n	20	100	16,839	40,664	7,983	9,929	35	2,5	1,5	41,39179	33,14483	35	33,14483					
				510,459		323,204									233,540				

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,75%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.13 $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ **PGA** = 0,370 g **PGV** = 19,748 cm/sn - **ZC**

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N_{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	$V_{Rd}^{(1)}$ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rd} (kN)		Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	1	20	100	20,355	54,24	11,195	21,007	35	2,5	1,5	44,55109	36,33373	35	35			
	2	20	450	163,688	186,016	111,362	42,147	157,5	0,555555556	1	280,4897	222,5781	157,5	157,5	x		
	3	20	150	42,105	67,31	22,676	25,664	52,5	1,666666667	1,5	63,59481	52,867	52,5	52,5			
	1'	10	200	28,533	9,865	15,901	4,681	35	1,25	1,25	39,75062	37,82609	35	35			
	2'	10	50	4,506	25,921	2,523	8,993	8,75	5	1,5	13,63286	10,06057	8,75	8,75			
	3'	10	50	5,039	27,46	4,141	9,737	8,75	5	1,5	13,91222	10,24378	8,75	8,75			
	4	20	300	109,464	27,6	64,936	5,36	105	0,833333333	1	148,1587	137,6539	105	105	x		
	5	20	400	166,599	14,144	107,908	4,975	140	0,625	1	186,9383	182,4705	140	140	x		
	6	20	100	17,215	54,239	8,667	17,073	35	2,5	1,5	44,55087	35,23436	35	35			
	7	20	100	21,583	59,242	10,582	7,047	35	2,5	1,5	45,66005	32,2636	35	32,2636			
	8	20	50	7,567	20,339	7,566	0,669	17,5	5	1,5	20,69758	15,22137	17,5	15,22137			
Y doğrultusunda	9	20	50	7,853	24,434	7,734	0,404	17,5	5	1,5	21,66426	15,13407	17,5	15,13407			
	10	20	150	41,194	73,895	21,615	12,543	52,5	1,666666667	1,5	65,12949	49,00296	52,5	49,00296			
	11	20	150	39,088	71,605	19,526	24,136	52,5	1,666666667	1,5	64,59992	52,43167	52,5	52,43167			
				674,789		416,332										439,751	
	a	20	100	17,417	53,699	9,962	19,211	35	2,5	1,5	44,42949	30,96417	35	30,96417			
	b	20	100	41,928	81,811	21,457	15,854	35	2,5	1,5	50,3609	34,88667	35	34,88667	x		
	c	20	200	20,23	30,354	12,272	7,325	70	1,25	1,25	83,26098	74,87269	70	70			
	d	20	100	16,021	56,981	7,685	18,581	35	2,5	1,5	45,16215	35,65978	35	35			
	a'	10	100	10,242	12,306	6,991	2,939	17,5	2,5	1,5	18,65637	15,94961	17,5	15,94961			
	e	20	300	59,959	0,687	35,667	6,102	105	0,833333333	1	135,3431	138,0173	105	105			
	f	20	100	30,058	65,881	22,444	13,68	35	2,5	1,5	47,09161	34,25785	35	34,25785			
Y doğrultusunda	g	20	200	117,619	2,273	78,23	0,262	70	1,25	1,25	72,90353	72,10472	70	70	x	x	
	h	20	300	57,017	15,26	38,271	11,619	105	0,833333333	1	142,4258	140,6896	105	105			
	i	20	100	32,258	69,641	25,486	18,396	35	2,5	1,5	47,8834	35,60786	35	35			
	j	20	200	123,72	9,458	83,272	9,79	70	1,25	1,25	75,68871	75,81493	70	70	x	x	
	k	20	100	23,582	59,063	13,339	18,339	35	2,5	1,5	45,62083	35,59185	35	35			
	l	20	100	55,983	88,753	26,293	17,372	35	2,5	1,5	51,72098	35,31912	35	35	x		
	m	20	200	22,285	10,89	15,889	9,746	70	1,25	1,25	76,23165	75,79822	70	70			
	n	20	100	21,312	56,334	9,841	15,222	35	2,5	1,5	45,01866	34,70504	35	34,70504			
				649,631		407,099										339,250	161,502

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 65,17%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 52,22%

1. Kat - 39,67%

Tablo EK.14 $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn - **ZD**

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri							
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat		zemin kat		1. kat	
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat			
X doğrultusunda	1	20	100	16,099	40,207	8,965	15,178	35	2,5	1,5	41,28123	34,69236	35	34,69236					
	2	20	450	128,619	135,021	87,696	26,644	157,5	0,555555556	1	261,4345	215,4104	157,5	157,5					
	3	20	150	33,385	48,933	18,185	17,96	52,5	1,666666667	1,5	59,10152	50,63398	52,5	50,63398					
	1'	10	200	22,486	4,749	12,848	5,052	35	1,25	1,25	37,85196	37,96706	35	35					
	2'	10	50	3,614	19,58	2,025	6,646	8,75	5	1,5	12,41572	9,459387	8,75	8,75					
	3'	10	50	4,076	20,619	3,558	7,038	8,75	5	1,5	12,62319	9,562426	8,75	8,75					
	4	20	300	86,255	13,255	51,574	0,53	105	0,833333333	1	141,4723	135,2647	105	105					
	5	20	400	131,452	24,31	85,76	10,312	140	0,625	1	191,7702	185,0842	140	140					
	6	20	100	13,538	40,202	6,989	12,029	35	2,5	1,5	41,28002	33,77247	35	33,77247					
	7	20	100	17,023	43,701	8,457	4,119	35	2,5	1,5	42,11912	31,34294	35	31,34294					
	8	20	50	6,006	14,287	6,023	0,103	17,5	5	1,5	19,17994	15,03429	17,5	15,03429					
	9	20	50	6,228	17,504	6,165	0,955	17,5	5	1,5	20,001	15,31503	17,5	15,31503					
10	20	150	32,608	53,853	17,255	7,697	52,5	1,666666667	1,5	60,3373	47,49642	52,5	47,49642						
11	20	150	30,911	52,475	15,687	16,827	52,5	1,666666667	1,5	59,99375	50,29722	52,5	50,29722						
				532,300		331,187													
Y doğrultusunda	a	20	100	13,838	39,759	8,051	13,736	35	2,5	1,5	41,17256	30,5313	35	30,5313					
	b	20	100	33,063	59,479	16,899	9,673	35	2,5	1,5	45,71192	33,06751	35	33,06751					
	c	20	200	16,098	21,568	9,668	4,461	70	1,25	1,25	80,16431	73,76282	70	70					
	d	20	100	12,754	42,352	6,335	13,246	35	2,5	1,5	41,79761	34,13092	35	34,13092					
	a'	10	100	8,072	7,968	5,665	1,608	17,5	2,5	1,5	17,45509	15,52675	17,45509	15,52675					
	e	20	300	47,384	6,654	28,627	7,703	105	0,833333333	1	138,287	138,7981	105	105					
	f	20	100	23,617	48,257	17,706	9,261	35	2,5	1,5	43,18727	32,94268	35	32,94268					
	g	20	200	92,705	9,846	62,204	4,5	70	1,25	1,25	75,8362	73,77805	70	70	x				
	h	20	300	45,01	6,201	30,868	12,005	105	0,833333333	1	138,0657	140,8747	105	105					
	i	20	100	25,357	50,702	20,16	12,749	35	2,5	1,5	43,74974	33,985	35	33,985					
	j	20	200	97,883	16,386	67,034	12,274	70	1,25	1,25	78,28048	76,75274	70	70	x				
	k	20	100	18,723	43,913	10,762	13,015	35	2,5	1,5	42,16942	34,06318	35	34,06318					
	l	20	100	44,249	64,053	20,966	10,151	35	2,5	1,5	46,70182	33,21174	35	33,21174	x				
	m	20	200	17,636	6,091	12,484	6,393	70	1,25	1,25	74,39652	74,51333	70	70					
	n	20	100	16,949	41,637	8,069	10,434	35	2,5	1,5	41,62619	33,29685	35	33,29685					
				513,338		325,498									234,837				

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,75%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.15 $S_S = 0,848$ $S_1 = 0,229$ $PGA = 0,370$ g $PGV = 19,748$ cm/sn - ZE

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri								
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat		zemin kat		1. kat		
				V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)					V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)																	
	1	20	100	14,655	35,619	8,213	13,299	35	2,5	1,5	40,15445	34,14645	35	34,14645						
	2	20	450	116,679	118,546	79,647	21,89	157,5	0,555555556	1	254,9741	213,1642	157,5	157,5						
	3	20	150	30,43	42,991	16,672	15,514	52,5	1,666666667	1,5	57,57369	49,90411	52,5	49,90411						
	1'	10	200	20,429	3,251	11,822	5,065	35	1,25	1,25	37,27773	37,97199	35	35						
	2'	10	50	3,314	17,482	1,858	5,88	8,75	5	1,5	11,98582	9,254729	8,75	8,75						
	3'	10	50	3,754	18,365	3,373	6,169	8,75	5	1,5	12,16861	9,33247	8,75	8,75						
	4	20	300	78,363	9,056	47,048	2,149	105	0,833333333	1	139,4545	136,0703	105	105						
	5	20	400	119,509	26,69	78,261	11,605	140	0,625	1	192,8839	185,7119	140	140						
	6	20	100	12,287	35,613	6,426	10,423	35	2,5	1,5	40,15296	33,29354	35	33,29354						
	7	20	100	15,474	38,635	7,741	3,236	35	2,5	1,5	40,89866	31,05994	35	31,05994						
	8	20	50	5,478	12,362	5,502	0,315	17,5	5	1,5	18,67137	15,10464	17,5	15,10464						
9	20	50	5,678	15,28	5,635	1,09	17,5	5	1,5	19,43708	15,35904	17,5	15,35904							
10	20	150	29,696	47,364	15,784	6,222	52,5	1,666666667	1,5	58,70196	47,02829	52,5	47,02829							
11	20	150	28,136	46,263	14,396	14,51	52,5	1,666666667	1,5	58,41995	49,60141	52,5	49,60141							
				483,882		302,378														
Y doğrultusunda	a	20	100	12,627	35,205	7,411	11,981	35	2,5	1,5	40,05122	30,40099	35	30,40099						
	b	20	100	30,05	52,257	15,349	7,793	35	2,5	1,5	44,10374	32,494	35	32,494						
	c	20	200	14,701	18,759	8,782	3,591	70	1,25	1,25	79,14871	73,42235	70	70						
	d	20	100	11,649	37,561	5,889	11,538	35	2,5	1,5	40,63521	33,62678	35	33,62678						
	a'	10	100	7,335	6,629	5,221	1,211	17,5	2,5	1,5	17,06722	15,39838	17,06722	15,39838						
	e	20	300	43,114	8,185	26,256	8,009	105	0,833333333	1	139,0323	138,9468	105	105						
	f	20	100	21,424	42,535	16,095	7,876	35	2,5	1,5	41,84137	32,51953	35	32,51953						
	g	20	200	84,235	11,765	56,779	5,592	70	1,25	1,25	76,5615	74,20309	70	70			x			
	h	20	300	40,93	3,588	28,381	11,9	105	0,833333333	1	136,7822	140,8244	105	105						
	i	20	100	23,008	44,574	18,352	10,964	35	2,5	1,5	42,32588	33,45564	35	33,45564						
	j	20	200	89,115	18,012	61,574	12,744	70	1,25	1,25	78,87643	76,92889	70	70			x			
	k	20	100	17,077	38,952	9,898	11,315	35	2,5	1,5	40,97609	33,56039	35	33,56039					x	
	l	20	100	40,266	56,096	19,165	7,976	35	2,5	1,5	44,96576	32,55027	35	32,55027					x	
	m	20	200	16,059	4,658	11,324	5,354	70	1,25	1,25	73,8397	74,11066	70	70						
n	20	100	15,473	36,841	7,481	8,927	35	2,5	1,5	40,45763	32,84113	35	32,84113							
				467,063		297,957													213,616	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,74%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.16 $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn - ZA

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	9,343	16,601	5,383	5,165	35	2,5	1,5	35,10014	31,67491	35	31,67491			
	2	20	450	73,282	47,727	50,287	1,85	157,5	0,555555556	1	225,1021	203,4229	157,5	157,5			
	3	20	150	19,517	17,513	10,97	4,441	52,5	1,666666667	1,5	50,50139	46,45675	50,50139	46,45675			
	1'	10	200	12,93	5,204	7,926	6,505	35	1,25	1,25	38,02467	38,51421	35	35			
	2'	10	50	2,181	9,103	1,228	2,688	8,75	5	1,5	10,08786	8,348054	8,75	8,348054			
	3'	10	50	2,516	9,25	2,542	2,406	8,75	5	1,5	10,12423	8,263171	8,75	8,263171			
	4	20	300	49,552	14,66	30,305	12,804	105	0,833333333	1	142,1411	141,257	105	105			
	5	20	400	75,812	48,668	50,495	22,767	140	0,625	1	202,8799	191,0447	140	140			
	6	20	100	7,732	16,585	4,273	3,215	35	2,5	1,5	35,09558	31,05318	35	31,05318			
	7	20	100	9,802	17,444	5,05	1,389	35	2,5	1,5	35,3395	30,45948	35	30,45948			
	8	20	50	3,521	3,691	3,56	1,716	17,5	5	1,5	16,18363	15,56149	16,18363	15,56149			
9	20	50	3,644	5,527	3,656	2,226	17,5	5	1,5	16,74127	15,7245	16,74127	15,7245				
10	20	150	18,969	19,651	10,275	1,296	52,5	1,666666667	1,5	51,13248	45,42995	51,13248	45,42995				
11	20	150	17,935	19,977	9,506	3,972	52,5	1,666666667	1,5	51,22802	46,30508	51,22802	46,30508				
				306,736		195,456											
Y doğrultusunda	a	20	100	8,135	16,284	4,956	4,261	35	2,5	1,5	35,00971	31,38821	35	31,38821			
	b	20	100	19,031	21,298	9,695	1,819	35	2,5	1,5	36,41373	30,60033	35	30,60033			
	c	20	200	9,507	6,297	5,556	0,865	70	1,25	1,25	74,47622	72,34517	70	70			
	d	20	100	7,539	17,801	4,1	3,995	35	2,5	1,5	35,44037	31,30335	35	31,30335			
	a'	10	100	4,637	0,065	3,522	0,932	17,5	2,5	1,5	15,02165	15,30751	15,02165	15,30751			
	e	20	300	27,45	19,916	17,323	12,063	105	0,833333333	1	144,6156	140,9025	105	105			
	f	20	100	13,452	18,306	10,207	1,365	35	2,5	1,5	35,58258	30,4516	35	30,4516			
	g	20	200	53,298	26,87	36,673	13,89	70	1,25	1,25	82,04701	77,35673	70	70			
	h	20	300	25,998	11,721	18,922	14,435	105	0,833333333	1	140,7385	142,0342	105	105			
	i	20	100	14,468	18,359	11,714	2,784	35	2,5	1,5	35,59747	30,91407	35	30,91407			
	j	20	200	56,894	32,962	40,884	19,086	70	1,25	1,25	84,15825	79,26761	70	70			
	k	20	100	10,986	18,496	6,595	3,756	35	2,5	1,5	35,63594	31,22691	35	31,22691			
	l	20	100	25,644	21,587	12,455	3,429	35	2,5	1,5	36,49301	31,12202	35	31,12202			
	m	20	200	10,255	3,022	7,11	0,316	70	1,25	1,25	73,19882	72,12629	70	70			
n	20	100	9,992	16,85	5,15	1,935	35	2,5	1,5	35,17101	30,63821	35	30,63821				
				297,286		194,862											

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.17 $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn - ZB

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri								
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat						
				V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)					V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)																	
	1	20	100	10,448	20,369	5,966	6,75	35	2,5	1,5	36,15771	32,17142	35	32,17142						
	2	20	450	82,356	61,565	56,417	2,541	157,5	0,555555556	1	231,2426	203,7665	157,5	157,5						
	3	20	150	21,784	22,496	12,144	6,562	52,5	1,666666667	1,5	51,96037	47,13661	51,96037	47,13661						
	1'	10	200	14,496	3,703	8,726	6,327	35	1,25	1,25	37,45192	38,4476	35	35						
	2'	10	50	2,414	10,788	1,358	3,319	8,75	5	1,5	10,49714	8,534928	8,75	8,534928						
	3'	10	50	2,769	11,074	2,702	3,139	8,75	5	1,5	10,56504	8,48204	8,75	8,48204						
	4	20	300	55,565	10,451	33,78	11	105	0,833333333	1	140,1281	140,3923	105	105						
	5	20	400	84,923	45,255	56,256	21,006	140	0,625	1	201,3601	190,2132	140	140						
	6	20	100	8,684	20,355	4,714	4,6	35	2,5	1,5	36,15384	31,49603	35	31,49603						
	7	20	100	10,985	21,629	5,605	0,548	35	2,5	1,5	36,50452	30,18211	35	30,18211						
8	20	50	3,927	5,355	3,962	1,479	17,5	5	1,5	16,68982	15,48515	16,68982	15,48515							
9	20	50	4,066	7,418	4,065	2,045	17,5	5	1,5	17,29682	15,66684	17,29682	15,66684							
10	20	150	21,199	25,079	11,412	0,085	52,5	1,666666667	1,5	52,70076	45,02832	52,5	45,02832							
11	20	150	20,058	25,145	10,511	5,987	52,5	1,666666667	1,5	52,71954	46,95327	52,5	46,95327							
				343,674		217,618														
Y doğrultusunda	a	20	100	9,066	20,03	5,458	5,757	35	2,5	1,5	36,06383	31,86126	35	31,86126						
	b	20	100	21,329	27,353	10,876	0,056	35	2,5	1,5	38,04024	30,01866	35	30,01866						
	c	20	200	10,582	8,703	6,23	0,048	70	1,25	1,25	75,40088	72,0192	70	70						
	d	20	100	8,39	21,724	4,459	5,454	35	2,5	1,5	36,53054	31,76602	35	31,76602						
	a'	10	100	5,2	1,287	3,869	0,546	17,5	2,5	1,5	15,42303	15,18091	15,42303	15,18091						
	e	20	300	30,713	18,01	19,163	11,476	105	0,833333333	1	143,7232	140,621	105	105						
	f	20	100	15,119	23,068	11,435	2,595	35	2,5	1,5	36,89661	30,85288	35	30,85288						
	g	20	200	59,753	24,433	40,843	12,539	70	1,25	1,25	81,18707	76,85211	70	70						
	h	20	300	29,111	9,036	20,863	14,164	105	0,833333333	1	139,4448	141,9054	105	105						
	i	20	100	16,254	23,491	13,096	4,344	35	2,5	1,5	37,01108	31,41465	35	31,41465						
	j	20	200	63,6	30,638	45,135	18,171	70	1,25	1,25	83,35916	78,93446	70	70						
	k	20	100	12,25	22,558	7,271	5,214	35	2,5	1,5	36,75813	31,69038	35	31,69038						
	l	20	100	28,688	28,306	13,844	1,354	35	2,5	1,5	38,28995	30,44799	35	30,44799						
	m	20	200	11,462	1,635	7,991	1,257	70	1,25	1,25	72,65106	72,50106	70	70						
n	20	100	11,128	20,803	5,62	3,263	35	2,5	1,5	36,27754	31,06863	35	31,06863							
				332,645		216,153														

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.18 $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn - ZC

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	14,321	33,612	8,01	12,325	35	2,5	1,5	39,65148	33,86001	35	33,86001			
	2	20	450	114,151	110,225	77,897	18,029	157,5	0,555555556	1	251,6482	211,3223	157,5	157,5			
	3	20	150	29,728	40,018	16,261	14,032	52,5	1,666666667	1,5	56,79384	49,45665	52,5	49,45665			
	1'	10	200	19,984	1,603	11,531	5,683	35	1,25	1,25	36,63559	38,20563	35	35			
	2'	10	50	3,232	16,705	1,813	5,537	8,75	5	1,5	11,82265	9,161605	8,75	8,75			
	3'	10	50	3,657	17,48	3,265	5,719	8,75	5	1,5	11,98541	9,211135	8,75	8,75			
	4	20	300	76,636	4,43	45,96	4,6	105	0,833333333	1	137,1971	137,2807	105	105			
	5	20	400	116,853	33,083	76,449	14,735	140	0,625	1	195,8442	187,2226	140	140			
	6	20	100	12,019	33,603	6,26	9,477	35	2,5	1,5	39,64921	33,00818	35	33,00818			
	7	20	100	15,128	36,335	7,551	2,422	35	2,5	1,5	40,33237	30,79675	35	30,79675			
	8	20	50	5,35	11,214	5,371	0,639	17,5	5	1,5	18,36137	15,21151	17,5	15,21151			
Y doğrultusunda	9	20	50	5,547	14,072	5,499	1,403	17,5	5	1,5	19,12381	15,4606	17,5	15,4606			
	10	20	150	29,016	44,166	15,401	4,957	52,5	1,666666667	1,5	57,87901	46,62306	52,5	46,62306			
	11	20	150	27,498	43,31	14,036	13,084	52,5	1,666666667	1,5	57,65674	49,16828	52,5	49,16828			
				473,120		295,304											
	a	20	100	12,331	33,194	7,219	11,017	35	2,5	1,5	39,54592	33,47148	35	33,47148			
	b	20	100	29,382	48,646	15,012	6,166	35	2,5	1,5	43,27725	31,98937	35	31,98937			
	c	20	200	14,354	17,169	8,592	2,835	70	1,25	1,25	78,56802	73,12521	70	70			
	d	20	100	11,373	35,509	5,72	10,586	35	2,5	1,5	40,12705	33,34247	35	33,34247			
	a'	10	100	7,171	5,596	5,09	0,817	17,5	2,5	1,5	16,76186	15,26991	16,76186	15,26991			
	e	20	300	42,146	11,233	25,615	9,373	105	0,833333333	1	140,5043	139,6079	105	105			
	f	20	100	20,959	39,807	15,739	6,93	35	2,5	1,5	41,18422	32,22732	35	32,22732			
g	20	200	82,375	15,764	55,459	7,736	70	1,25	1,25	78,05131	75,03062	70	70	x			
h	20	300	40,02	0,467	27,669	13,167	105	0,833333333	1	135,2333	141,4304	105	105				
i	20	100	22,51	41,536	17,94	9,839	35	2,5	1,5	41,60192	33,11767	35	33,11767				
j	20	200	87,103	22,351	60,045	14,891	70	1,25	1,25	80,44512	77,72851	70	70	x			
k	20	100	16,68	36,831	9,643	10,346	35	2,5	1,5	40,45516	33,27041	35	33,27041				
l	20	100	39,359	51,941	18,711	5,969	35	2,5	1,5	44,03203	31,92773	35	31,92773	x			
m	20	200	15,693	3,263	11,079	4,577	70	1,25	1,25	73,29358	73,8081	70	70				
n	20	100	15,109	34,695	7,27	7,939	35	2,5	1,5	39,92368	32,5389	35	32,5389				
				456,565		290,803									208,837		

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,74%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.19 $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn - ZD

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	12,572	28,003	7,098	10,02	35	2,5	1,5	38,21073	33,17228	35	33,17228			
	2	20	450	99,695	90,022	68,149	12,121	157,5	0,555555556	1	243,3839	208,4724	157,5	157,5			
	3	20	150	26,147	32,733	14,425	11,019	52,5	1,666666667	1,5	54,83603	48,53421	52,5	48,53421			
	1'	10	200	17,493	0,281	10,285	5,731	35	1,25	1,25	36,11223	38,22372	35	35			
	2'	10	50	2,867	14,147	1,61	4,601	8,75	5	1,5	11,26876	8,902528	8,75	8,75			
	3'	10	50	3,265	14,729	0,875	4,651	8,75	5	1,5	11,39715	8,916558	8,75	8,75			
	4	20	300	67,078	0,851	40,474	6,672	105	0,833333333	1	135,4248	138,2958	105	105			
	5	20	400	102,386	36,277	67,357	16,451	140	0,625	1	197,3065	188,0457	140	140			
	6	20	100	10,504	27,992	5,575	7,5	35	2,5	1,5	38,20785	32,4037	35	32,4037			
	7	20	100	13,251	30,136	6,681	1,321	35	2,5	1,5	38,76493	30,43715	35	30,43715			
	8	20	50	4,71	8,845	4,738	0,91	17,5	5	1,5	17,70452	15,30033	17,5	15,30033			
	9	20	50	4,879	11,34	4,856	1,582	17,5	5	1,5	18,39565	15,51838	17,5	15,51838			
10	20	150	25,487	36,213	13,616	3,12	52,5	1,666666667	1,5	55,77984	46,02825	52,5	46,02825				
11	20	150	24,135	35,702	12,468	10,229	52,5	1,666666667	1,5	55,64225	48,28944	52,5	48,28944				
				414,469		258,207											
Y doğrultusunda	a	20	100	10,862	27,625	6,441	8,861	35	2,5	1,5	38,11168	32,82103	35	32,82103			
	b	20	100	25,732	39,793	13,135	3,826	35	2,5	1,5	41,18082	31,24932	35	31,24932			
	c	20	200	12,659	13,715	7,519	1,751	70	1,25	1,25	77,29155	72,69703	70	70			
	d	20	100	10,034	29,654	5,177	8,487	35	2,5	1,5	38,64039	32,70688	35	32,70688			
	a'	10	100	6,278	3,934	4,55	0,321	17,5	2,5	1,5	16,25854	15,10662	16,25854	15,10662			
	e	20	300	36,973	13,232	22,737	9,813	105	0,833333333	1	141,4614	139,8204	105	105			
	f	20	100	18,304	32,799	13,788	5,218	35	2,5	1,5	39,44591	31,69164	35	31,69164			
	g	20	200	72,116	18,278	48,882	9,16	70	1,25	1,25	78,97349	75,57523	70	70	x		
	h	20	300	35,079	2,833	24,648	13,108	105	0,833333333	1	136,4091	141,4022	105	105			
	i	20	100	19,666	34,023	15,749	7,637	35	2,5	1,5	39,755	32,44596	35	32,44596			
	j	20	200	76,479	24,531	53,414	15,568	70	1,25	1,25	81,22183	77,97895	70	70	x		
	k	20	100	14,685	30,767	8,593	8,255	35	2,5	1,5	38,92737	32,63587	35	32,63587			
	l	20	100	34,533	42,177	16,527	3,254	35	2,5	1,5	41,75572	31,06574	35	31,06574			
	m	20	200	13,782	1,47	9,675	3,289	70	1,25	1,25	72,58562	73,3038	70	70			
n	20	100	13,32	28,828	6,554	6,079	35	2,5	1,5	38,42603	31,96217	35	31,96217				
				400,502		257,389									148,595		

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 37,10%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.20 $S_S = 0,544$ $S_1 = 0,153$ $PGA = 0,228$ g $PGV = 13,873$ cm/sn - ZE

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N_{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	V(kN)	N_{Ed} (kN)	$V_{Rd}^{(1)}$ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	$V_{Rd}^{(2)}$ (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rd} (kN)		Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	1	20	100	13,035	29,913	7,353	10,872	35	2,5	1,5	38,70736	33,42813	35	33,42813			
	2	20	450	103,421	97,396	70,682	14,924	157,5	0,555555556	1	246,4324	209,8294	157,5	157,5			
	3	20	150	27,104	35,38	14,939	12,228	52,5	1,666666667	1,5	55,55538	48,90644	52,5	48,90644			
	1'	10	200	18,139	0,802	10,639	5,443	35	1,25	1,25	36,31938	38,11507	35	35			
	2'	10	50	2,97	14,955	1,666	4,923	8,75	5	1,5	11,44662	8,992497	8,75	8,75			
	3'	10	50	3,379	15,621	3,126	5,046	8,75	5	1,5	11,59116	9,026627	8,75	8,75			
	4	20	300	69,567	2,187	41,946	5,192	105	0,833333333	1	136,0891	137,5715	105	105			
	5	20	400	106,172	32,812	69,8	14,728	140	0,625	1	195,7196	187,2192	140	140			
	6	20	100	10,896	29,904	5,773	8,282	35	2,5	1,5	38,70504	32,64414	35	32,64414			
	7	20	100	13,743	32,285	6,923	1,886	35	2,5	1,5	39,31539	30,62221	35	30,62221			
	8	20	50	4,882	9,788	4,911	0,715	17,5	5	1,5	17,96886	15,23647	17,5	15,23647			
	9	20	50	5,058	12,375	5,032	1,409	17,5	5	1,5	18,67485	15,46254	17,5	15,46254			
	10	20	150	26,425	39,081	14,108	4,021	52,5	1,666666667	1,5	56,54582	46,32095	52,5	46,32095			
	11	20	150	25,025	38,397	12,911	11,385	52,5	1,666666667	1,5	56,36408	48,6472	52,5	48,6472			
				429,816		269,809											
Y doğrultusunda	a	20	100	11,258	29,53	6,667	9,682	35	2,5	1,5	38,60829	33,07023	35	33,07023			
	b	20	100	26,686	43,009	13,623	4,981	35	2,5	1,5	41,9545	31,61677	35	31,61677			
	c	20	200	13,119	15,052	7,797	2,287	70	1,25	1,25	77,78814	72,90906	70	70			
	d	20	100	10,398	31,629	5,35	9,293	35	2,5	1,5	39,14818	32,95239	35	32,95239			
	a'	10	100	6,511	-4,699	4,705	0,588	17,5	2,5	1,5	13,34204	15,19474	13,34204	15,19474			
	e	20	300	38,335	11,494	23,541	9,117	105	0,833333333	1	140,6296	139,484	105	105			
	f	20	100	18,989	35,286	14,298	5,953	35	2,5	1,5	40,07144	31,92272	35	31,92272			
	g	20	200	74,79	16,018	50,654	7,934	70	1,25	1,25	78,14497	75,10658	70	70		x	
	h	20	300	36,373	0,83	19,61	12,545	105	0,833333333	1	135,4144	141,1332	105	105			
	i	20	100	20,399	36,74	16,327	8,54	35	2,5	1,5	40,43266	32,72308	35	32,72308			
	j	20	200	79,286	22,177	55,291	14,475	70	1,25	1,25	80,3828	77,57422	70	70		x	
	k	20	100	15,221	32,81	8,896	9,067	35	2,5	1,5	39,4487	32,88373	35	32,88373			
	l	20	100	35,805	45,802	17,122	4,647	35	2,5	1,5	42,61502	31,51095	35	31,51095		x	
	m	20	200	14,289	2,421	10,036	3,87	70	1,25	1,25	72,96197	73,53171	70	70			
	n	20	100	13,804	30,847	6,778	6,858	35	2,5	1,5	38,94791	32,20497	35	32,20497			
				415,263		260,695										189,881	

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat - 45,73%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.21 $S_S = 0,342$ $S_1 = 0,131$ $PGA = 0,148$ g $PGV = 10,893$ cm/sn - ZC

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri					
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat	1. kat	zemin kat	1. kat		
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat	
X doğrultusunda	1	20	100	7,992	12,202	4,677	3,347	35	2,5	1,5	33,82366	31,09566	33,82366	31,09566			
	2	20	450	62,131	31,809	42,765	6,605	157,5	0,555555556	1	217,8246	205,776	157,5	157,5			
	3	20	150	16,749	11,775	9,547	2,05	52,5	1,666666667	1,5	48,7673	45,67822	48,7673	45,67822			
	1'	10	200	11,008	6,749	6,96	6,585	35	1,25	1,25	38,60533	38,5441	35	35			
	2'	10	50	1,898	7,107	1,071	1,953	8,75	5	1,5	9,580449	8,124962	8,75	8,124962			
	3'	10	50	2,212	7,1	2,361	1,564	8,75	5	1,5	9,578622	8,004374	8,75	8,004374			
	4	20	300	42,176	18,993	26,065	14,548	105	0,833333333	1	144,1841	142,0879	105	105			
	5	20	400	64,644	51,54	43,466	24,289	140	0,625	1	204,1499	191,7603	140	140			
	6	20	100	6,563	12,185	3,743	1,648	35	2,5	1,5	33,81863	30,54439	33,81863	30,54439			
	7	20	100	8,354	12,578	4,376	2,282	35	2,5	1,5	33,93464	30,75126	33,93464	30,75126			
	8	20	50	3,026	1,812	3,071	1,944	17,5	5	1,5	15,59231	15,63458	15,59231	15,63458			
9	20	50	3,128	3,369	3,158	2,384	17,5	5	1,5	16,08384	15,77466	16,08384	15,77466				
10	20	150	16,243	13,389	8,893	2,778	52,5	1,666666667	1,5	49,26124	45,91666	49,26124	45,91666				
11	20	150	15,338	13,995	8,291	1,705	52,5	1,666666667	1,5	49,44542	45,56479	49,44542	45,56479				
				261,462		168,444											
Y doğrultusunda	a	20	100	6,999	11,916	4,352	2,557	35	2,5	1,5	33,739	30,84056	33,739	30,84056			
	b	20	100	16,214	14,325	8,246	3,709	35	2,5	1,5	34,44561	31,21186	34,44561	31,21186			
	c	20	200	8,196	3,564	4,728	1,741	70	1,25	1,25	73,41176	72,69306	70	70			
	d	20	100	6,503	13,213	3,675	2,335	35	2,5	1,5	34,12125	30,76849	34,12125	30,76849			
	a'	10	100	3,948	1,269	3,102	1,336	17,5	2,5	1,5	15,4172	15,43891	15,4172	15,43891			
	e	20	300	23,456	21,646	15,093	12,492	105	0,833333333	1	145,4208	141,1078	105	105			
	f	20	100	11,404	12,795	8,701	0,00033	35	2,5	1,5	33,99853	30,00011	33,99853	30,00011			
	g	20	200	45,38	29,058	31,588	15,12	70	1,25	1,25	82,81148	77,81332	70	70			
	h	20	300	22,183	14,444	16,58	14,479	105	0,833333333	1	142,0385	142,0551	105	105			
	i	20	100	12,274	12,444	10,023	1,034	35	2,5	1,5	33,89513	30,34271	33,89513	30,34271			
	j	20	200	48,688	34,92	35,744	19,75	70	1,25	1,25	84,82566	79,50849	70	70			
	k	20	100	9,445	13,744	5,779	2,101	35	2,5	1,5	34,27652	30,69234	34,27652	30,69234			
	l	20	100	21,917	13,884	10,766	5,63	35	2,5	1,5	34,31734	31,82138	34,31734	31,82138			
	m	20	200	8,778	4,481	6,027	0,716	70	1,25	1,25	73,77063	72,28583	70	70			
n	20	100	8,608	12,246	4,592	0,454	35	2,5	1,5	33,83667	30,15095	33,83667	30,15095				
				253,993		168,996											

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.22 $S_S = 0,342$ $S_1 = 0,131$ $PGA = 0,148$ g $PGV = 10,893$ cm/sn - ZD

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri							
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat		zemin kat		1. kat	
	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)	V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat			
X doğrultusunda	1	20	100	8,174	13,006	4,778	3,713	35	2,5	1,5	34,06053	31,21314	34,06053	31,21314					
	2	20	450	63,583	34,957	43,755	5,351	157,5	0,555555556	1	219,283	205,1581	157,5	157,5					
	3	20	150	17,127	12,904	9,753	2,576	52,5	1,666666667	1,5	49,11334	45,85063	49,11334	45,85063					
	1'	10	200	11,26	6,252	7,102	6,438	35	1,25	1,25	38,4195	38,48915	35	35					
	2'	10	50	1,939	7,441	1,093	2,089	8,75	5	1,5	9,667213	8,166701	8,75	8,166701					
	3'	10	50	2,258	7,47	2,4	1,733	8,75	5	1,5	9,674709	8,056985	8,75	8,056985					
	4	20	300	43,149	17,597	26,646	13,852	105	0,833333333	1	143,5291	141,7569	105	105					
	5	20	400	66,127	49,856	44,432	23,456	140	0,625	1	203,4062	191,369	140	140					
	6	20	100	6,716	12,989	3,822	1,987	35	2,5	1,5	34,05554	30,65518	34,05554	30,65518					
	7	20	100	8,546	13,485	4,473	2,026	35	2,5	1,5	34,20088	30,6679	34,20088	30,6679					
	8	20	50	3,094	2,221	3,139	1,852	17,5	5	1,5	15,72291	15,60513	15,72291	15,60513					
9	20	50	3,198	3,814	3,228	2,3	17,5	5	1,5	16,22159	15,74802	16,22159	15,74802						
10	20	150	16,612	14,61	9,088	2,373	52,5	1,666666667	1,5	49,63164	45,78417	49,63164	45,78417						
11	20	150	15,688	15,138	8,468	2,208	52,5	1,666666667	1,5	49,79096	45,73008	49,79096	45,73008						
				267,471		172,177													
Y doğrultusunda	a	20	100	7,156	12,717	4,443	2,91	35	2,5	1,5	33,97558	30,95481	33,97558	30,95481					
	b	20	100	16,587	15,696	8,437	3,19	35	2,5	1,5	34,84135	31,04513	34,84135	31,04513					
	c	20	200	8,378	4,142	4,836	1,5	70	1,25	1,25	73,63816	72,59752	70	70					
	d	20	100	6,647	14,042	3,747	2,682	35	2,5	1,5	34,36335	30,88106	34,36335	30,88106					
	a'	10	100	4,039	0,928	3,165	1,215	17,5	2,5	1,5	15,30621	15,39968	15,30621	15,39968					
	e	20	300	23,99	20,815	15,415	12,148	105	0,833333333	1	145,0346	140,9432	105	105					
	f	20	100	11,671	13,85	8,901	0,323	35	2,5	1,5	34,30743	30,10747	34,30743	30,10747					
	g	20	200	46,426	27,974	32,289	14,535	70	1,25	1,25	82,43362	77,59649	70	70					
	h	20	300	22,69	13,518	16,926	14,187	105	0,833333333	1	141,5978	141,9163	105	105					
	i	20	100	12,56	13,601	10,249	1,428	35	2,5	1,5	34,23478	30,47228	34,23478	30,47228					
	j	20	200	49,791	33,776	36,496	19,208	70	1,25	1,25	84,43635	79,31192	70	70					
	k	20	100	9,656	14,601	5,901	2,451	35	2,5	1,5	34,52564	30,80617	34,52564	30,80617					
	l	20	100	22,416	15,437	11,002	4,999	35	2,5	1,5	34,76694	31,62246	34,76694	31,62246					
	m	20	200	8,978	4,048	6,168	0,458	70	1,25	1,25	73,60139	72,18297	70	70					
n	20	100	8,8	13,097	4,684	0,796	35	2,5	1,5	34,08724	30,26417	34,08724	30,26417						
				259,785		172,659													

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Tablo EK.23 $S_S = 0,342$ $S_1 = 0,131$ $PGA = 0,148$ g $PGV = 10,893$ cm/sn - ZE

				Programdan okunan duvarların aldığı kesme kuvvetleri(V) ve yığma duvara düşey doğrultuda etkiyen tasarım kuvvetleri(N _{Ed})								Hesaplanan duvar kesme kuvveti kapasiteleri								
				ZEMİN KAT		1. KAT						zemin kat		1. kat						
				V(kN)	N _{Ed} (kN)	V(kN)	N _{Ed} (kN)					V _{Rd} ⁽¹⁾ (kN)	b hesaplanan	b düzeltilmiş	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} ⁽²⁾ (kN)	V _{Rd} (kN)	V _{Rd} (kN)	Zemin kat	1. kat
X doğrultusunda	Duvar Grubu	Kalınlık t(cm)	Uzunluk L(cm)																	
	1	20	100	10,496	21,18	6,011	7,189	35	2,5	1,5	36,38131	32,30758	35	32,30758						
	2	20	450	82,586	65,251	56,605	4,622	157,5	0,555555556	1	232,851	204,798	157,5	157,5						
	3	20	150	21,894	23,806	12,236	7,282	52,5	1,666666667	1,5	52,33718	47,36518	52,33718	47,36518						
	1'	10	200	14,543	2,747	8,797	5,898	35	1,25	1,25	37,08252	38,28658	35	35						
	2'	10	50	2,433	11,06	1,367	3,46	8,75	5	1,5	10,56172	8,57613	8,75	8,57613						
	3'	10	50	2,796	11,401	2,754	3,341	8,75	5	1,5	10,64213	8,54137	8,75	8,54137						
	4	20	300	55,757	7,766	33,958	9,499	105	0,833333333	1	138,8287	139,6688	105	105						
	5	20	400	85,242	41,105	56,557	18,991	140	0,625	1	199,4966	189,2574	140	140						
	6	20	100	8,71	21,167	4,758	5,053	35	2,5	1,5	36,37774	31,63953	35	31,63953						
	7	20	100	11,027	22,582	5,646	0,094	35	2,5	1,5	36,76466	30,03132	35	30,03132						
8	20	50	3,948	5,909	3,986	1,28	17,5	5	1,5	16,85497	15,42077	16,85497	15,42077							
9	20	50	4,087	7,976	4,091	1,845	17,5	5	1,5	17,45738	15,60288	17,45738	15,60288							
10	20	150	21,3	26,475	11,49	0,777	52,5	1,666666667	1,5	53,09661	45,25826	52,5	45,25826							
11	20	150	20,147	26,406	10,597	6,684	52,5	1,666666667	1,5	53,07711	47,17542	52,5	47,17542							
				344,966		218,853														
Y doğrultusunda	a	20	100	9,117	20,847	5,51	6,203	35	2,5	1,5	36,28967	32,00094	35	32,00094						
	b	20	100	21,408	28,944	10,912	0,837	35	2,5	1,5	38,45621	30,27771	35	30,27771						
	c	20	200	10,645	9,451	6,249	0,367	70	1,25	1,25	75,68605	72,14665	70	70						
	d	20	100	8,44	22,54	4,52	5,898	35	2,5	1,5	36,75323	31,90549	35	31,90549						
	a'	10	100	5,219	1,835	3,904	0,322	17,5	2,5	1,5	15,59968	15,10695	15,59968	15,10695						
	e	20	300	30,839	16,082	19,305	10,565	105	0,833333333	1	142,8148	140,183	105	105						
	f	20	100	15,162	24,235	11,477	3,077	35	2,5	1,5	37,21156	31,00871	35	31,00871						
	g	20	200	59,963	21,892	41,067	11,185	70	1,25	1,25	80,28063	76,34302	70	70						
	h	20	300	29,222	7,195	21,04	13,267	105	0,833333333	1	138,5508	141,4781	105	105						
	i	20	100	16,299	24,823	13,152	4,899	35	2,5	1,5	37,36924	31,59082	35	31,59082						
	j	20	200	63,877	27,822	45,501	16,734	70	1,25	1,25	82,3805	78,40841	70	70						
	k	20	100	12,316	23,4	7,337	5,671	35	2,5	1,5	36,98648	31,83426	35	31,83426						
	l	20	100	28,81	30,182	13,929	0,235	35	2,5	1,5	38,7768	30,07823	35	30,07823						
	m	20	200	11,515	0,847	8,013	1,665	70	1,25	1,25	72,33801	72,66295	70	70						
n	20	100	11,192	21,683	5,692	3,758	35	2,5	1,5	36,51931	31,22755	35	31,22755							
				334,024		217,608														

X doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%

Y doğrultusunda kesme kuvveti kapasitesinin aşıldığı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı:

Zemin kat – 0,00%

1. Kat - 0,00%