

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YIĞMA BİNALARIN ANALİTİK ÇÖZÜMLEMESİ
İÇİN BİR HESAP ALGORİTMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cevdet ŞENTÜRK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

Mayıs 2016

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YIĞMA BİNALARIN ANALİTİK ÇÖZÜMLEMESİ
İÇİN BİR HESAP ALGORİTMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Cevdet ŞENTÜRK
(Y1413.090007)**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Yrd.Doç. Dr. Cem AYDEMİR

Mayıs 2016



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.090007 numaralı öğrencisi Cevdet ŞENTÜRK 'ün "YIĞMA BİNALARIN ANALİTİK ÇÖZÜMLEMESİ İÇİN BİR HESAP ALGORİTMASI" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 27.04.2016 tarih ve 2016/12 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *aydın.edu.tr* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *aydın.edu.tr* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

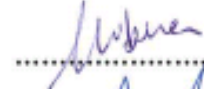
İmzası

Tez Savunma Tarihi :30/05/2016

1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Cem AYDEMİR



2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Müberra ESER AYDEMİR



3) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Güray ARSLAN



Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans bitirme tezi olarak sunduğum “**Yığma Binaların Analitik Çözümlemesi İçin Bir Hesap Algoritması**” adlı bitirme tez çalışmasının, tezin proje aşamasından neticesine kadar bütün aşamalarda bilimsel ahlak ve kuralara karşı veya uygun olmayan bir yardım kalkınmadan yazıldığım ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya 'da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (30/06/2016)

Cevdet ŞENTÜRK



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca her türlü desteğini esirgemeyen, verdiği akademik bilgilerle üzerinde çalıştığım tezin bu aşamaya gelmesinde büyük emeği olan danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Cem AYDEMİR'e,
Çalışma esnasında her türlü desteği benden esirgemeyen bilgi ve deneyimiyle bana yardımcı olan sayın Doç. Dr. Müberra Eser AYDEMİR'e,
Çizim, detay, hesaplamalarda yardımcı olan İndis Mühendislik'ten Sinan Başbuğa'a,
Bu süreçte sabır ve anlayışlarından dolayı sevgili eşim Gonca Şentürk'e ve çocuklarıma Mehmet Emin ve Oğuzhan'a çok teşekkür ederim.

Mart, 2016

Cevdet ŞENTÜRK



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Araştırması.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	5
2. YIĞMA BİNALARIN TASARIM VE HESAP ESASLARI	7
2.1 Yığma Binaların Tasarım Kurallarına Genel Bir Bakış.....	8
2.1.1 Kat sayıları.....	8
2.1.2 Taşıyıcı duvarlar.....	9
2.1.2.1 Malzeme.....	9
2.1.2.2 Kalınlık.....	10
2.1.2.3 Toplam uzunluk alt sınırı.....	10
2.1.2.4 Desteklenmemiş boy tanımı ve üst sınırları.....	11
2.1.2.5 Boşluk sınırları.....	12
2.1.3 Lentolar ve hatıllar.....	13
2.1.3.1 Lentolar.....	13
2.1.3.2 Yatay hatıllar.....	13
3. HESAP ESASLARI	39
3.1 Gerilme Kontrolü Yöntemi İle Hesap.....	39
3.1.1 Düşey gerilme hesabı.....	39
3.1.2 Kayma gerilmelerinin hesabı.....	40
3.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Hesap.....	45
3.2.1 Sonlu elemanlar yönteminin avantajları.....	48
3.2.2 Sonlu elemanlar yönteminin dezavantajları.....	48
3.2.3 Doğrusal sistemlerde sonlu elemanlar yöntemi.....	49
3.2.4 Doğrusal olmayan sistemlerde sonlu elemanlar yöntemi.....	50
3.2.5 Geometrik modellemeler.....	50
3.2.6 Yapı elemanlarının sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmesi.....	52
3.2.7 Yığma yapıların dinamik davranışı.....	52
3.3 Döşemeler.....	54
3.3.1 Yığma yapıların döşeme tipleri ve yük aktarımları.....	54
3.3.1.1 Plak döşemeler.....	54
3.3.1.2 Dişli döşemeler.....	56

3.3.1.3 Ahşap döşemeler	58
3.3.1.4 Volta döşemeler.....	59
3.3.2 Döşemelere gelen yükler	60
3.3.2.1 Döşemelere gelen ölü yükler.....	60
3.3.2.2 Döşemelere gelen hareketli yükler	61
4. YIĞMA DUVAR GERİLMELERİNİN ELEKTRONİK HESAP TABLOSU YÖNTEMİYLE SAPTANMASI.....	63
4.1 Yapı Bilgi Girişi	63
4.2 Analiz Bölümü.....	65
4.3 Taşıyıcı Duvar Normal Gerilmeleri Hesap Tablosu.....	66
4.4 Taşıyıcı Duvar Kayma Gerilmeleri Hesap Tablosu	68
4.4.1 Yığma binanın kayma rijitlik merkezi hesap tablosu.....	68
4.4.2 Taşıyıcı duvar kayma gerilmeleri hesap tablosu	69
5. KARŞILAŞTIRMALAR	47
5.1 Örnek I. Fatih İlçesin de Bir Proje.....	47
5.1.1 Elektronik hesap tablosu yöntemiyle saptanması.....	49
5.1.2 Staticad programıyla analiz	52
5.1.3 Sonlu elemanlar metodu ile çözüm	55
5.1.4 Örnek I. ; Sonuçların karşılaştırılması.....	59
5.1.5 Örnek I. ; Taşıyıcı duvarların ayrı ayrı karşılaştırılması	59
5.1.6 Örnek I. ; Toplam gerilmelerin karşılaştırılması.....	64
5.1.7 Değişken taşıyıcı duvar boşlukları	66
5.2 Örnek II. ; Bostancı Tren İstasyonuna Ait Lojman	68
5.2.1 Elektronik hesap tablosu yöntemiyle saptanması.....	71
5.2.2 Staticad ile çözümü	75
5.2.3 Sonlu elemanlar metodu ile çözümü	79
5.2.4 Örnek II. ; Sonuçların karşılaştırılması	86
5.2.5 Örnek II. ; Taşıyıcı duvarların ayı ayrı karşılaştırılması	86
5.2.6 Örnek II. ; Toplam gerilmelerin karşılaştırılması.....	93
6. SONUÇ.....	97
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	103
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Yığma Bina Tasarımında Kat Sayısı Sınırlaması.	9
Çizelge 2.2 : Yığma Binalarda Taşıyıcı Duvarların Kalınlığı Alt Sınırları.	10
Çizelge 3.1 : Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0).....	43
Çizelge 3.2 : Bina Önem Katsayısı (I).....	43
Çizelge 3.3 : Düzgün Yayılı Düşey Hareketli Yük Hesap Değerleri [29]	61
Çizelge 4.1 : Düşey Gerilmelerin Hesap Bağlılıkları.	67
Çizelge 4.2 : Kayma Rijitlik Merkezinin Hesap Bağlılıkları.	69
Çizelge 4.3 : Kayma Gerilmelerinin Hesap Bağlılıkları.....	70
Çizelge 5.1 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	50
Çizelge 5.2 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	50
Çizelge 5.3 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	51
Çizelge 5.4 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri.....	51
Çizelge 5.5 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	53
Çizelge 5.6 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	53
Çizelge 5.7 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	54
Çizelge 5.8 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri.....	54
Çizelge 5.9 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	56
Çizelge 5.10 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	57
Çizelge 5.11 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	58
Çizelge 5.12 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	60
Çizelge 5.13 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması	61
Çizelge 5.14 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	62
Çizelge 5.15 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	63
Çizelge 5.16 : 1. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	64
Çizelge 5.17 : Zemin Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması	64
Çizelge 5.18 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	65
Çizelge 5.19 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	65
Çizelge 5.20 : Değişken Kesit (WB01) Basınç Gerilmeleri.....	66
Çizelge 5.21 : Değişken Kesit (WB01) Kayma Gerilmeleri	67
Çizelge 5.22 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	72
Çizelge 5.23 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	72
Çizelge 5.24 : 2. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	73
Çizelge 5.25 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri.....	73
Çizelge 5.26 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	74
Çizelge 5.27 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	74
Çizelge 5.28 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	76
Çizelge 5.29 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	76
Çizelge 5.30 : 2. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri	77
Çizelge 5.31 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri.....	77
Çizelge 5.32 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri	78

Çizelge 5.33 : 2. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri.....	78
Çizelge 5.34 : Katların Duvar Düşey Gerilmeleri.....	81
Çizelge 5.35 : Kat Duvarının Kayma Gerilmeleri	83
Çizelge 5.36 : Kat Duvarının Kayma Gerilmeleri	85
Çizelge 5.37 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması	87
Çizelge 5.38 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması	88
Çizelge 5.39 : 2. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması	89
Çizelge 5.40 : Zemin Kat Yatay Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	90
Çizelge 5.41 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	91
Çizelge 5.42 : 2. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	92
Çizelge 5.43 : Zemin Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	93
Çizelge 5.44 : 1. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması	94
Çizelge 5.45 : 2. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması	94
Çizelge 5.46 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	95
Çizelge 5.47 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	95
Çizelge 5.48 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	96
Çizelge 6.1 : Örnek I. Ortalama Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması	98
Çizelge 6.2 : Örnek I. Ortalama Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması.....	98
Çizelge 6.3 : Örnek II. Ortalama Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması	98
Çizelge 6.4 : Örnek I I. Ortalama Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması	98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yığma Yapı Elemanları.....	8
Şekil 2.2 : Yığma Bina Tasarımında Kat Sayısı Sınırlaması.....	9
Şekil 2.3 : Yığma Bina Tasarımında Taşıyıcı Duvar Uzunluğu Alt Sınırının Tanımı.	11
Şekil 2.4 : Taşıyıcı Duvarlarda Desteklenmemiş Boy Sınırları.....	12
Şekil 2.5 : Taşıyıcı Duvarlarda Boşlukların Sınırlandırılması.	12
Şekil 2.6 : Yatay Hatıllar.	14
Şekil 3.1 : Kütle ve rijitlik merkezi	42
Şekil 3.2 : Kat burulma momentleri	44
Şekil 3.3 : Sonlu Elemanlar Temel İfade.....	46
Şekil 3.4 : Sonlu Eleman Ağ Hassasiyeti	47
Şekil 3.5 : Farklı Boyut Parçaları İle Oluşan Hassasiyeti.....	47
Şekil 3.6 : Farklı Geometrik Modeller.....	51
Şekil 3.7 : Eşit Kenarlı Döşemelerin Yük Aktarımları.....	54
Şekil 3.8 : Farklı Kenarlı Döşemenin Yük Aktarımları.....	55
Şekil 3.9 : Bir Doğrultuda Çalışan Plak Döşemelerin Yük Aktarımı.....	55
Şekil 3.10 : Uzun Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarımı	56
Şekil 3.11 : Kısa Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarımı.....	57
Şekil 3.12 : Farklı Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarım.....	57
Şekil 3.13 : Ahşap Döşemelerin Yük Aktarımı	58
Şekil 3.14 : Volta Döşemelerin Yük Aktarımı	59
Şekil 3.15 : Betonarme Döşemeler İçin Öz Yükler	60
Şekil 3.16 : Volta Döşemeler İçin Öz Yükler.....	60
Şekil 4.1 : Yapı bilgi girişi tablosunun genel görünümü.	63
Şekil 4.2 : Yatay ve düşey plan doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar	64
Şekil 4.3 : Birinci katta duvar döşeme özelliklerinin tanımlanması.	65
Şekil 4.4 : Analiz bölümü.	65
Şekil 4.5 : Düşey gerilmelerin hesabı.	66
Şekil 4.6 : Düşey gerilmeler ve duvar malzemesi için hesaplanan güvenlik oranları.	66
Şekil 4.7 : Rijitlik merkezi hesabı.	68
Şekil 4.8 : Duvarlara gelen kesme kuvvetleri ve kayma gerilmenin hesabı.	70
Şekil 5.1 : Zemin Kat Planı	48
Şekil 5.2 : 1. Kat Planı.....	48
Şekil 5.3 : Üç Boyut Data Görünüşü	52
Şekil 5.4 : SAP2000 Üç Boyut Görünüşü	55
Şekil 5.5 : Düşey yük deformasyon görünüşü.....	56
Şekil 5.6 : Yatay Yönde Deprem Kuvveti.....	57
Şekil 5.7 : Düşey Yönde Deprem Kuvveti	58
Şekil 5.8 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri.....	60
Şekil 5.9 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	61
Şekil 5.10 : 1.Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	62

Şekil 5.11 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	63
Şekil 5.12 : 1. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri.....	64
Şekil 5.13 : Zemin Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	64
Şekil 5.14 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	65
Şekil 5.15 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri ...	65
Şekil 5.16 : Lojman Zemin Kat Planı	69
Şekil 5.17 : Lojman 1. Kat Planı.....	69
Şekil 5.18 : Lojman 1. Kat Planı.....	70
Şekil 5.19 : Elektronik Tablo Plan Görünüşü	71
Şekil 5.20 : Staticad Üç Boyut Data Görünüşü.....	75
Şekil 5.21 : SAP2000 Üç Boyut Görünüşü.....	79
Şekil 5.22 : Düşey yük deformasyonu görünüşü	80
Şekil 5.23 : Yatay Yönde Deprem Kuvveti	82
Şekil 5.24 : Düşey Yönde Deprem Kuvveti.....	84
Şekil 5.25 : Zaman Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	87
Şekil 5.26 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	88
Şekil 5.27 : 2. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	89
Şekil 5.28 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	90
Şekil 5.29 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri.....	91
Şekil 5.30 : 2. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri.....	92
Şekil 5.31 : Zemin Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri	93
Şekil 5.32 : 1. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri.....	94
Şekil 5.33 : 2. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikler	94
Şekil 5.34 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri ...	95
Şekil 5.35 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikler.....	95
Şekil 5.36 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri ...	96
Şekil A.1 : Örnek I. Zemin Kat Planı.....	104
Şekil A.2 : Örnek I. 1. Kat Planı	105
Şekil A.3 : Örnek I. Ön Görünüş	106
Şekil A.4 : Örnek I. Arka Görünüş	106
Şekil A.5 : Örnek I. Sağ Yan Görünüş.....	107
Şekil A.6 : Örnek I. Sol Yan Gö	107
Şekil A.7 : Örnek II. Zemin Kat Plan	108
Şekil A.8 : Örnek II. Zemin Kat Plan	108
Şekil A.9 : Örnek II. Zemin Kat Plan	109
Şekil A.10 : Örnek II. Ön Ve Arka Görünüşleri	110
Şekil A.11 : Örnek II. Sağ Ve Sol Görünüşleri.....	111

KISALTMALAR

TS	: Türk Standartı
DBYBHY	: Deprem Bölgesinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
CAD	: Computer Aided Desing
SE	: Sonlu Eleman





SEMBOLLER

σ	: Duvar düşey gerilmesi
μ	: Sürtünme katsayısı
ΔF_N	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek esdeğer deprem yükü
τ_o	: Duvarda kullanılan kargir birim cinsine göre duvar çatlama dayanımı
$\bar{x}_{CG}, \bar{y}_{CG}$: Kayma ve rijitlik merkezi arasındaki kordinat farkı
\bar{x}_i, \bar{y}_i	: Duvarların kendi geometrik merkezinin yeni referans eksenine olan uzaklığı
V_{bx}, V_{by}	: Birbirine dik geometrik merkezden uygulanan taban kesme kuvvetleri
V_{xi}, V_{yi}	: Her bir duvar parçasına gelen kesme kuvveti
k_{xi}, k_{yi}	: Duvar alanının, kat yüksekliğine oranı
x_G, y_G	: Geometrik merkez koordinatı
x_c, y_c	: İki doğrultudaki C rijitlik merkezi.
x_i, y_i	: Elemanın geometrik merkezinin döşemenin koordinat sisteminin başlangıcı olan "O" noktasına uzaklığı.
I_x, I_y	: İki doğrultudaki duvarların fiktif atalet momentleri
τ_{em}	: Duvar kayma emniyet gerilmesi
τ_i	: Her bir duvarın kayma gerilmesi
A	: Dolu duvar parçasının yatay en kesit alanı
A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
E_d	: Elastisite modülü
f_d	: Duvar basınç dayanımı
f_{em}	: Duvar basınç emniyet gerilmesi
h	: Dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanı
H_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina önem Katsayısı
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları [s]
V_t	: Esdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam esdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı

w_i : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
J_x, J_y : Her iki doğrultudaki atalet momentleri
J : İki doğrultudaki atalet momentleri toplamı



YIĞMA BİNALARIN ANALİTİK ÇÖZÜMLEMESİ İÇİN BİR HESAP ALGORİTMASI

ÖZET

Günümüzde oldukça az oranda inşa ediliyor olmakla birlikte, ülkemizde geçmişte inşa edilmiş olan çok sayıda yığma yapı bulunmaktadır. Yığma yapılarda kullanılan malzemeler yörelere göre çeşitlilik göstermekte olup, en sık karşılaşılan yığma duvar malzemeleri taş, kerpiç, briket veya pişmiş toprak olarak sıralanabilir. Özellikle kırsal kesimlerdeki yapı stokunun büyük bir kısmı yığma yapı tarzında olup, bu binaların büyük bir çoğunluğu deprem bakımından risk altındadır. Bu yapılar deprem gibi yatay yükler altında betonarme ya da çelik yapılara oranla daha az dayanım ve süneklik göstermektedir.

2000 yılında Türkiye’de Orta-Çankırı ile 2003 yılında, İran’ın Bam şehirlerinde deprem büyüklükleri fazla olmamasına karşın can kaybı ve yıkımı fazla olan depremler meydana gelmiştir. Buradaki binalar yığma ve az katlı olmasına karşın yapım tekniğine ve herhangi bir hesaplamalara uyulmadığı için can ve mal kayıpları fazla olmuştur [1] [2].

Yığma yapıların, depremsellik bakımından incelenmesi ve hasar görebilirlik riskleri hakkında öngörülebilirlik için ise, DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) hükümlerinin sağlanıp sağlanmadığı hakkında da detaylı bilgilere gereksinim duyulmaktadır.

Yığma yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarının ve dayanımlarının bilinmesi özellikle kalıcılıklarının sürdürülebilmesi için gereklidir. Anıtsal nitelikte olsun ya da olmasın yığma duvarlı yapıların deprem davranış ve dayanımları kullanıcılarının can güvenliği ve gerekiyorsa güçlendirilmeleri için bilinmelidir.

Bu çalışmanın üçüncü ve dördüncü bölümlerinde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY, 2007) doğrultusunda, bir yığma yapıda kullanılan farklı malzeme ve farklı döşeme tiplerine göre elektronik tablolar kullanılarak hızlı, kolay ve gerçeğe yakın sonuç veren bir hesap algoritması oluşturulmuştur.

Beşinci bölümde, ele alınan iki örnek yığma yapı projesi için çözümler yapılmıştır. Bu çözümler, geliştirilen hesap algoritmanın yanı sıra sonlu elemanlar yöntemi ile hesap yapan Sap2000 programı ve Staticad programları ile de tekrarlanmıştır. Bulunan sonuçlar üç program içinde karşılaştırılmıştır.

Altıncı bölümde ise, bulunan sonuçlar topluca sunulmuş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Yığma Yapılar, Sonlu Elemanlar Yöntemi, Duvar Dayanımı*



AN ALGORITHM FOR NUMERICAL ANALYSES FOR MASONRY BUILDINGS

ABSTRACT

There exist so many masonry buildings in Turkey, although the rate of new masonry buildings tend to decrease. The most common materials for masonry buildings are stone, mud brick, and terra cotta changing based on the regions. Especially in rural areas, a very large amount of the existing building stock consists of masonry buildings most of which can be classified in a risk group for earthquake behavior. Masonry buildings provide less strength and ductility capacity compared to classical reinforced concrete or steel structures.

The investigation of masonry buildings in terms of earthquake risk and seismic vulnerability requires detailed examination based on Turkish Seismic Design Code requirements. The strength and structural behavior of masonry buildings should be obtained to provide them to persist in most areas whether they are monumental or not. Besides, the decision to repair / strengthen or rebuild any masonry buildings can be made based on the current strength .

This thesis consists of six chapters. In Chapters 1 and 2, a literature review and basic principles for masonry buildings are summarized. In Chapters 3 and 4, a fast, easy to use and realistic algorithm by aid of electronic tables for various material types and slab systems common in masonry buildings is generated based on Turkish Seismic Design Code requirements. In the chapter 5, a simple sample building is analyzed with different program and methods, and the comparison of these analyses results are presented. The results of this study and concluding remarks are summarized in Chapter 6.

Key Words: *Masonry Buildings, Numerical Analyses, Masonry Wall Strength.*



1. GİRİŞ

Yığma yapılarda en sık kullanılan taşıyıcı duvar malzemeleri doğal taş, beton briket, tuğla ve gazbetondur. Bunları bağlayıcı olarakta harç kullanılır. Bu malzemelerin dayanımları ve diğer özellikleri kendi başlarına önemli olmakla birlikte, birarada kullanılarak oluşturdukları taşıyıcı duvar elemanların özellikleri çok daha fazla önem arz etmektedir.

Yığma yapılarda duvarların hem mimari hem de taşıyıcı olarak işlevi bulunmaktadır. Duvarlar hem hacimleri oluşturur, hem de yapıyı dış etkenlerden korudukları gibi yapının işlevi gereği oluşturulan iç bölmelerini de ayırırlar. Duvarların bu birden çok görevlerinin olması ve yapım açısından yığma yapıların önemli üstünlüğüdür.

Yığma yapılar, düşey ve yatay yükler açısından taşıyıcı olan duvarları, tuğla ya da başka malzemedен yapılmış birimlerden ve bu birimlerin aralarına çeşitli nitelikte harç konularak örülmüş olan yapılardır. Yığma yapıların kat döşemeleri betonarme, volta döşeme ya da ahşap gibi özel döşeme sistemlerinden oluşabilir.

1.1 Literatür Araştırması

Yığma ilgili ülkemizde ve dünyada birçok deneysel ve teorik çalışma yapılmış olup, bu çalışmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Benedetti (1998), Yaptığı modelleme ile, 2 katlı, 1/2 ölçekli yığma yapı modelleri üzerinde deney yapılmış ve yatay bağların yapının göçmesini önlemekte çok önemli olduğu belirtilmiştir [3].
- Fevziye AKÖZ ve Nabi YÜZER (2005), Bu çalışmada tarihi yapılarda kullanılan malzeme özelliklerinin belirlenmesi için, yerinde ve laboratuvarında uygulanan tahribatlı ve tahribatsız deney yöntemleri açıklanmıştır [4].
- Sinan Altın, Fikret Kuran, M. Emin Kara, Özgür Anıl (2005), Bu çalışmada düşey delikli tuğladan yapılmış üç boyutlu tek katlı yığma bir yapı sarsma tablasında test edilerek önce hasar verdirilmiş, ardından hasarlı yapı dört farklı türde düzenlenen

çelik şeritlerle güçlendirilerek tekrar test edilmiştir. Güçlendirmeden sonra yapılan testler uygulanan rehabilitasyon yönteminin başarılı olduğunu göstermiş ve deney yapısında önemli sayılabilecek çatlak gelişimi gözlenmemiştir [5].

- G. Arun (2005), Bir kagir yapıda, duvarın dolu yada boşluklu, tek, iki yada üç cidarlı oluşu, duvarda açılan boşlukların tipi ile çatı ve döşemelerin oluşturulma şekli yapı davranışını etkiler. Bir yığma kagir yapı oluşturmadan ya da hasar görmüş yığma kagir yapılarda herhangi bir tedbir alınmadan önce yapı malzeme özellikleri, oluşturulması ve dış etkiler altında davranışının bilinmesinde yönelik çalışmadır [6].
- E. Atımtay (2005), Yaptığı bu çalışma ile, deprem etkisi ile oluşan “Düzlem İçi” ve “Düzlem Dışı” etkiler, aynı anda oluşur ve hesaplarda dikkate alınması gerekliliği üzerine bizlere bilgi vermektedir [7].
- M. Mustafa ÖNAL ve Ali KOÇAK (2005), Bu çalışmada, yığma yapılarda çeşitli sebeplerle hasar gören ve hasar görmesi muhtemel duvarların hasar sebepleri ve onarım ve güçlendir yöntemleri anlatılmıştır. Bu yöntemlerin açıklanmasında ülkemizin deprem yönetmeliği ve yığma binaların depreme dayanıklı tasarımı ile ilgili önemli noktalar göz önüne alınarak, hasar nedenlerine ve onarım yöntemlerine kısaca değinilmiştir [8].
- Ali Ural (2005), Bu çalışmada, taşıyıcı duvarlarında farklı boşluk yapılandırmasına sahip sarılmış yığma yapıların lineer elastik deprem davranışları araştırılmıştır. Lineer elastik analizdeki amaç yapının başlangıç seviyesindeki gerilme ve deplasmanların belirlenip yorumlanmasıdır. Bu amaçla elde edilen sarılmış yığma modellerine dinamik etki olarak 17 Ağustos 1999’da meydana gelen Kocaeli depreminin ivme kaydı uygulanmıştır. Matematiksel modellerin elde edilmesinde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır [9].
- R. Kanıt (2006), Bu çalışmada, çatı katı düzeyindeki duvara etkiyen ivme, duvarın ve duvarın mesnetlendiği döşemenin doğal periyotlarının oranına göre, bir büyüme daha gösterir. Bunun sonucu olarak, düzlem dışı yüklenen çatı katı duvarın ivmesi, düzlem içi yüklenen duvarın ivmesinden çok daha büyük olur. Böylece, yığma binanın çökmesi, genellikle, çatı katı düzeyindeki duvarın düzlem dışı kırılmasıyla başlar. Düzlem dışı yüklenen yığma duvarın kırılma davranışı,

gerçekçi boyutlara sahip bir prototip duvar üzerinde deneysel olarak araştırılmaya yönelik bir çalışmadır [10].

- Ali Ural (2007), Bu çalışma ile, yapıların deprem davranışlarının belirlenmesinde kullanılan zaman-tanım alanında yapılan analizler ve doğrusal olmayan analizler detaylı ve basitleştirilmiş mikro modellemeler ile makro modelleme teknikleri üzerine bir çalışmadır [11].
- Yasin Fahjan (2008), Sonlu Elemanlar Yöntemi, Sap2000 Uygulaması, Genel Kavramları farklı şekil ve dizaynlar ile anlatan bir çalışmadır [12].
- Mahmut Sami DÖNDÜREN (2008), Bu çalışmada, normal harçla hazırlanan bir yığma duvarla, Sikalatex katkı malzemesiyle bağlayıcı özelliği artırılmış harçla hazırlanan bir yığma duvarın düzlem dışı kırılması araştırılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır [13].
- Ç. Kaya (2010), Oluşturduğu modeller ile, farklı sonlu eleman tipleri ve farklı modelleme teknikleri kullanılarak yığma duvarların davranışlarını etkileyen parametreleri belirleme. Örnek modelin yatay ve düşey yükler altında doğrusal olmayan davranışının mikro ve makro modelleme teknikleri dikkate alınarak incelenmesi üzerine yaptığı bir çalışmadır [14].
- B.Yeşil (2011), Yaptığı çalışmada, geoteknik Raporda Bulunan Hesapların Spreadsheet (Ms Excel) İle Yapılması. Excelde oluşturulan program, tamamen hücre içerisine girilen zemin değerleri, oluşturulan formülasyonlarla temel hesabı yapmak üzerinedir [15].
- N. Bayülge (2011), Yığma yapıların deprem davranışlarını 1970 yıllarından beri izleyen ve bu yapı modelleri üzerinde dinamik sarsma tablası deneyleri yapmış yazar deneyimlerini sunmaktadır. Bildiride yığma yapıların malzeme özellikleri, deprem hasar ve davranışların deneysel ve analitik çalışmalarla deprem davranışları ve depreme dayanıklı tasarım ilkeleri kısaca verilmektedir [16].
- Aldemir, M.A. Erberik ve H. Sucuoğlu (2011), Bu çalışma ile, yatay yükler altında zayıf davranış gösteren yığma yapıların daha iyi tasarlanması ya da daha önceden belirlenmiş yük etkileri altında nasıl davranacağını değerlendirilmesi için güncel yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktadan yola çıkarak, bu çalışmada tuğla yığma yapıların değerlendirilmesine olanak sağlayan

performansa dayalı yeni bir yöntem üzerine yapılan çalışmayı bizleri sunmaktadır [17].

- K.A. Korkmaz, A.I. Çarhoğlu, A.V. Orhon, A. Nuhuğlu (2012), Farklı tipte malzemeler kullanılarak tasarlanmış yığma yapılar ele alınmıştır. Oluşturulan modellerde yapısal malzemenin tuğla, taş, pomza ve gaz beton olması durumları dikkate alınarak modellerin yapısal davranışları incelenmesi üzerinedir [18].
- Asuman Işıl ÇARHOĞLU1, Kasım Armağan KORKMAZ (2013), Bu çalışma kapsamında, mevcut tuğlalı yığma bir yapının deprem davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla örnek mevcut bir yığma yapı ele alınarak bu yapının sonlu elemanlar yöntemi ile dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapının dinamik analizleri sırasında 20 farklı ivme kaydı kullanılarak zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarıyla yığma yapıların deprem etkisi altındaki davranışları değerlendirilmiştir [19].
- K.A Korkmaz, A.I. Çarhoğlu, A.V. Orhon, A. Nuhuğlu (2014), Bu çalışmada farklı tipte malzemeler kullanılarak tasarlanmış yığma yapılar ele alınmıştır. Oluşturulan modellerde yapısal malzemenin tuğla, taş, pomza ve gaz beton olması durumları dikkate alınarak modellerin yapısal davranışları incelenmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlar farklı malzemeler için karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir [20].
- Kasım Armağan Korkmaz, Asuman Işıl Çarhoğlu, Ahmet Vefa Orhon, Ayhan Nuhuğlu (2014), Farklı tipte malzemeler kullanılarak tasarlanmış yığma yapılar ele alınmıştır. Oluşturulan modellerde yapısal malzemenin tuğla, taş, pomza ve gaz beton olması durumları dikkate alınarak modellerin yapısal davranışları incelenmiştir [21].

- Aldemir, B. Binici, A. Yakut, E. Canbay (2015), Yığma yapılarda kullanılan malzeme türünün, gerek homojen olmayan yapısı gerekse karmaşık malzeme özelliklerinden ötürü halen davranışı istenilen düzeyde tahmin edilememektedir. Ayrıca; bu yapı tipi, bilgisayar ortamında modellerken de oldukça fazla varsayım ihtiyacı duyulmaktadır; örneğin, etkin duvar yüksekliği, malzeme homojenleştirilmesi (makro model), vs. Bahsi geçen sebeplerden ötürü, betonarme veya çelik binaların aksine, literatürde yığma binaların sismik performansının belirlenmesinde bir fikir mutabakatı bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle literatürde karşılaşılan etkin yükseklik önerilerinden hangisinin daha anlamlı sonuçlar üreteceğine yönelik bir araştırma yapılmıştır [22].

1.2 Tezin Amacı

Ülkemizde yer alan mevcut yapıların oldukça büyük bir bölümü, yığma yapı olarak inşa edilmiş durumdadır. Yığma yapılar bazı özelliklerinden dolayı üstün olmalarına karşın, ağırlıklarının fazla olması ve deprem gibi dinamik ve yatay yükler altında dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar göz önüne alındığında, Türkiye’de yığma yapı inşasının devam edeceği öngörülerek, bu yapıların mümkün olduğunca depreme dayanıklı olacak şekilde inşa edilmesi, deprem etkisi altındaki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir.

Yığma yapılarda etkin olan yükler, duvarda kullanılan malzemenin kendi ağırlığı, döşemelerden gelen ölü ve hareketli yükler, duvarda kullanılan kaplama ağırlıkları ve çatı yükü gibi yükleri kapsar. Yapıda bulunan taşıyıcı duvarların boyutları ve konumları ise yapının rijitlik merkezinin bulunmasını sağlar.

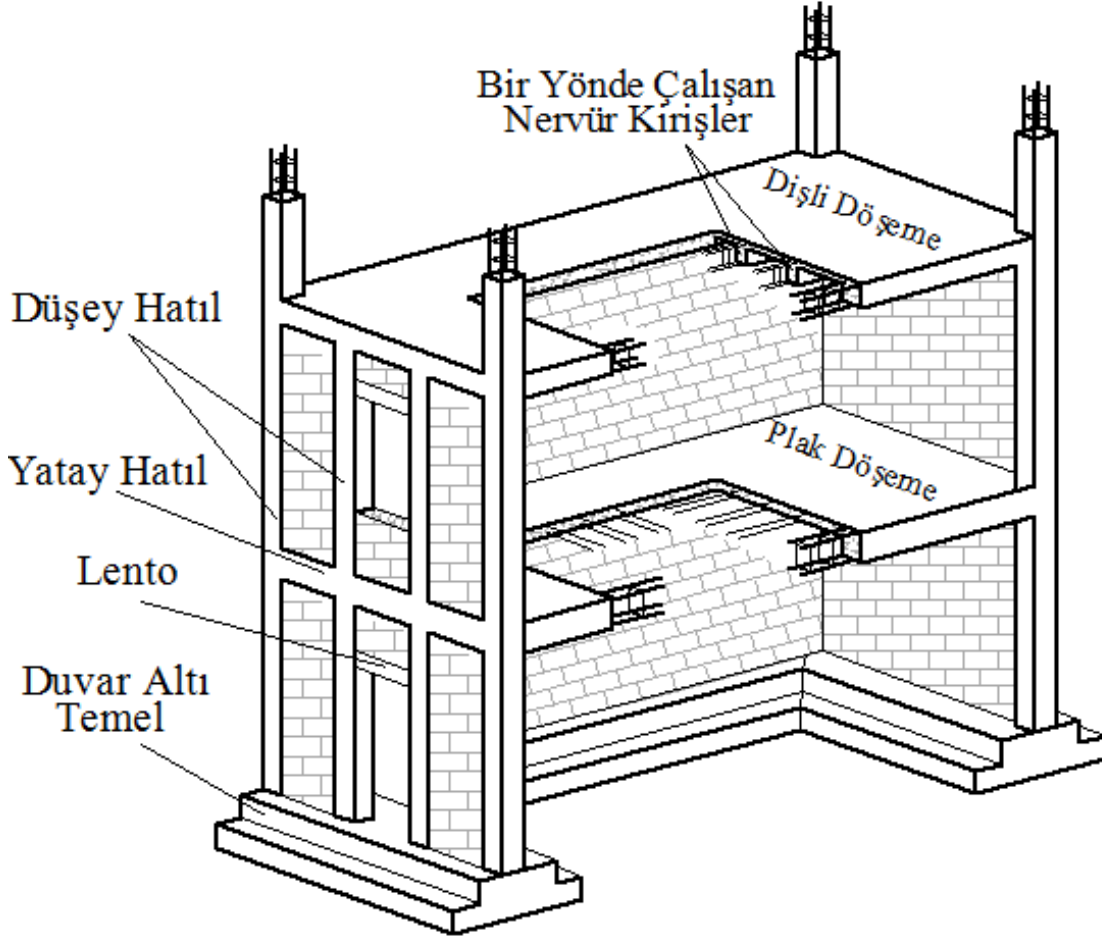
Bu çalışmada, yığma bir yapıya etkiyen düşey ve yatay yükler dikkate alınarak, taşıyıcı duvarlarda oluşacak gerilmelerin hesaplandığı ve bu gerilmelerin yapıda kullanılan yada kullanılacak malzemenin emniyet gerilmeleri ile karşılaştırıldığı bir hesap algoritması oluşturulmuştur.



2. YIĞMA BİNALARIN TASARIM VE HESAP ESASLARI

Genel olarak yığma binalar, duvarları taşıyıcı duvar birimleri ile inşa edilen yapı olarak tanımlanabilir. Yığma binaların taşıyıcı sistem elemanlarını, döşemeler, bunların mesnetlendiği hatıllar, taşıyıcı duvarlar ve taşıyıcı duvarların temelleri oluştururlar. Döşemeler genellikle plak döşeme olup, duvarların üzerinde bulunan yatay hatıl kirişlerine mesnetlidir. Döşeme türü olarak dişli döşemenin kullanıldığı durumlar da mevcuttur. Birçok eski binalarda içinde çelik profillerin yada ahşap kirişlerin oluşturduğu sistemlerin bulunduğu türden döşemeler de bulunmaktadır. Çok çeşitli malzemedan yapılan duvarlar, döşemelerden iletilen düşey ve yatay etkileri karşılayarak, mesnetlendikleri temellere iletirler. Taşıyıcı duvarların bütün katlarda düşeyde sürekli olmaları, duvarlara etkiyen kuvvetlerin süreksizliğe uğramadan temele iletilmesi bakımından oldukça önemlidir.

Yığma yapılar deprem bölgelerinde yapılmış ve yapılacak olan, hem düşey hem yatay yükler için tüm taşıyıcı sistemi doğal veya yapay malzeme ile yapılmış taşıyıcı duvarlar ile oluşturulmaktadır. Yığma binaların boyutlandırılması ve donatılması kullanılan ilgili standart ve yönetmelik esasları aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 2.1 : Yığma Yapı Elemanları.

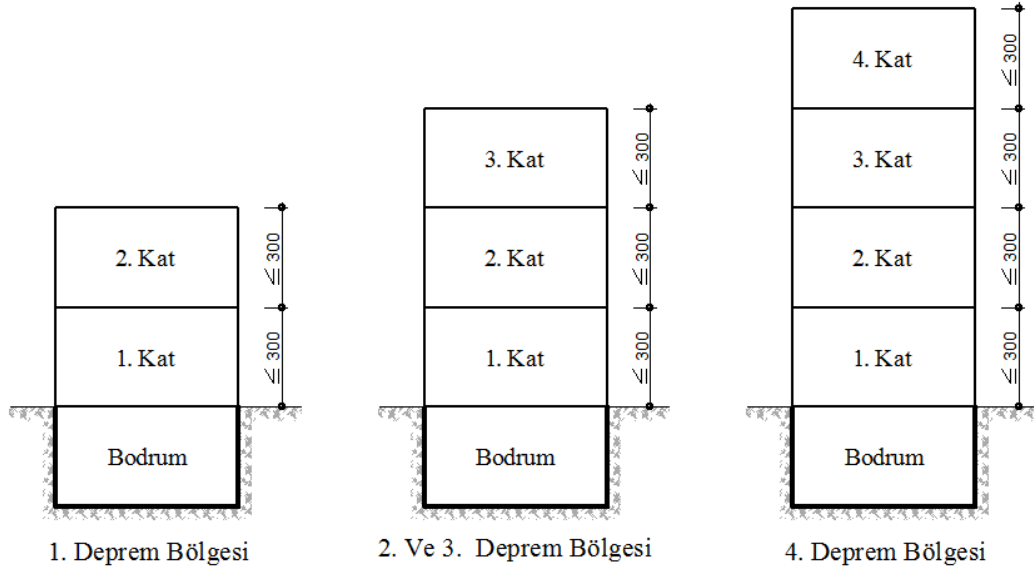
2.1 Yığma Binaların Tasarım Kurallarına Genel Bir Bakış

2.1.1 Kat sayıları

Yığma binaların tasarımında izin verilen kat sayısı, binanın zemin katı ile üzerindeki katların toplamı olarak ifade edilir (Bakınız Şekil 2.2). Betonarme döşeme sistemine sahip yığma binaların deprem bölgelerine göre kat sayısı sınırları aşağıdaki Çizelge 2.1’de özetlenmiştir. Çizelge 2.1’de verilen kat sayısı sınırları yığma binaların bir bodrum katlı olarak yapılacağı kabulüne göre hazırlanmıştır. Birden çok bodrum kata sahip yığma binalarda Çizelge 2.1’de verilen kat sayısı sınırları bir azaltılmalıdır. Ayrıca yığma binaların çatı katındaki yerleşime açık kat alanı bodrum katın kat alanının %25’ini büyük ise çatı katı tam kat kabul edilir [23].

Çizelge 2.1 : Yığma Bina Tasarımında Kat Sayısı Sınırlaması.

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



Şekil 2.2 : Yığma Bina Tasarımında Kat Sayısı Sınırlaması.

Yığma binaların tasarımında kısmi bodrum yapılması tavsiye edilmez. Ayrıca kat döşemesi olarak TS-500'deki kurallara göre tasarlanmış boyut ve donatıları olan betonarme döşeme kullanılmaması durumunda yığma bina kat sayısı tüm deprem bölgelerinde en çok iki kat ile sınırlandırılır [23].

2.1.2 Taşıyıcı duvarlar

2.1.2.1 Malzeme

Taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1'de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını aşmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimler kullanılabilir. Doğal taş yığma binaların yalnızca bodrum ve zemin kat taşıyıcılarında, beton ise yalnızca bodrum kat taşıyıcı duvarlarında kullanılabilir [23].

2.1.2.2 Kalınlık

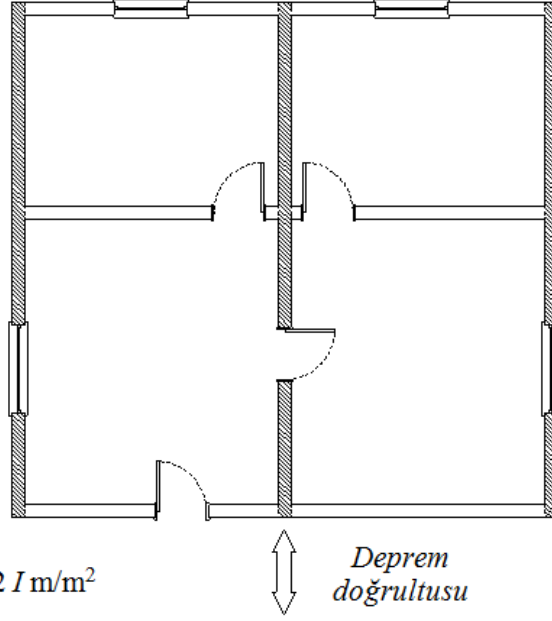
Yığma bina taşıyıcı duvarlarının kalınlıkları, dış sıva kalınlıkları dikkate alınmaksızın ifade edilir. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları, yığma binanın kat sayısına bağlı olarak Çizelge 2.2’de özetlenmiştir [23].

Çizelge 2.2 : Yığma Binalarda Taşıyıcı Duvarların Kalınlığı Alt Sınırları.

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

2.1.2.3 Toplam uzunluk alt sınırı

Planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları dikkate alınmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranı, $0.2 \times I$ (m/m^2) değerinin üzerinde tutulur (Bakınız Şekil 2.3). Burada I, bina önem katsayısıdır [23].



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

Deprem
doğrultusu

ℓ_d : Taralı alan uzunluğu (m)

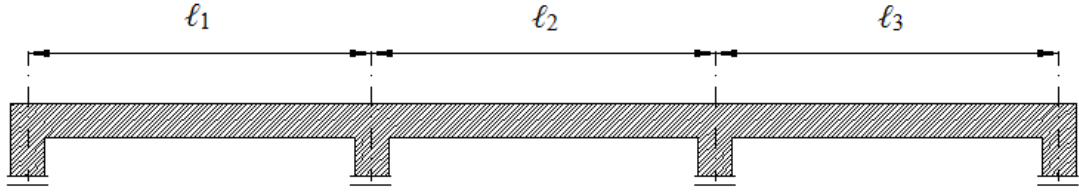
A : Brüt kat alanı (m²)

I : Bina önem katsayısı

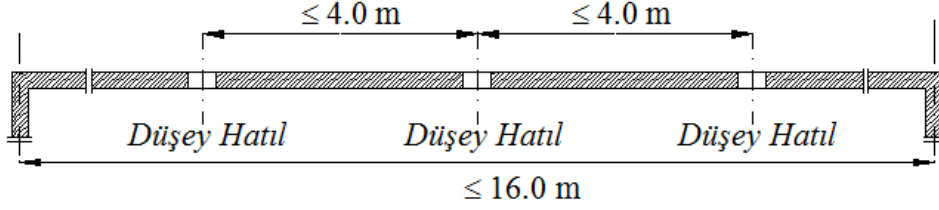
Şekil 2.3 : Yığma Bina Tasarımında Taşıyıcı Duvar Uzunluğu Alt Sınırının Tanımı.

2.1.2.4 Desteklenmemiş boy tanımı ve üst sınırları

Taşıyıcı bir duvarın desteklenmemiş boyu, kat planında duvar doğrultusuna dik saptanan duvar eksenleri arasında kalan serbest açıklık ile tanımlanabilir. Bu boy birinci derece deprem bölgesinde 5.5 m, diğer deprem bölgelerinde 7.5 m'yi aşması durumunda, duvar uzunluğuna dik sismik yükler altında duvarın stabilitesi geçerli bir hesap yöntemiyle kontrol edilmelidir (Bakınız Şekil 2.4). Bir başka anlatımla, donatısız yığma duvarların desteklenmemiş duvar boyunun yukarıda verilen sınırlar içinde olması durumunda stabilite kontrolü yapılmasına gerek görülmemektedir. Taşıyıcı duvar desteklenmemiş boyunun sınırı, eksen aralıkları 4.0 m.'yi geçmeyen betonarme düşey hatıl ilavesi ile büyütülebilir. Ancak bu tür düşey hatıllarla desteklenen duvarların toplam uzunluğu 16.0 m ile sınırlandırılmıştır (Bakınız Şekil 2.4) [23].



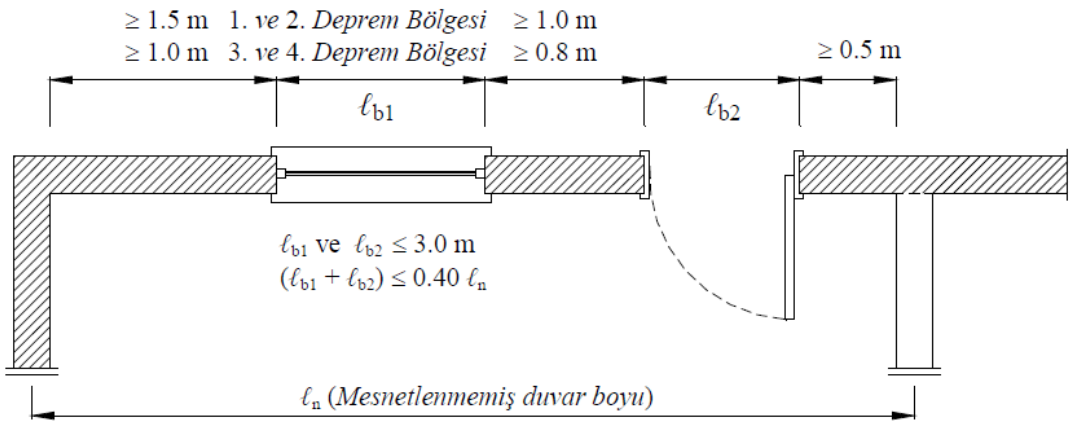
Mesnetlenmemiş duvar boyu : l_1, l_2 ve l_3 $\left\{ \begin{array}{l} \leq 5.5 \text{ m (1. derece deprem bölgesi)} \\ \leq 7.5 \text{ m (2,3 ve 4. derece deprem bölgesi)} \end{array} \right.$



Şekil 2.4 : Taşıyıcı Duvarlarda Desteklenmemiş Boy Sınırları.

2.1.2.5 Boşluk sınırları

Taşıyıcı duvarlarda mimari amaçlarla bırakılacak kapı ve pencere boşluk sınırlandırmaları, duvarın plandaki konumu, duvarda düşey hatıl olup olmaması ve binanın deprem bölgesine göre farklılıklar içerebilir. Aşağıda Türk Deprem Yönetmeliğinde duvar boşluğu sınırlamaları ve/veya boşluk bulunması durumunda alınması gereken ilave duvar uzunluğu sınırları maddeler halinde özetlenmiştir (Bakınız Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Taşıyıcı Duvarlarda Boşlukların Sınırlandırılması.

- Bina köşesine en yakın pencere ya da kapı ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.50 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den az olmamalıdır.
- Bina köşeleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.80 m'den az olamaz.
- Pencere ve kapı boşluklarının her iki kenarında betonarme düşey hatıllar yapılırsa yukarıdaki verilen en az dolu duvar parçası uzunluğu koşulları %20 azaltılabilir.
- Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere ya da kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olamaz. Boşlukların her iki kenarında kat yüksekliğince betonarme düşey hatıl varsa dolu duvar parçası 0.50 m'den az olabilir.
- Her bir kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğu 3.0 m'den daha büyük olamaz [22].

2.1.3 Lentolar ve hatıllar

2.1.3.1 Lentolar

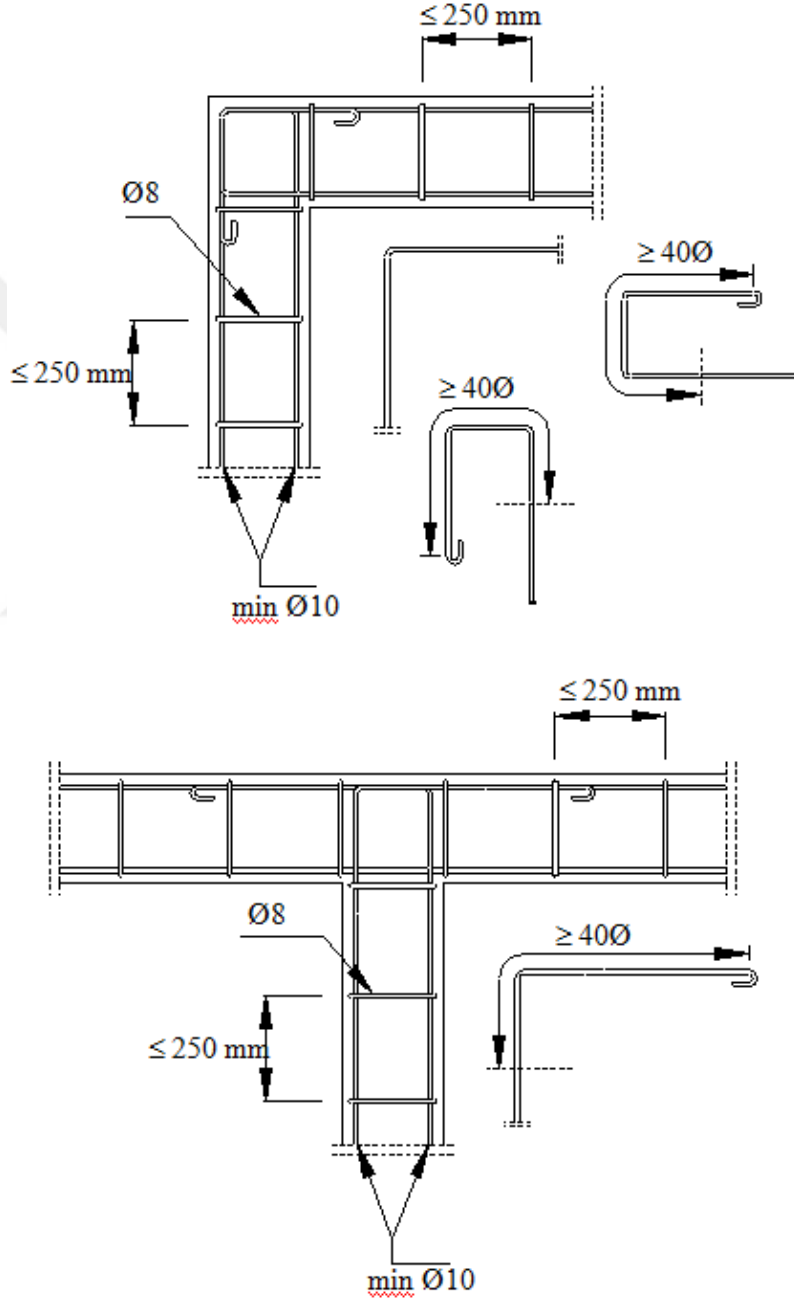
Pencere ve kapı lentolarının duvarlara oturan uçlarının her birinin uzunluğu serbest lento açıklığının %15'inden ve 200 mm'den az olmamalıdır [23].

2.1.3.2 Yatay hatıllar

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

(a) Yatay hatıllar taşıyıcı duvar genişliğine eşit genişlikte ve en az 200 mm yükseklikte olacaktır.

(b) Hatılarda beton kalitesi en az C16 olacak, içlerine taş duvarlarda en az üçü altta, üçü üstte 6Ø10, diğer malzemeden taşıyıcı duvarlarda ise en az 4Ø10 boyuna donatı ile birlikte en çok 250 mm ara ile Ø8'lik etriye konulacaktır. Boyuna donatılar köşelerde ve kesişme noktalarında sürekliliği sağlayacak biçimde bindirilecektir (Şekil 2.6) [23].



Şekil 2.6 : Yatay Hatıllar.

3. HESAP ESASLARI

Yığılma yapıların duvar dayanımı duvar malzemesi olan doğal taş, beton, tuğla ya da gazbeton blokların basınç dayanımı ile bu blokları birbirine bağlayan harçların dayanımlarına bağlıdır. Harçların kalınlığı ve derz kalınlığı da önemlidir. Ayrıca düşey delikli taşıyıcı tuğlalardaki boşluk oranının artması ile kesme ve basınç dayanımları azalmaktadır.

3.1 Gerilme Kontrolü Yöntemi İle Hesap

3.1.1 Düşey gerilme hesabı

Harç dayanımının, duvar bloklarının dayanımından yüksek olması duvar basınç dayanımını çok az arttırmaktadır. Buna karşılık aynı harç dayanımında daha yüksek dayanımlı blok kullanılması duvar basınç dayanımını daha yüksek bir oranda arttırmaktadır. Bu sebeple en iyi sonucu verecek olan, yüksek dayanımlı tuğla ile yüksek dayanımlı harcın birlikte kullanılmasıdır. Derz kalınlığı azaldıkça da duvar basınç dayanımı artmaktadır.

Delik oranının artması ile duvarda düşey yük taşıyan alan küçüldüğü için duvar dayanımı azalmaktadır. Tuğladaki delikler arasındaki et kalınlığının azalması hatta delik biçimleri ve yerleri de tuğla blok ve dolayısı ile duvar dayanımını azaltmaktadır.

Düşey gerilme hesabı yapılırken, DBYBHY 2007'nin 5.3.1.2. maddesine göre, duvarlarda oluşan basınç gerilmeleri hesap edilecek ve kullanılan tuğla duvar için izin verilen gerilmelerle karşılaştırılacaktır. Duvardaki kapı ve pencere boşluk en kesitleri kadar azaltılmış duvar en kesit alanına bölünerek bulunan gerilmenin, tuğla duvar için izin verilen basınç gerilmesinden büyük olmadığı gösterilecektir. Duvarlarda izin verilen basınç emniyet gerilmesi, duvarda kullanılan kargir birimin basınç dayanımı belirli olmadığı veya duvar dayanım deneyi yapılmadığı için, Yönetmelik **Tablo 5.3**.den alınmalıdır. Yönetmelik'in 5.3.2.2 maddesinde öngörüldüğü şekilde duvar basınç emniyet gerilmesi, duvarların narinlik oranına göre azaltılacaktır. Duvar narinlik oranı $=h/t$ ve Yönetmelik **Tablo 5.4**.e göre azaltma katsayısı belirlenir.

Yığma bina duvarlarında düşey yükler altında oluşan normal gerilmeler, duvar üstündeki kat ağırlıkları duvar alanına bölünerek hesaplanmıştır. Binada düşey yükün düzgün yayıldığı kabul edilir. Duvarlar da planda oldukça düzgün dağıldığı için, düşey yükten duvar kesitlerindeki gerilmelerin düzgün yayılı olarak ortaya çıktığı kabul edilecektir. Basınç emniyet gerilmesi ile karşılaştırılarak binada duvarların düşey gerilme açısından güvenli olup olmadığı kontrol edilir.

Yığma binada düşey yüklerin veya duvarların planda düzgün yayılı olmaması, duvardaki düşey normal gerilmelerin duvarlar arasında farklılık göstermesine sebep olur. Kirişli plalarda kirişlere gelen düşey yüklerin hesabında kullanılan yaklaşık kabuller burada da, duvara gelen yükün belirlenmesinde kullanılabilir. Bu durumda kenar duvarlarda daha küçük normal gerilmeler hesap edilir. Bu sebeple, yığma binalarda planda duvarların olabildiğince düzgün yayılmasının genel olarak özen gösterilmesi gereken bir husus olduğu unutulmamalıdır.

3.1.2 Kayma gerilmelerinin hesabı

Tuğla yığma yapının deprem dayanımı büyük ölçüde duvarlarının kesme kuvveti taşıma gücüne bağlıdır. Bu yaklaşıma göre duvar kayma dayanımı tuğla ile harç arasındaki yapışma (aderans) ve harç-tuğla ya da tuğla-tuğla arasındaki sürtünmeye bağlıdır.

Kesme Dayanımı duvarda kullanılan harcın çekme dayanımına bölünmesi ile harcın dayanımının duvar kesme dayanımına etkisi araştırılmıştır. Genel olarak yüksek dayanımlı harcın kesme dayanımını artırdığı görülmektedir. Yine düşey delikli tuğlada boşluk oranının azalması da duvar kesme dayanımını artırmaktadır. Duvarların kesme dayanımı için deneylerle belirlenmiş daha yüksek değerler varsa kullanılabilir.

Yatay deprem etkisinden dolayı duvar kesitlerinde kayma gerilmeleri meydana gelir. Depremin $G + Q \pm Ex$ ve $G + Q \pm Ey$ olarak birbirinden bağımsız ve dik doğrultuda ayrı ayrı etkidiği kabul edilir.

Kayma gerilmeleri aşağıdaki şekilde hesaplanır [24].

1. Adım ; Her duvarın görelî kayma rijitliği hesaplanır.

$$k_{xi}, k_{yi} = kA_i/h \quad (1.1)$$

Bu amaçla her duvarın alanı kat yüksekliğine bölünür. İfadede yer alan k parametresi duvar en kesitleri dikdörtgen olduğundan dolayı 1.0 olarak alınmıştır. Buna göre her iki doğrultuda hesaplanarak duvar kayma rijitlikleri ayrı ayrı bulunur.

2. Adım ; Rijitlik merkezi hesaplanır.

Her iki doğrultudaki duvar rijitlikleri göz önüne alınarak yapının C rijitlik merkezinin koordinat sisteminin başlangıcı olan “O” noktasına uzaklıkları (x_c ve y_c) bulunur.

$$x_c = \frac{\sum_i x_i k_{yi}}{\sum_i k_{yi}} \quad y_c = \frac{\sum_i y_i k_{xi}}{\sum_i k_{xi}} \quad (1.2)$$

3. Adım; Her iki doğrultuda fiktif atalet momentlerinin bulunması.

$$I_x = \sum_i (\bar{y}_i^2 k_{xi}) + y_{CG}^2 \sum_i k_{xi}$$
$$I_y = \sum_i (\bar{x}_i^2 k_{yi}) + x_{CG}^2 \sum_i k_{yi} \quad (1.3)$$

i. \bar{x}_i ve \bar{y}_i nin bulunması.

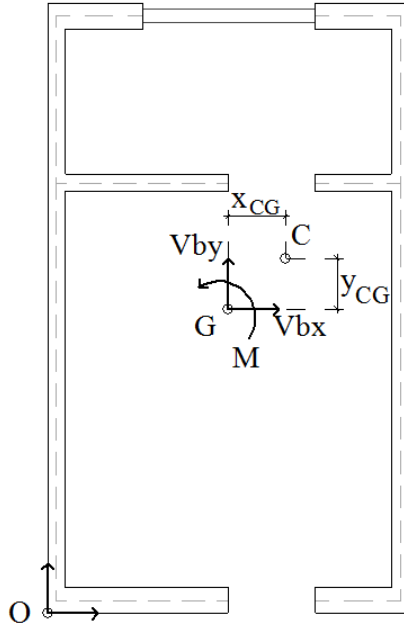
Atalet momentlerini hesaplayabilmek için referans eksenleri “0” noktasından “G” noktasına taşınmıştır. Buna göre herhangi bir duvar elemanının kendi geometrik merkezinden kendi referans eksenlerine olan uzaklık aşağıda hesaplanmıştır.

$$\bar{x}_i = x_i - x_G \quad \bar{y}_i = y_i - y_G \quad (1.4)$$

ii. \bar{x}_{CG} ve \bar{y}_{CG} nin bulunması.

Kütle ve rijitlik merkezi arasındaki fark olup, aşağıdaki şekilde bulunur.

$$x_{CG} = x_c - x_G \quad y_{CG} = y_c - y_G \quad (1.5)$$



Şekil 3.1 : Kütle ve rijitlik merkezi

4. Adım ; Burulma momentinin bulunması.

Binanın düşey eksenine göre burulma rijitliği, plandaki iki eksene göre olan atalet momentlerinin toplamıdır.

$$J = I_x + I_y \quad (1.6)$$

5. Adım; Taban kesme kuvvetinin bulunması.

Deprem yükü hesabı, DBYBHY-2007 Bölüm 2.ye göre spektrum katsayısı $S(T_1) = 2.5$ ve deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = 2.0$ alınarak yapılmıştır.

Spektral ivme katsayısı hesabında kullanılan etkin yer ivmesi katsayısı A_0 (DBYBHY-2007 Bölüm 2.4.1.) TABLO 1.2 den, Bina Önem Katsayısı I ise (DBYBHY-2007 Bölüm 2.4.2.) TABLO 2.2 den alınmıştır.

$$V_b = A_0 I W S / R_a \quad (1.7)$$

Çizelge 3.1 : Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0)

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

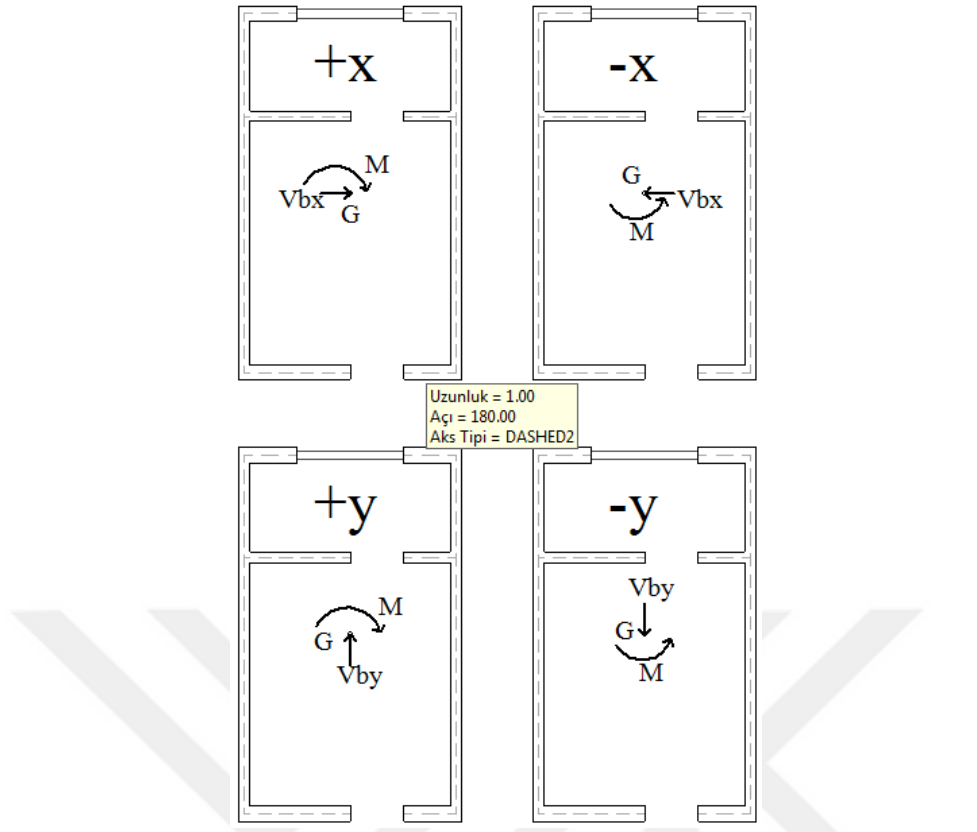
Çizelge 3.2 : Bina Önem Katsayısı (I)

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

6. Adım ; Kat burulma momentinin bulunması.

Taban kesme kuvvetinin etkidiği doğrultu dikkate alınarak hesaplanabilir. Taşıyıcı duvarların kayma gerilmesinin hesaplanmasında taban kesme kuvvetlerinin farklı doğrultuda etkidiği dört değişik durum göz önüne alınmalıdır. Bu dört durum taban kesme kuvvetlerinin $+x$, $-x$, $+y$ ve $-y$ doğrultularında etkimesiyle ortaya çıkmaktadır. Her bir durum için karşı gelen burulma momentleri hesaplanmalıdır.

$$M = \mp V_{bx} y_{CG} \quad M = \mp V_{by} x_{CG} \quad (1.8)$$



Şekil 3.2 : Kat burulma momentleri

7. Adım ; Her bir duvara gelen kesme kuvvetinin bulunması.

Her bir duvar için kayma gerilmelerinin bulunabilmesi için, her bir duvara gelen kesme kuvvetinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için;

$$V_{xi} = \frac{k_{xi}}{\sum_i k_{xi}} \cdot V_{bx} + \frac{M}{J} \cdot k_{xi} (\bar{y}_i - y_{CG})$$

$$V_{yi} = \frac{k_{yi}}{\sum_i k_{yi}} \cdot V_{by} + \frac{M}{J} \cdot k_{yi} (\bar{x}_i - x_{CG}) \quad (1.9)$$

8. Adım; Kayma gerilmelerinin hesaplanması;

Her bir duvar için kayma gerilmeleri, kesme kuvvetlerinin duvar alanına bölünmesi ile elde edilir.

$$\tau_i = V_i/A_i \quad (1.10)$$

9. Adım; Kayma emniyet gerilmesi ile karşılaştırma.

Her duvar için elde edilen kayma gerilmesinin duvar kayma emniyet gerilmesi τ_{em} ile karşılaştırılması gerekmektedir. Duvar kayma emniyet gerilmesi

$$\tau_{em} = \tau_o + \mu\sigma \quad (1.11)$$

Bu denklemde eğer deneysel sonuçlar yok ise, τ_o Yönetmelik Tablo 5.5.den alınmalıdır. Sürtünme katsayısının yönetmelikte tavsiye edildiği üzere $\mu = 0.5$ olarak alınması uygun olur. Burada σ ise daha önce hesaplanmış olan duvar düşey gerilmelerdir.

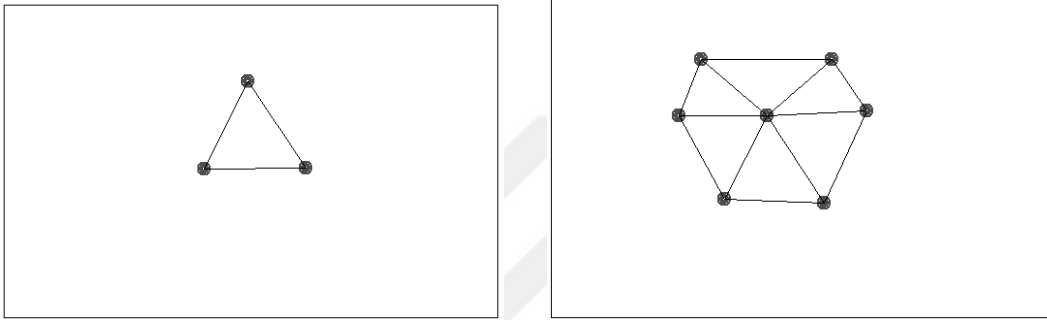
3.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Hesap

Sonlu Elemanlar Yöntemi, çeşitli mühendislik problemlerine kabul edilebilir bir yaklaşımla çözüm arayan bir sayısal çözüm yöntemidir. Yapıların 3 boyutlu statik ve dinamik analizlerine imkân tanıyan, doğrusal ve doğrusal olmayan çözümlerinin yapılabildiği ve sonuçların sayısal veya grafik olarak görüntülenebildiği bir analiz metodudur. Yapıların statik ve dinamik yükler altındaki davranışının belirlenmesi ve yapı elemanlarının gerilme tespitinde sıkça kullanılan metod sonlu elemanlar metodudur. Ayrıca çok güçlü ve çağdaş bir sayısal hesaplama yöntemidir.

Yöntemin ilk temeli Ritz Tekniği (1909) olduğu kabul edilir. Aradan geçen onca yıldan sonra ise ilk kullanımı 1950'li yıllarda İnşaat Mühendisliği'nde olmuştur.

Etkin kullanımı bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile mümkün olmuş olup, matematiksel fizik ve mühendisliğin hemen hemen her dalındaki problemlere uygulanmaktadır. Bu sayısal yaklaşım yöntemi her ne kadar orijinal olarak yapı sistemleri için geliştirilmiş olsa da, dayandığı esasların genelliği dolayısıyla yöntem, akışkanlar mekaniği, zemin mekaniği, uçak mühendisliği, nükleer mühendislik, kaya mekaniği, elektro manyetik alanlar, termal analiz ve daha sayabileceğimiz pek çok mühendislik ve fizik problemlerinin çözümünde araç olarak kullanılmaktadır.

Sonlu elemanlar yönteminde, çözümü aranan sistem bir ağ ile idealleştirilerek ifade edilir. Sonlu eleman ağı olarak tanımlanan bu ağı, çeşitli şekillerdeki sonlu elemanlar teşkil eder. Sonlu eleman ağındaki çizgilerin kesim noktalarına düğüm noktaları denir. Sonlu elemanlar, ağı belirleyen çizgilerin arasında kalan iki veya üç boyutlu elemanlardan oluşur. Sonlu elemanlar düğüm noktalarından birbirine bağlanır. Basit olarak indirgeyebilir olursak. Sonlu elemanların temel ifadesini Şekil 3.3 de gösterilmiştir. [25]

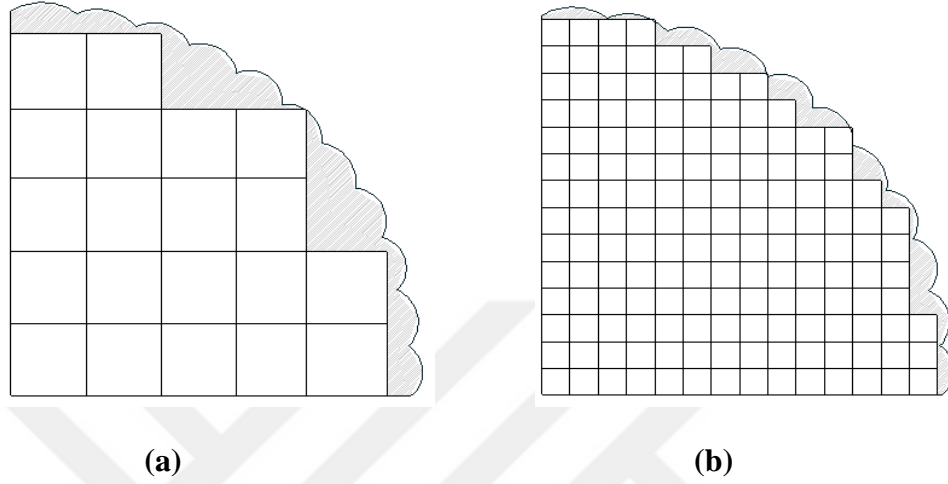


Şekil 3.3 : Sonlu Elemanlar Temel İfade

Her bir sonlu eleman için gerekli olan denklemler elde edildikten sonra tüm denklemler problemin tanım bölgesini ifade edecek şekilde birleştirilir. Böylece problemin bütününe ait sistem denklemleri elde edilir. Burada, temel değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri, bu düğüm noktaları ile tanımlı bölge içinde sürekli bir değişime çeviren şekil fonksiyonlarından yararlanır. Böylece, sonsuz sayıdaki küçük elemanların bir bütünü olarak düşünülebilen sürekli ortam, sonlu sayıda ve büyüklükte sonlu elemanlardan müteşekkil yarı sürekli bir ortama dönüşür.

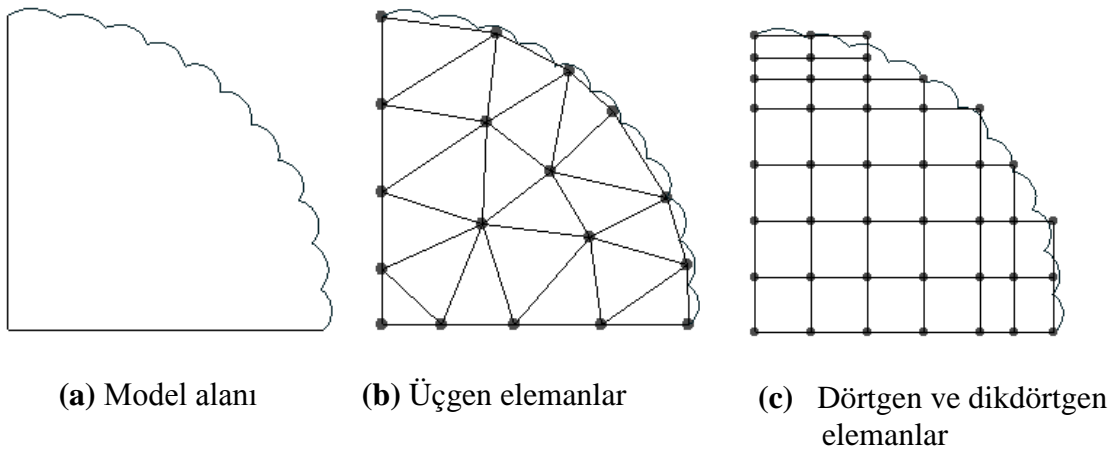
Sonlu elemanlara ayrılmış problemin tanım bölgesini artık sonlu eleman ağı oluşturmaktadır. Sonlu elemanların birbiriyle ilişkisi esas alınarak birleştirilmiş bu modele matematik model adı verilir.

Bir matematiksel modelin doğruluğu yaklaşıklığı, seçilen elemanın tipine, eleman sayısına ve elemanın davranışına dair yapılan kabullere bağlıdır. Eleman sayısının artırılması, bilinmeyen sayısını da artırırken sonuçların doğruluğunu da artırır. Sonlu eleman ağ hassasiyetini Şekil 3.4 de şematik olarak gösterilmiştir [26].



Şekil 3.4 : Sonlu Eleman Ağ Hassasiyeti

Eğriliği bulunan, düzgün olmayan geometrilere sahip elemanlar ve amorf yapı elemanları rahatlıkla modellenebilir. Elemanlar istenilen boyutta parçalara ayrılarak istenilen hassasiyette sonuçlar elde edilebilir. Boyutların Şekil 3.5 gibi gibi benzeri şekilde bölünmesi hesapların hassasiyeti ve kolaylığı açısından örneklendirilebilir.



Şekil 3.5 : Farklı Boyut Parçaları İle Oluşan Hassasiyeti

3.2.1 Sonlu elemanlar yönteminin avantajları

- Sonlu Elemanlar Yöntemi geometrisi oldukça karmaşık şekillerin bile incelenmesine olanak sağlar. Çözüm bölgesi alt bölgelere ayrılabilir ve değişik sonlu elemanlar kullanılabilir. Gerekğinde bazı alt bölgelerde daha hassas hesaplamalar yapılabilir.
- Farklı ve karmaşık malzeme özellikleri olan sistemlerde bile kolaylıkla uygulanabilir. Örneğin, anizotropi, nonlineer, zamana bağlı malzeme özellikleri gibi malzeme özellikleri dikkate alınabilir.
- Sınır koşulları, sistemin temel denklemleri kurulduktan sonra, oldukça basit satır sütun işlemleriyle denklem sistemine dahil edilebilir.
- Matematiksel olarak genelleştirilebilir ve çok sayıda problemi çözmek için aynı model kullanmaya olanak sağlar.
- Yöntemin hem fiziksel bir anlamı hem de matematiksel temeli mevcuttur.
- Mesnet şartlarının, sisteme ait özelliklerin, dış yüklerin sürekli ya da ani değişimlerinin kolayca göz önüne alınması ve analitik metotlarla çözülemeyen karışık problemlere uygulanabilmesi bir avantajdır.
- Sınır şartlarının, problemin çözüm sırasına göre en son adımda hesaplara dâhil edilmesi ve çeşitli sınır şartlarını probleme uygularken yoğun hesaplara girilmemesi önemli bir üstünlüktür.
- Sistemin sonlu sayıda elemana ayrılması ve problemin hata oranının asgariye indirgemektedir.

3.2.2 Sonlu elemanlar yönteminin dezavantajları

- Bazı problemlere uygulanmasında zorluklar ile karşılaşılabilir.
- Elde edilen sonucun doğruluğu verilerin doğruluğuna bağlıdır,
- Bir bilgisayara ihtiyaç duyar,
- Kabul edilebilir doğru sonucun elde edilmesi için bölgenin ayrıklaştırılması deneyim gerektirir.
- Diğer yaklaşık yöntemlerde olduğu gibi, Sonlu Elemanlar Yöntemi ile elde edilen sonucun doğruluğu üzerinde dikkat edilmeli ve fiziksel problem iyi

incelenmelidir, farklı örnekler de göz önüne alınmalı, çıkabilecek sonuç önceden tahmin edilmeli ve sonuç ona göre kontrol edilmelidir.

3.2.3 Doğrusal sistemlerde sonlu elemanlar yöntemi

Yöntemi Bilgisayarda çözüm yapmak açısından daha az bilinmeyene sahip ve diğerlerine nazaran bant genişliği daha küçük olan denklemler üretmesi sebebiyle yer değiştirme yöntemi doğrusal sistemlere uygulamalarında tercih edilmektedir. Bu yöntemin uygulaması aşağıdaki gibi yapılır.

- Sistem ya da sürekli ortam sonlu elemanlara ayrılarak düğüm noktalarından birbirlerine birleştirilir.
- Daha sonra sonlu eleman yüzeyinin şekil değiştirmesi düğüm noktalarının yer değiştirme parametrelerine bağlı olarak ifade edilir.
- Yer değiştirme parametrelerini, dik doğrultulardaki yer değiştirmeler ile dönme ve burulma eğriliği gibi vektörler oluşturur. Bu sayede eleman yer değiştirmeleri, seçilen şekil fonksiyonu vasıtasıyla düğüm noktaları yer değiştirmelerine bağlı olarak ifade edilmiş olur.
- Seçilen şekil fonksiyonları sistemi tam anlamda tarif edebilmelidir. Bu konuda son yıllarda farklı fonksiyonlar kullanılarak sonuçların yakınsaklığı iyileştirilmiştir.

Eğilme hesaplarında düğüm noktalarının yer değiştirme parametrelerinin bilinmesi, sistem yer değiştirme yüzeyinin ve her düğüm noktasındaki kesit tesirlerinin belirlenmesi açısından yeterli olmaktadır. Seçilen yer değiştirme parametreleri ve şekil fonksiyonları yardımıyla, sistemin malzeme özelliklerine göre rijitlik matrisi, sistemin yükleme durumuna göre de yük matrisi hesaplanır. Elemanların rijitlik ve yük matrislerinden yola çıkarak sistemin rijitlik ve yük matrisleri bulunur. Daha sonra sınır şartları göz önünde tutularak düğüm noktası bilinmeyenleri hesaplanabilmektedir.

Şekil fonksiyonlarının eleman koordinatları cinsinden ifade edilmesi, sonlu eleman yönteminin sistematik olarak formüle edilmesini kolaylaştırmakla kalmaz, boyutsuz parametrelerle işlem yapma rahatlığını da sağlar.

3.2.4 Doğrusal olmayan sistemlerde sonlu elemanlar yöntemi

Doğrusal olmayan sistemlerde, elastik ötesi davranış, malzemenin bünye denklemlerinin doğrusal olmaması ve geometrideki değişimler sebebiyle denge denklemlerinin doğrusal olmaması şeklinde ortaya çıkar. Hem malzemenin hem de geometriden kaynaklanan doğrusal olmayan davranış, sonlu elemanlar yönteminde dikkate alınabilmektedir. Bir yüzeyin ya da ortamın elasto-plastik davranışını sonlu elemanlar yöntemiyle modellemek için üç fonksiyona ihtiyaç duyulur.

- Akma fonksiyonu: Malzemenin akmaya başlayıp başlamadığını ifade eder.
- Pekleşme fonksiyonu: Plastik şekil değiştirmeler sebebiyle akma fonksiyonundaki değişiklikleri ifade eder.
- Akma Kuralı: Plastik şekli değiştirmelerin yönünü belirler.

Sonlu elemanlar yönteminde doğrusal olmayan problemler için sayısal hesap tekniğine de ihtiyaç duyulur. Bu teknikler sayesinde yük artımlarına tekabül eden şekil değiştirmeler hesaplanır. Sayısal teknikler, Artımsal Yöntem, Ardışık Yaklaşım Yöntemi ve bunların karışımı şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

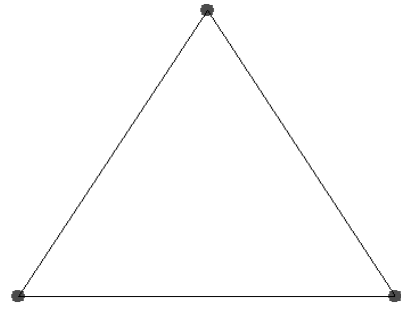
Yapı elemanlarının genellikle doğrusal davranış göstermezler. Normal şartlarda doğrusal davranış gösteren yapı elemanları limit yüklerin aşılmasıyla birlikte doğrusal olmayan davranışta bulunurlar. Gerçek davranışı yansıtabilmesi açısından sistem elemanlarının yer değiştirme - şekil değiştirme bağıntılarının doğrusal olmayacağı bir nümerik modele yansıtılmalıdır.

3.2.5 Geometrik modellemeler

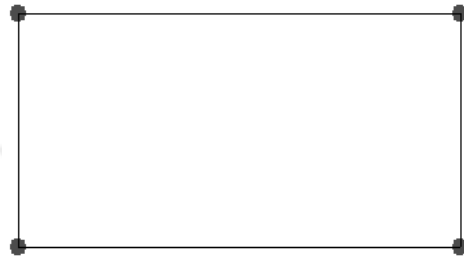
Yapıları modellerken izlenebilecek en basit yaklaşım farklı yapı elemanlarını, farklı model elemanlarıyla temsil etmektir [12].



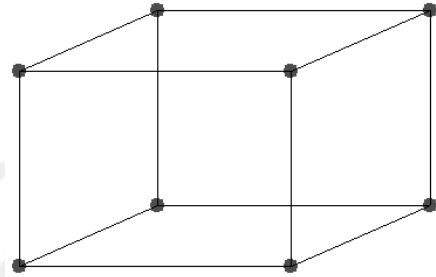
(a) Bir boyutlu çubuk eleman



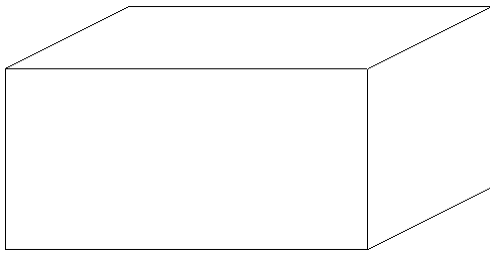
(b) İki boyutlu çubuk eleman



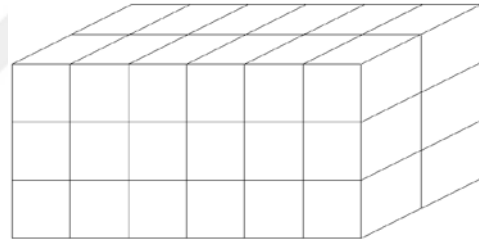
(c) İki boyutlu dörtgen eleman



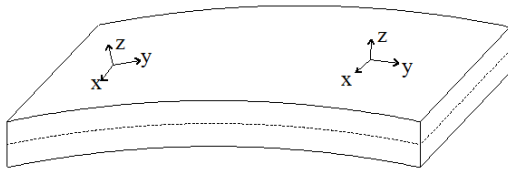
(d) Üç boyutlu dörtgen katı eleman



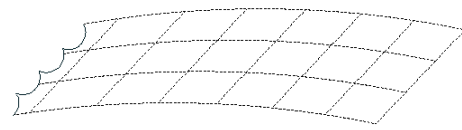
(e) Katı Cisim



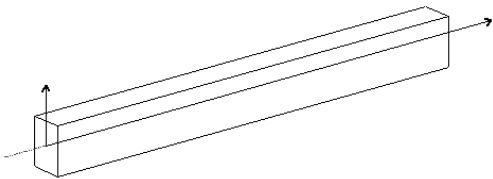
(f) Katı Eleman Parçası



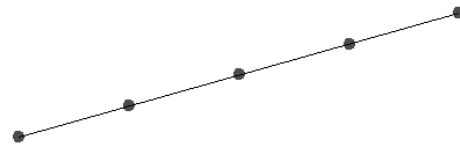
(g) Kabuk



(h) 2D Kabuk Eleman Ağı



(i) Kiriş Elemanı



(j) 1D Kiriş Eleman Parçası

Şekil 3.6 : Farklı Geometrik Modeller

3.2.6 Yapı elemanlarının sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmesi

- Kullanılacak olan sonlu eleman tipleri belirlenir.
- Malzeme karakteristikleri tanımlanır.
- Sonlu elemanların en, boy, yükseklik ve alan gibi geometrik büyüklükleri belirlenir. Uygun sonlu eleman ağları oluşturulur. Şekil fonksiyonları seçilir.
- Sınır şartları ve yükler tanımlanır
- Eleman matrisleri yardımıyla sistem matrisleri bulunur.
- Sistem denge denklemleri çözülür.

3.2.7 Yığma yapıların dinamik davranışı

Yığma yapıların dinamik kuvvetler karşısında gösterdiği mekanik özellikleri, günümüz yapı elemanları olan beton ve çeliğin mekanik özelliklerinden oldukça karmaşıktır. Her şeyden önce yığma yapının mekanik özelliklerini etkileyen çok faktör vardır. Yapıların dinamik özellikleri, periyotları, mod şekilleri ve sönüm oranlarıdır. Yığma yapılar çok rijit yapılar olduğu için doğal titreşim periyotları genellikle çok küçüktür. (0.05–0.20 saniye civarında). Bir yapının periyodu; kat yüksekliği, boyutları ve dolu duvar oranı ile ilgilidir. Yüksek yapıların periyodu uzun olur. Boyutları, kesitleri büyük yapıların ise periyotları kısa olur. Deprem esnasında yapıda hasar meydana gelir ve hasarı sönümlemek için çatlama meydana gelir ise periyodu uzar. Bununla birlikte yapı rijitliği arttığında da periyodu kısalmaktadır. Örneğin yığma yapıların periyodu betonarme çerçeve yapıların periyodundan daha kısadır. Betonarme perde yapıların periyodu da kısadır. Betonarme yapılarda periyot ile kat adedi arasında yaklaşık olarak (1) bağıntısında gösterilen bir ilişkinin olduğu kabul edilir:

burada N kat adedir.

$$T=(0.1-0.07)N \quad (1)$$

Örneğin, 10 katlı betonarme bir yapının periyodu 1.0 saniye civarında alınabilir. Şayet yapıda perde var ise 0.7 olabilmektedir. Betonarme yapıların periyotları çok sayıda ölçüm ile saptanabilmesine karşın yığma yapılar için sınırlı sayıda ölçüm yapılabilmektedir. Bu ölçümlere dayanarak

(2)' bağıntısında benzer şekilde şöyle bir formül verilebilir.

$$T=(0.035) N \quad (2)$$

Ancak sınırlı sayıda deney için bulunan bu kabul yapılırken dikkat etmek gerekmektedir.

Ülkemizde yığma yapılar yönetmeliklere göre en çok 4 katlı yapılabildiği için yığma yapı periyotlarının 0.05-0.20 saniye arasında değişebileceği görülmektedir. Bu değerler de yığma yapıların rijit yapılar olduğunu anlaşılmaktadır. Sağlam zeminlerde kısa periyotlu yapılara büyük ivmelerin geldiği, yumuşak zeminlerde ise uzun periyotlu yapılara büyük ivmelerin geldiği görülmektedir. Yığma yapılar kısa periyotlu yapılar olduğundan depremde büyük ivmelerin gelmesini önlemek için yumuşak zeminlere yapılması daha uygun olacaktır. Gerçekten de birçok depremde sağlam zemin üzerindeki yığma yapıların daha çok hasar gördüğü gözlenmiştir. Yığma yapıların sönüm oranları da düşük olup, kritik sönüm oranı % 1-2 kadardır. Ancak çatlama olduktan sonra periyotları uzar ve sönüm oranları yükselir [27].

Yığma yapılar günümüzde yapı tasarımında çok istenen "sünek" davranış yönünden yoksundur. Depreme dayanıklı olmaları için "sünek" lik kazandırmanın güçlüğü karşısında zor bir durum içindedirler. Yığma yapılar bir bakıma tarihsel yapılar olup, depremden korunmaları gerekir diğer yandan bunun gereğini yerine getirmek ya olanaksızdır ya da süneklik sağlamak yapının özgün niteliğini bozmaktadır. Bazı ülkelerde bu yapıların çok önemli ve tarihsel değeri olanları "taban yalıtımı" yöntemi ile deprem titreşimlerinden korunmaktadır. Ancak bu yöntemin bedeli oldukça yüksektir.

Kısa periyotlu olmaları nedeni ile uzak depremler yığma yapıları pek etkilemez. Kısa periyotları nedeni ile depremin merkezine yakın bölgelerde en büyük yer ivmesi, uç ivmesi gibi bir ivme ile zorlanacaklardır.

3.3 Döşemeler

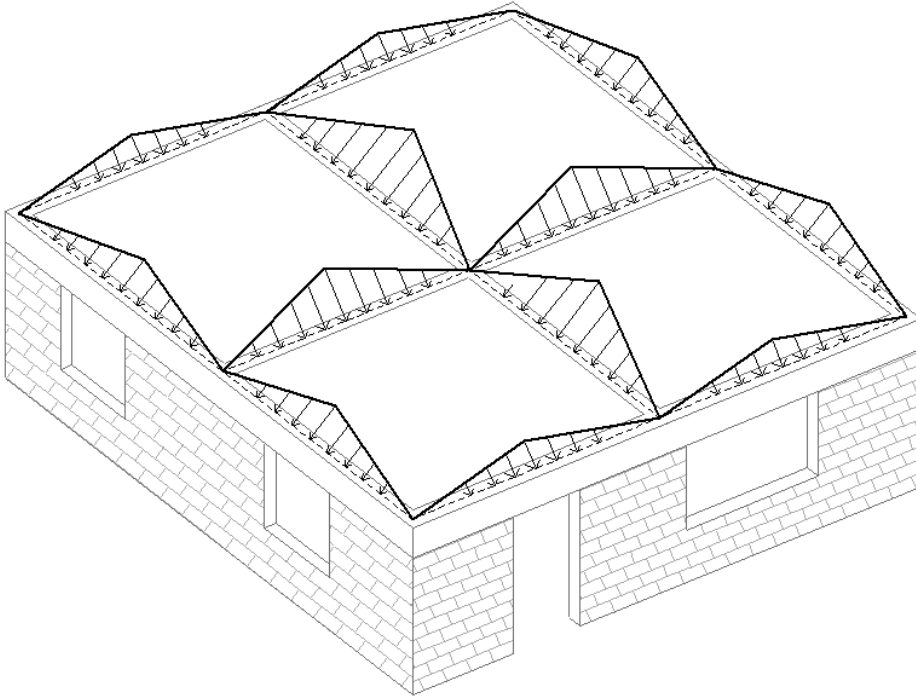
Döşemeler, yapıdaki düşey yüklerle karşılaşan yapı elemanıdır. Düşey yükler altında plak davranışı sergileyen döşemeler, yığma yapılarda bu yükleri genelde yatay hatıllar vasıtasıyla düşey taşıyıcı olan duvarlara aktarırlar. Döşemeler, bu görevlerinin yanı sıra deprem ve rüzgâr yükü gibi yatay yükler altında diyafram davranışı sergiler.

3.3.1 Yığma yapıların döşeme tipleri ve yük aktarımları

Günümüzde oldukça çeşitlilikte döşeme tipleri vardır. Ancak burada daha çok yığma yapılarda tercih edilen veya edilmiş döşeme tiplerine kısaca değinilecektir. Bunlar plak döşemeler, nervürlü döşemeler, ahşap döşemeler ve volta döşemelerdir.

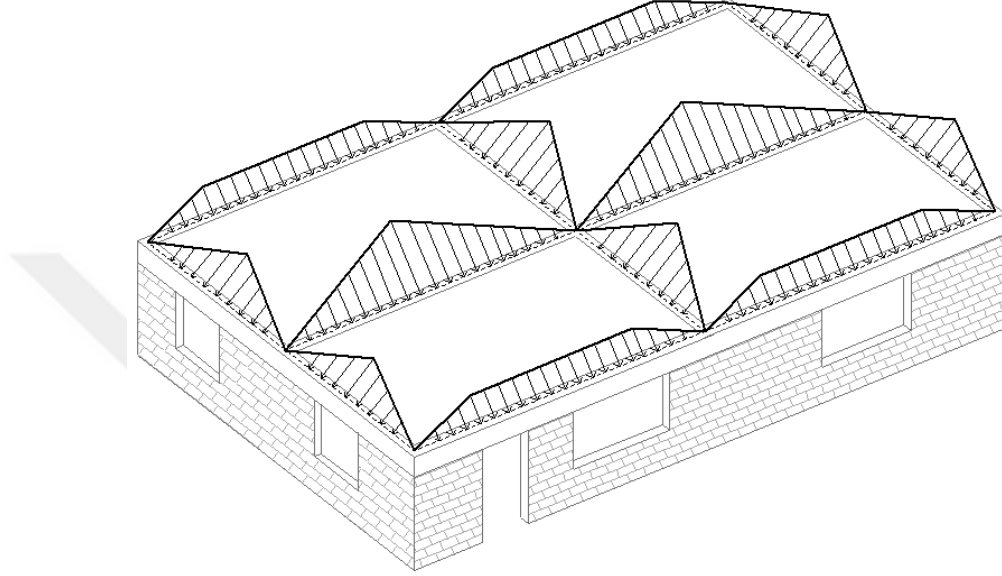
3.3.1.1 Plak döşemeler

Dört kenarında hatılları olan ve karşıladığı yükleri bu hatıllara aktaran dolu gövdeli döşemelerdir. Yükün aktarılması döşemenin uzun açıklığının kısa açıklığa oranına bağlı olarak değişmektedir. Günümüzde yığma binalarda en çok tercih edilen döşeme tipidir (Şekil 3.7).

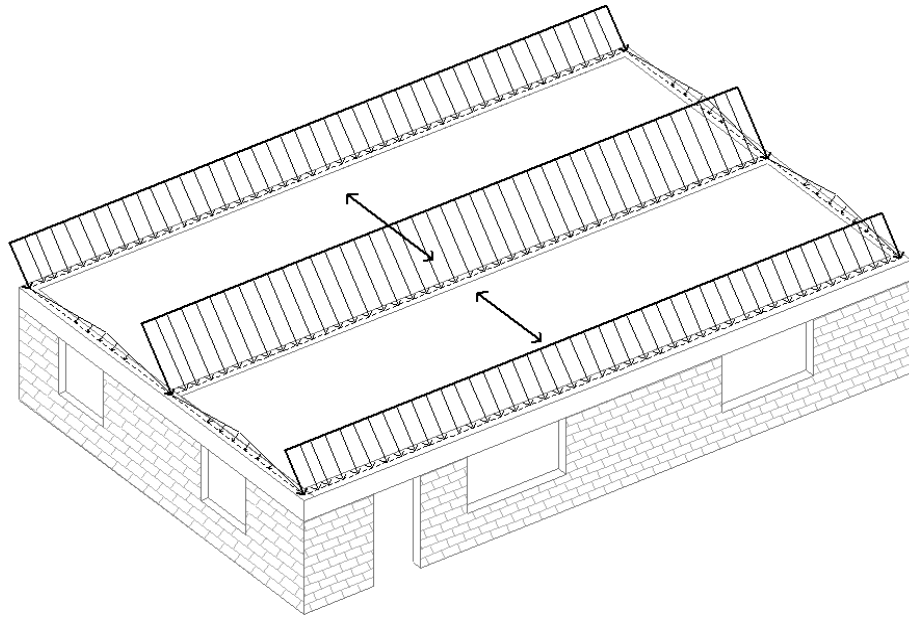


Şekil 3.7 : Eşit Kenarlı Döşemelerin Yük Aktarımları

Daha öncede belirttiğimiz üzere, plak döşemelerin yük aktarımı, bir başka açılım biçimi uzun plan açıklığının kısa açıklıkla oranıyla belirlenir (Şekil 3.8). Uzun plan açıklığının kısa plan açıklığına oranı 2'den büyük döşemelerde bir doğrultuda çalışıyor kabul edilecektir. Bir doğrultuda çalışan plaklarda kısa hatıllara aktarılan üçgen yük oldukça küçüktür. Bu nedenle tüm yükün uzun doğrultudaki hatıllar tarafından taşındığı varsayılır. Bu durumda uzun kirişlerin yükü düzgün yayılı olduğu kabul edilir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8 : Farklı Kenarlı Döşemenin Yük Aktarımları

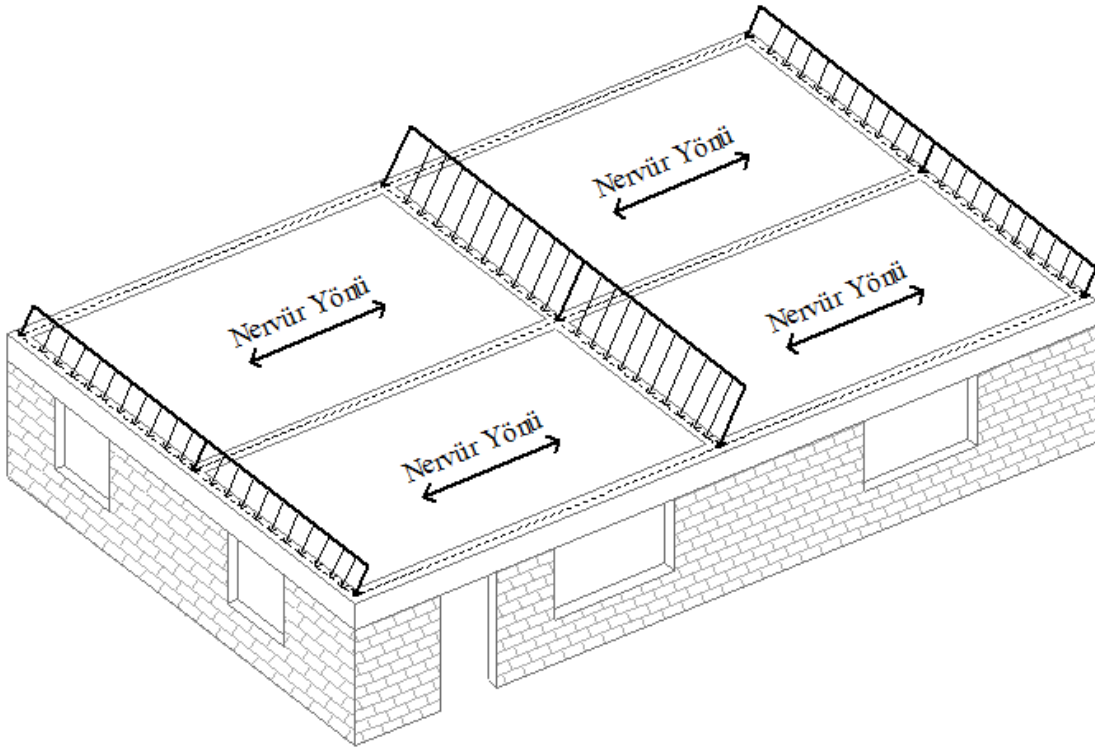


Şekil 3.9 : Bir Doğrultuda Çalışan Plak Döşemelerin Yük Aktarımı

3.3.1.2 Dişli döşemeler

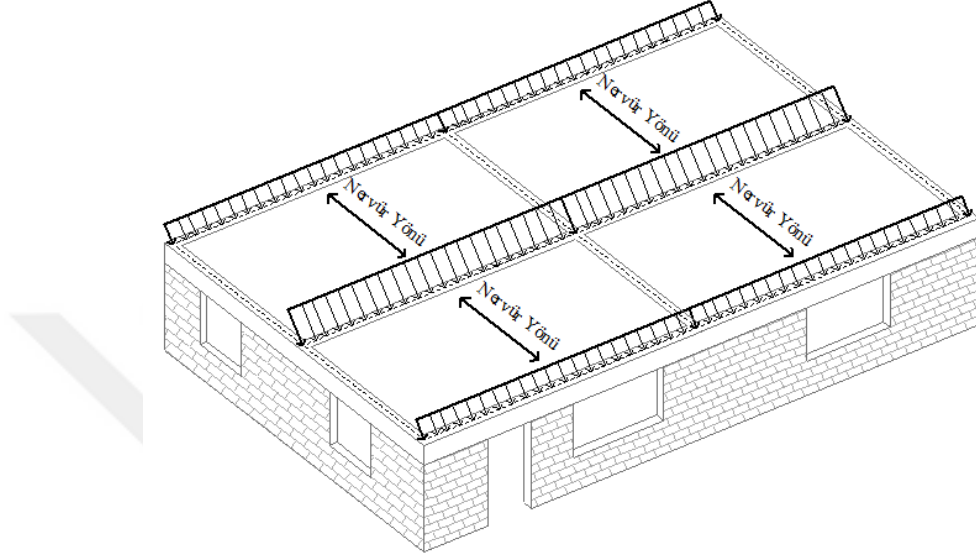
Döşeme yüklerinin bir doğrultuda veya iki doğrultuda tali kirişler yardımıyla ana hatıllara oradan da duvarlara aktarıldığı döşemelerdir. Bir veya iki doğrultuda dişleri bulunan ve dişler arası boş olan döşemelere nervürlü döşemeler denir. İki doğrultudaki dişli döşemelere ise kaset döşeme denilmektedir. Bir doğrultuda çalışan plaklarda kısa hatıllara aktarılan yük küçüktür. Bu nedenle tüm yükün uzun doğrultudaki hatıllar tarafından taşındığı varsayılır. Bu durumda uzun kirişlerin yükü düzgün yayılı olur. Yığma binalarda da kullanılan fakat maliyet açısından çok tercih edilen bir döşeme tipi değildir.

Uzun doğrultuda çalışan nervürler, dış açıklığı büyük olması sebebiyle zorlanırlar. Dişli döşemenin açıklığı 4 m den fazla ise taşıyıcı dişlere dik, en az aynı boyutta enine dişler düzenlenmesi gerekmektedir. Döşemelerden taşıyıcı duvarlara yük aktarımı nervürlere dik doğrultudaki hatıllar vasıtasıyla olur (Şekil 3.10 - Şekil 3.11).



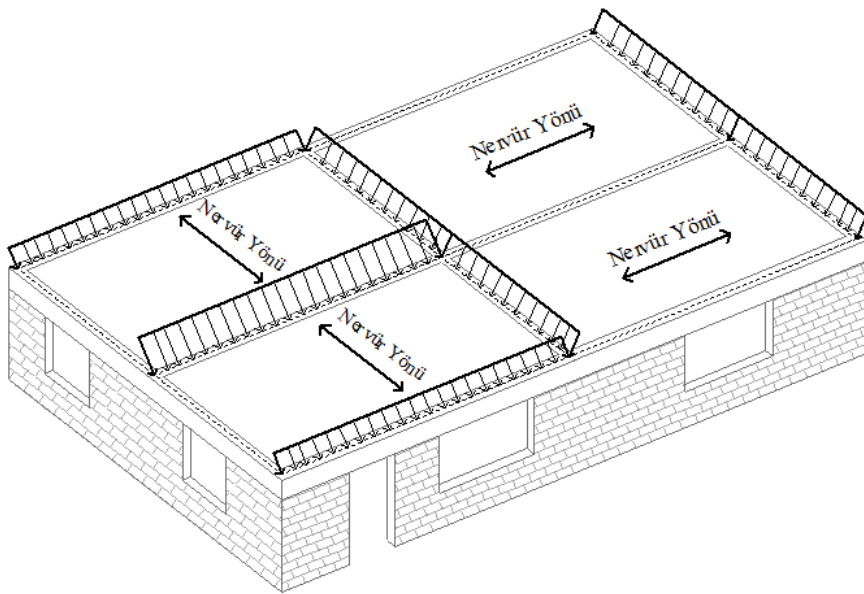
Şekil 3.10 : Uzun Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarımı

Kısa doğrultuda çalışan nervürler, dış açıklığı küçük olması sebebi ile daha az zorlanırlar. Döşemelerde nervürlerin dik doğrultusunda uzun doğrultudaki hatıllar vasıtası ile duvarlara yükleri aktarlar. Yığma binalarda nervürlerin kısa doğrultuda oluşturularak, yüklerin uzun doğrultudaki taşıyıcı duvarlara aktarılması gerilmelerin dağılımı açısından daha uygundur (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : Kısa Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarımı

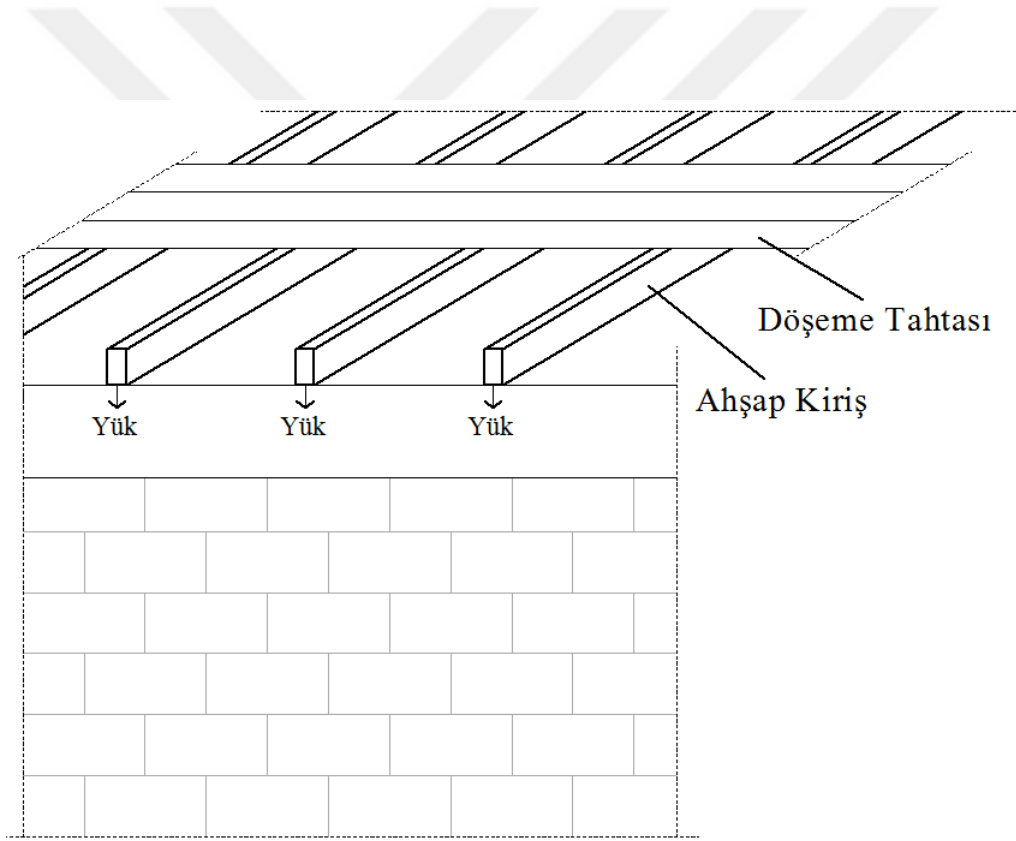
Tasarım esnasında farklı yönlerde nervürler teşkil edilerek, buna göre dizayn edilmesi, duvarlara yük aktarılması bakımından daha uygun olur (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : Farklı Doğrultudaki Dişli Döşemelerin Yük Aktarım

3.3.1.3 Ahşap döşemeler

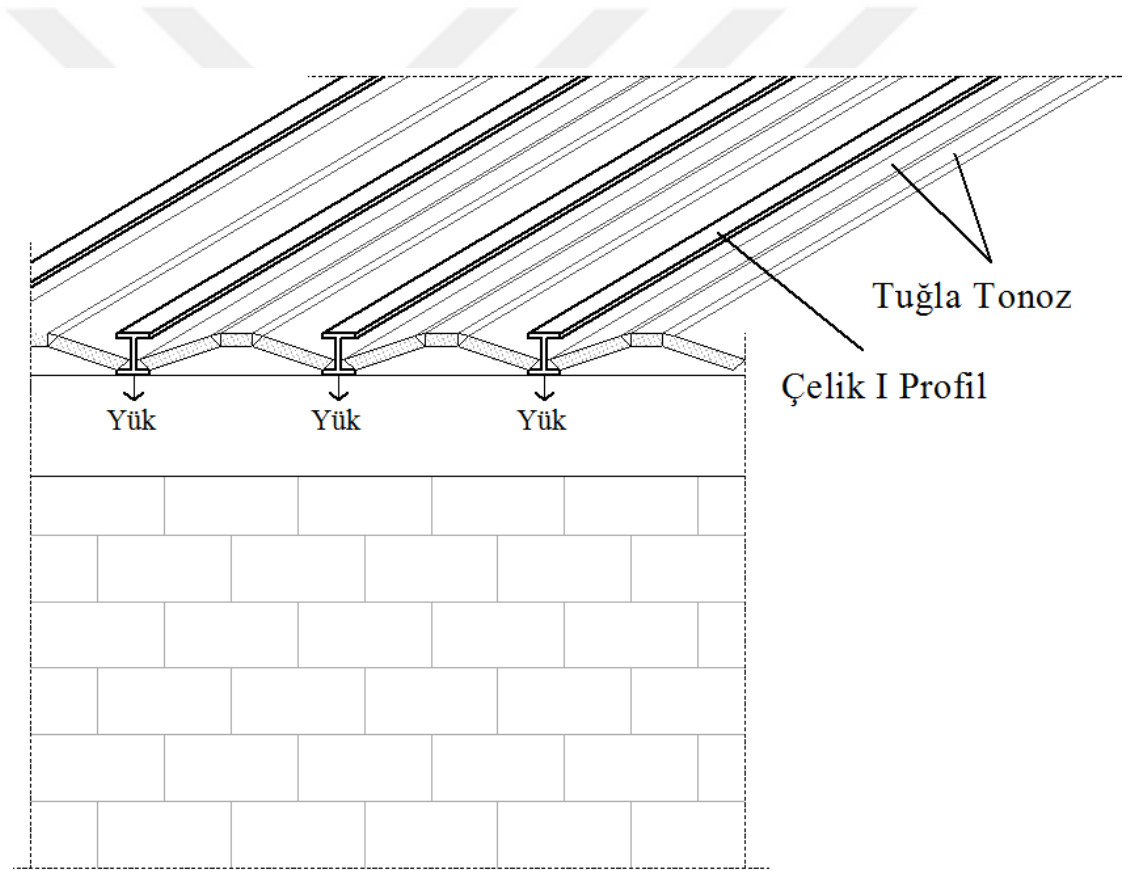
Kagir duvarlar üzerine oturan ahşap kirişli döşemeler tek doğrultuda çalışırlar. Yük aktarımı Şekil 3.13 deki gibi alınabilir. Ahşap döşeme kirişlerin kagir duvar neminden korunması, hizmet süresince düşmemesi için duvara iyi bağlanması, herhangi bir nedenle yerinden oynadığında duvarda hasar oluşturmayacak şekilde hareket etmesi sağlanmalıdır. Ahşap kirişler ile tuğla duvar arasında etkileşim beklenmediği için sistem bir diyafraam çalışması göstermez. Daha çok tarihi binalarda tercih edilmiş bir döşeme tipidir [28].



Şekil 3.13 : Ahşap Döşemelerin Yük Aktarımı

3.3.1.4 Volta döşemeler

Çelik I profil kirişler arasının tuğla tonozlarla örüldüğü volta döşeme, tek doğrultuda çalışan döşemelerdendir. Yük aktarımı Şekil 3.14 deki gibi alınabilir. Düşey döşeme yüklerini tuğla tonoz kemerleri basınca çalışarak uzun doğrultudaki çelik kirişlere, kirişler de üzerine oturduğu duvarlara ya da kirişlere aktarır. Yatay deprem yükleri altında çelik profiller kayabilir; tuğla kemerler, düzlemine dik ve düzlemi doğrultusundaki eğilme ile zayıflayabilir; çelik kirişlerle tuğla duvar arasında etkileşim beklenmez ve sistem bir diyafram çalışması göstermez. Bu döşeme tipi de çok tarihi binalarda tercih edilmiş bir döşemedir.



Şekil 3.14 : Volta Döşemelerin Yük Aktarımı

3.3.2 Döşemelere gelen yükler

3.3.2.1 Döşemelere gelen ölü yükler

Döşemedeki öz yüklerdir, bunlar döşemenin kendi ağırlığı, şap ağırlığı, kaplama ağırlığı, sıva ağırlığı gibi yüklerdir. Yapı ömrü boyunca kalacak olan yüklerdir.

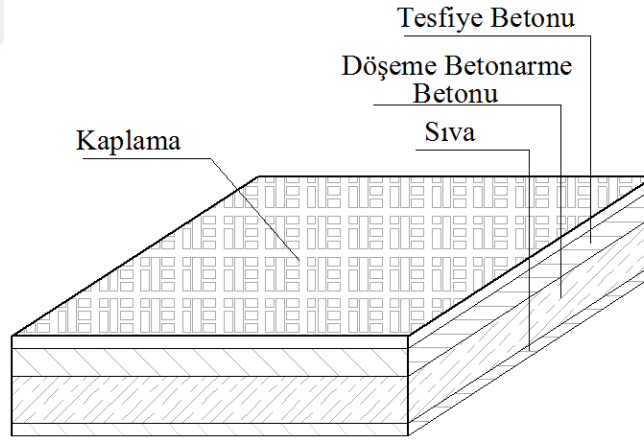
Kaplama, döşemede kullanılacak kaplama ağırlığıdır. Mermer, fayans, parke, çini, mozaik gibi malzemelerin oluşturduğu ağırlıklardır.

Şap, kaplamadan önce düz bir yüz elde etmek için uygulanan genellikle kum, çimento ağırlıklı malzemelerden oluşan karışımın ağırlığıdır.

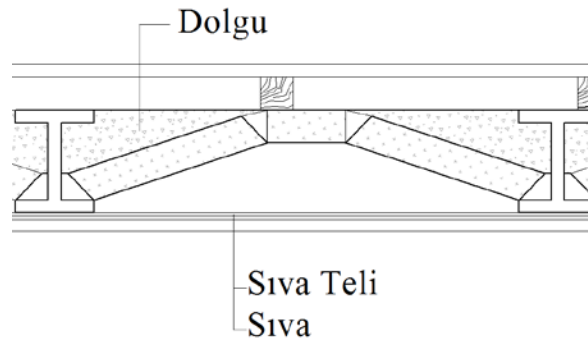
Tabliye Ağırlığı, tabliyenin kendi ağırlığıdır. Burada kullanılan çakıl, kum, demir gibi malzemelerin karışımından dolayı oluşan ağırlıktır.

Sıva, tavana uygulanan, düzgün bir yüz elde etmek için daha çok kum, çimento, kireç gibi malzemelerin karışımından oluşan ağırlıktır (Şekil 3.15).

Dolgu, düşük döşemelerde veya volta döşemelerde, kullanılan dolguda kullanılan malzemeye göre değişkenlikler gösteren ağırlıklardır (Şekil 3.16).



Şekil 3.15 : Betonarme Döşemeler İçin Öz Yükler



Şekil 3.16 : Volta Döşemeler İçin Öz Yükler

3.3.2.2 Döşemelere gelen hareketli yükler

Yapıya sonradan yüklenen, yapı ömrü boyunca zaman zaman değişkenlikler gösterebilen yüklerdir. Bunlar her türlü eşyalar, insanlar, imalathanelerdeki makineler, sökölüp takılabilen ekipmanlar ve bunun gibi nesnelere ait yüklerdir Çizelge 3.3 [29].

Çizelge 3.3 : Düzgün Yayılı Düşey Hareketli Yük Hesap Değerleri [29]

Kullanma Şekli				
	Çatılar Yatay veya 1/20'ye kadar eğimli	Döşemeler	Merdivenler (Sahanlık ve merdiven girişi dahil)	Hesap değeri kg/m ² (kN/m ²)
1		Çatı arası odalar		150 (1.5)
2	Zaman zaman kullanılan çatılar	Konut, teras, oda ve koridorlar, bürolar, konutlardaki 50 m ² 'ye kadar olan dükkanlar, hastane odaları		200 (2)
3	Konut toleranslarının kullanılması ve çiçeklik (bahçe yapılması)	Hastanelerin, mutfakların muayene odaları, poliklinik odaları, sınıflar, yatakhaneler, anfiler	Konut Merdivenleri	350 (3.5)
4		Camiler, Tiyatro ve sinemalar, Spor, dans ve sergi salonları, Tribünler (oturma yeri sabit olan), Toplantı ve bekleme salonları, Mağazalar, Lokantalar, Kütüphaneler, Arşivler, Hafif ağırlıklı atölyeler Büyük mutfaklar, kantinler Mezbahalar, Fırınlr, Büyükbaş hayvan ahırları, Balkonlar 10 m ² 'ye kadar, Büro, hastane, okul, tiyatro, sinema, kütüphane, depo vb. genel yapı koridorları.	Umuma açık yapılarda büro, hastane, okul, tiyatro, kütüphane, kitaplık vb.	500 (5)
5		Tribünler (oturma yeri sabit olmayan)		750 (7.5)
6		Garajlar (Toplam ağırlığı 2,5 tona kadar olan araçlar için)		500 (5.0)



4. YIĞMA DUVAR GERİLMELERİNİN ELEKTRONİK HESAP TABLOSU YÖNTEMİYLE SAPTANMASI

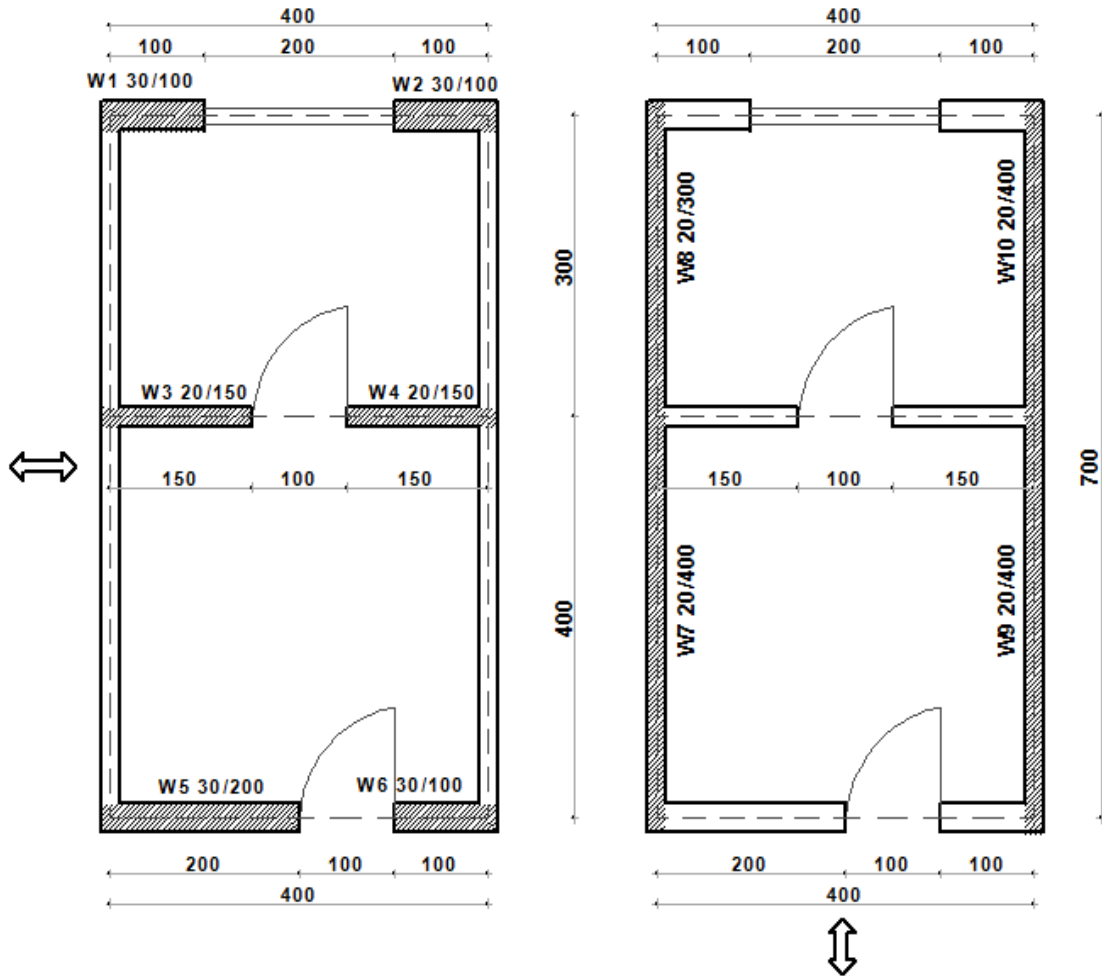
Bu bölümde, Microsoft Excel elektronik hesap tabloları yardımıyla yığma bir yapının taşıyıcı duvar gerilmelerinin saptanmasına yönelik hazırlanan program, örnek bir uygulama üzerinde tanıtılacaktır. Hesap tabloları; yapı bilgi girişi tablosu, analiz bölümü, duvar eksenel gerilme hesap tablosu ve duvar kayma gerilmesi hesap tablosu olmak üzere dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlere ait bilgi girişleri ve/veya hesap esasları aşağıda özetlenmiştir.

4.1 Yapı Bilgi Girişi

Yapı bilgi girişi tablosunun genel bir görünümü Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere, giriş bilgileri; genel bilgiler, ilave yük bilgileri, deprem bölgesi bilgileri ve yapı aks bilgileri olmak üzere gruplara ayrılmıştır. Bilgi girişinin tamamlanmasının ardından form üzerine yerleştirilen düğmeler yardımıyla -yapı kat sayısına bağlı olarak- duvar özellikleri ve kat döşemesi bilgilerinin tanımlanacağı kat bilgi giriş formları otomatik olarak oluşturulmaktadır.

Şekil 4.1 : Yapı bilgi girişi tablosunun genel görünümü.

Programın kullanımının gösteriminde kullanılan örnek yapının kalıp planı Şekil 4.2'de görülebilir. Taşıyıcı duvarları düşey delikli blok tuğladan imal edilecek olan tek katlı yığma yapıda, kat yüksekliği 3m, yatay plan doğrultusundaki duvar kalınlıkları 30cm, düşey plan doğrultusu duvarlarının ise 20cm'dir. Kat döşemesi düşey yükünün 1kN/m² olduğu varsayılan sistemde, döşemelerin yatay plan doğrultusunda yük aktaran dışlı döşeme olduğu kabul edilmiştir. Birinci derece deprem bölgesinde inşa edilecek tek katlı yapının 1. kat giriş bilgileri tablosu Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : Yatay ve düşey plan doğrultusundaki taşıyıcı duvarlar

Genel Bilgiler

Düsey delikli blok tuğla (delik oranı %35'den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	f_{cm} (MPa)	1.00
EĞER(B2="Düsey delikli blok tuğla (delik oranı %45'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)",0.8,EĞER(B2="Düsey delikli blok tuğla (delik oranı %45'den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)",0.5,EĞER(B2="Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)",0.8,EĞER(B2="Taş duvar (çimento takviyeli kireç harcı ile)",0.3,EĞER(B2="Gazbeton (tuftukal ile)",0.6,EĞER(B2="Dolu beton briket (çimento harcı ile)",0.8,EĞER(B2="Kullanıcı Giriş":";")))))))	f_{td} (MPa)	0.28
Duvar sıvasının ortalama kalınlığı (m)	t_v	0.02

Genel Yarı Ölçümleri

Ortalama kat yüksekliği (m)	3.00
Ortalama duvar kalınlığı (m)	0.30
Duvar Elemanı Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (t/m ³)	1.50
Sıva Malzemesi Ortalama Birim Hacim Ağırlığı (t/m ³)	1.20
Bir kısıtlı kapı ve üst duvar işlevi ağırlık toplamı (ton)	0.00
Bir kısıtlı pencere ve dışa/batı duvar işlevi ağırlık toplamı (ton)	0.00
Yatay Hata Birim Hacim Ağırlığı (t/m ³)	2.40

Plan Dağılımı

Duvar adı	Duvar eşi aksları	Duvarın uzunluğu			Duvarın kalınlığı			Duvar Yüksekliği
		L	d	h	L	d	h	
		m	m	m				
W1	K3 Y1	1.00	0.30	3.00				
W2	K3 Y6	1.00	0.30	3.00				
W3	K2 Y1	1.50	0.30	3.00				
W4	K2 Y5	1.50	0.30	3.00				
W5	K1 Y1	2.00	0.30	3.00				
W6	K1 Y6	1.00	0.30	3.00				

Düleme Akı

Düleme Akı	Düleme eşi alt ve sağ üst abo numaraları				Düleme Yüksekliği (m)	Çalışma Yönu
	Sol, X	Sol, Y	Sağ, X	Sağ, Y		
D101	X1	Y1	X2	Y7	1.00	X
D102	X2	Y1	K3	Y7	1.00	X

Şekil 4.3 : Birinci katta duvar döşeme özelliklerinin tanımlanması.

4.2 Analiz Bölümü

Programın analiz bölümünün genel görünümü Şekil 4.4'de verilmiştir. Analiz bölümüne yerleştirilen bilgi girişi ve düğmeler yardımıyla, yapısal sistemin taşıyıcı duvarlarındaki gerilme kontrolleri yapılabildiği gibi, Türk Deprem Yönetmeliği 7. Bölüm esaslarına uygun olarak yapısal performans tespiti de yapılabilmektedir.

Gerilme Kontrolleri

Yığma yapı duvarlarında normal ve kayma gerilmelerinin emniyet gerilmeleri ile kıyaslanması için hesap tuşuna basınız.

<<Gerilmeleri Kontrol Et>>

!! Sonuçları Sil !!

Performans Denetimi

Yığma yapının farklı düzeylerdeki deprem etkileri altında bina performansını belirlemek için hesap tuşuna basınız.

<<Bina Performansını Belirle>>

Bilgi Düzeyi Katsayısı

1.00

X Duvarları

Kat	Normal Gerilme	Kayma Gerilme	Normal Gerilme	Kayma Gerilme
1	ok	ok	ok	ok

Y Duvarları

Kat	Düsey Yük	0.5KTasarım Depremi	Tasarım Depremi	1.5KTasarım Depremi	Düsey Yük	0.5KTasarım Depremi	Tasarım Depremi	1.5KTasarım Depremi

Şekil 4.4 : Analiz bölümü.

4.3 Taşıyıcı Duvar Normal Gerilmeleri Hesap Tablosu

Programda taşıyıcı duvar eksenel gerilme hesabı tek kat için oluşturulan sabit bir hesap tablosu yardımıyla yapılmaktadır. Hesap tablosunda ilgili kat verilerinin girilmesi durumunda düşey gerilme hesabı için gerekli formüller yazılmış olup, program içine yazılan makro kodu yardımıyla mevcut form kat sayısı kadar kopyalanmakta ve kat verileri ilgili hücrelere yazdırılmaktadır. Bu işlemler, programın analiz bölümündeki hesap tuşlarına basılarak otomatik olarak yapılmaktadır. Düşey gerilmelerin program tarafından hesaplanmasına ait görsel aşamalar, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Gerilme hesaplarında kullanılan formülasyon ise aşağıdaki Çizelge 4.1'de özetlenmiştir.

Şekil 4.5 : Düşey gerilmelerin hesabı.

Şekil 4.6 : Düşey gerilmeler ve duvar malzemesi için hesaplanan güvenlik oranları.

Çizelge 4.1 : Düşey Gerilmelerin Hesap Bağlıntıları.

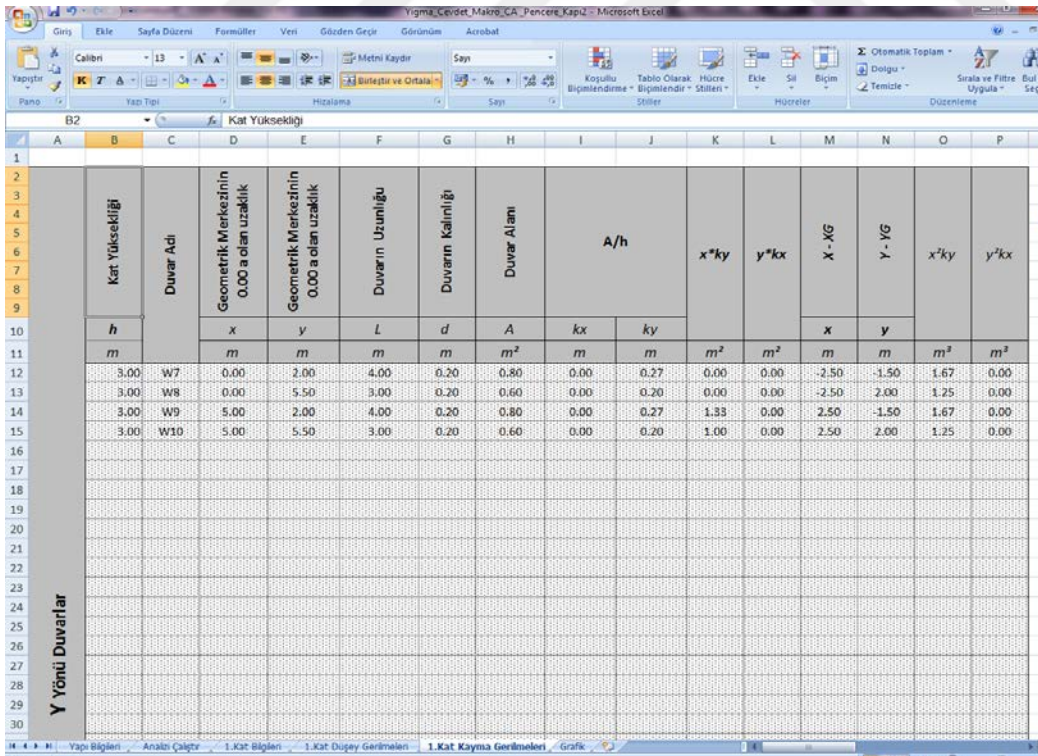
Hesaplanan Büyüklük	Formül	Açıklama
<i>Duvar Ağırlığı</i>	$G7=E7 \cdot F7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "G" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>Duvar Alanı</i>	$N7=B7 \cdot C7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "N" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>Duvar Toplam Ağırlığı</i>	$M7=G7+I7+K7+L7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "M" sütununun tamamı için geçerlidir. (Duvara etkiyen bütün düşey yükler toplanmıştır.)
<i>Duvar Düşey Gerilmesi</i>	$O7=M7/N7 \cdot 0,01$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "O" sütununun tamamı için geçerlidir. (Burada 0,01 birim çevirmek içindir.)
<i>Narinlik Katsayısı</i>	$P7=D7/C7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "P" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>Azaltma Katsayısı</i>	$Q7=$ EĞER($P7 < 7; 1 \dots P7 < 25; 0,51; ""$)	7 numaralı satır için gösterilen formül, "Q" sütununun tamamı için geçerlidir. (Burada yönetmelik gereği her narinlik katsayısı değeri için önerme yapılmıştır.)
<i>Azaltılmış Emniyet Gerilmesi</i>	$S7=Q7 \cdot R7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "S" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>Güvenlik Katsayısı</i>	$T7=S7/O7$	7 numaralı satır için gösterilen formül, "T" sütununun tamamı için geçerlidir.
X plan doğrultusuna aktarılan kat ağırlığı, $W_x =$	$E58=$ $G48+I48+K48+G48+M48$	E58 Hücresine X doğrultusundaki duvarların kendi ağırlığı , sıvanın ağırlığı , döşemeden gelen yükler ve kapı-pencere üstlerindeki duvarların ağırlıkları toplamıdır.
Y plan doğrultusuna aktarılan kat ağırlığı, $W_y =$	$E118= G108+I108+K108+G108+M108$	E118 Hücresine Y doğrultusundaki duvarların kendi ağırlığı , sıvanın ağırlığı , döşemeden gelen yükler ve kapı-pencere üstlerindeki duvarların ağırlıkları toplamıdır.
<i>Toplam kat ağırlığı,</i> $W_i =$	$E120=E118+E58$	E120 Hücresine Katların iki doğrultudaki ağırlıkları toplamı yazılır.

4.4 Taşıyıcı Duvar Kayma Gerilmeleri Hesap Tablosu

Programda taşıyıcı duvar kayma gerilme hesabı tek kat için oluşturulan sabit bir hesap tablosu yardımıyla yapılmaktadır. Hesap tablosunda ilgili kat verilerinin girilmesi durumunda düşey gerilme hesabı için gerekli formüller yazılmış olup, program içine yazılan makro kodu yardımıyla mevcut form kat sayısı kadar kopyalanmakta ve kat verileri ilgili hücrelere yazdırılmaktadır. Kayma gerilmesi hesap formlarının oluşturulmasında iki aşamalı bir hesap yöntemi benimsenmiştir. Birinci hesap aşamasında taşıyıcı sistemin rijitliği belirlenmekte, ikinci hesap aşamasında ise X ve Y plan doğrultularında deprem yatay yükleri yapıya etkitilmektedir.

4.4.1 Yığma binanın kayma rijitlik merkezi hesap tablosu

Yığma binanın taşıyıcı duvar kayma rijitlik merkezi hesapları, programın analiz bölümündeki hesap tuşlarına basılarak otomatik olarak yapılmaktadır. Kayma rijitlik merkezinin hesaplamasına ait formun görünümü Şekil 4.7’de verilmiştir. Kayma rijitlik merkezinin hesaplarında kullanılan formülasyon ise aşağıdaki Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.



Kat Yüksekliği	Duvar Adı	Geometrik Merkezinin 0.00 a olan uzaklık		Duvarın Uzunluğu		Duvarın Kalınlığı		Duvar Alanı		A/h		x^*ky	y^*kx	$x - YG$	$Y - YG$	x^2ky	y^2kx
		x	y	L	d	A	kx	ky	x^2	y^2	x	y	x^2	y^2			
		m	m	m	m	m ²	m	m	m ²	m ²	m	m	m ²	m ²			
3.00	W7	0.00	2.00	4.00	0.20	0.80	0.00	0.27	0.00	0.00	-2.50	-1.50	1.67	0.00			
3.00	W8	0.00	5.50	3.00	0.20	0.60	0.00	0.20	0.00	0.00	-2.50	2.00	1.25	0.00			
3.00	W9	5.00	2.00	4.00	0.20	0.80	0.00	0.27	1.33	0.00	2.50	-1.50	1.67	0.00			
3.00	W10	5.00	5.50	3.00	0.20	0.60	0.00	0.20	1.00	0.00	2.50	2.00	1.25	0.00			

Şekil 4.7 : Rijitlik merkezi hesabı.

Çizelge 4.2 : Kayma Rijitlik Merkezinin Hesap Bağlıntıları.

Hesaplanan Büyüklük	Formül	Açıklama
<i>Duvar Alanı</i>	$H12=F12*G12$	12 numaralı satır için gösterilen formül, "H" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>Y Yönündeki Duvar Göreceli Kayma Rijitliği</i>	$J12 = H12/B12$	12 numaralı satır için gösterilen formül, "J" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>X Yönündeki Duvar Göreceli Kayma Rijitliği</i>	$Z12= Y12/S12$	12 numaralı satır için gösterilen formül, "Z" sütununun tamamı için geçerlidir.
<i>x*ky Oluşturma</i>	$K12=D12*J12$	12 numaralı satır için gösterilen formül, "K" sütununun tamamı için geçerlidir. (x duvarın geometrik merkezinin döşeme koordinat sisteminin 0.00 a olan uzaklığıdır)
<i>y*kx Oluşturma</i>	$AC12=V12*Z12)$	12 numaralı satır için gösterilen formül, "AC" sütununun tamamı için geçerlidir. (y duvarın geometrik merkezinin döşeme koordinat sisteminin 0.00 a olan uzaklığıdır)

4.4.2 Taşıyıcı duvar kayma gerilmeleri hesap tablosu

Birinci hesap adımından belirlenen kayma rijitlik merkezi esas alınarak, taşıyıcı duvarların kayma gerilmesinin saptanmasında dört farklı yükleme durumu dikkate alınmıştır. Bunlar: Taban kesme kuvvetlerinin +X., -X., +Y., -Y. doğrultuları için ayrı ayrı etkime durumlarıdır. Her bir yükleme durumu için burulma momentleri de hesaba katılarak gerilmeler belirlenmektedir. Bu işlemler, programın analiz bölümündeki hesap tuşlarına basılarak otomatik olarak yapılmaktadır. Kayma gerilmelerinin hesaplamasında kullanılan form Şekil 4.8'de verilmiştir. Kayma gerilmelerinin hesaplarında kullanılan formülasyon ise aşağıdaki Çizelge 4.3'de özetlenmiştir.

Düvar Adı	Düvarın Uzunluğu		Düvarın Kalınlığı	Düvar Alanı	Düvar Kesme Kuvvetleri				Düvar Kayma Gerilmeleri				Düvar Kayma Emniyet Gerilmesi	Güvenlik katsayısı
	L	d	A	V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{x,2}	τ _{y,1}	τ _{y,2}	τ _{em}		
	m	m	m ²	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		
W7	4,00	0,20	0,80	0,00	0,00	86,28	86,28	0,000	0,000	0,108	0,108	0,27	2,55	
W8	3,00	0,20	0,60	0,00	0,00	64,71	64,71	0,000	0,000	0,108	0,108	0,27	2,55	
W9	4,00	0,20	0,80	0,00	0,00	86,28	86,28	0,000	0,000	0,108	0,108	0,27	2,55	
W10	3,00	0,20	0,60	0,00	0,00	64,71	64,71	0,000	0,000	0,108	0,108	0,27	2,55	

Şekil 4.8 : Duvarlara gelen kesme kuvvetleri ve kayma gerilmenin hesabı.

Çizelge 4.3 : Kayma Gerilmelerinin Hesap Bağlılıkları.

Hesaplanan Büyüklük	Formül	Açıklama
+X doğrultusundaki Düvar Kesme Kuvveti	$V_{x,1} = I12 * G113 / Z64 + I113 * I12 * (N12 - I80) / I87$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "F" sütununun tamamı için geçerlidir.
-X doğrultusundaki Düvar Kesme Kuvveti	$V_{x,2} = I12 * G114 / Z64 + I114 * I12 * (N12 - I80) / I87$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "G" sütununun tamamı için geçerlidir.
+Y doğrultusundaki Düvar Kesme Kuvveti	$V_{y,1} = J12 * G115 / AA64 + I115 * J12 * (M12 - I80) / I87$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "H" sütununun tamamı için geçerlidir.
-Y doğrultusundaki Düvar Kesme Kuvveti	$V_{y,2} = J12 * G116 / AA64 + I116 * J12 * (N12 - I80) / I87$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "I" sütununun tamamı için geçerlidir.
+X doğrultusundaki Düvar Kayma Gerilmeleri	$\tau_{x,1} = F129 * 0,001 / E129$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "J" sütununun tamamı için geçerlidir.
-X doğrultusundaki Düvar Kayma Gerilmeleri	$\tau_{x,2} = G129 * 0,001 / E129$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "K" sütununun tamamı için geçerlidir.
+Y doğrultusundaki Düvar Kayma Gerilmeleri	$\tau_{y,1} = H129 * 0,001 / E129$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "L" sütununun tamamı için geçerlidir.
-Y doğrultusundaki Düvar Kayma Gerilmeleri	$\tau_{y,2} = I129 * 0,001 / E129$	129 numaralı satır için gösterilen formül, "M" sütununun tamamı için geçerlidir.

5. KARŞILAŞTIRMALAR

5.1 Örnek I. Fatih İlçesin de Bir Proje

Bu bölümde İstanbul İli, Fatih İlçesi, Gül Sokaktaki bir yığma bina farklı programlar altında hesaplanıp karşılaştırılacaktır.

Söz konusu bina toplamda 146 m², 2 katlı olup, II. dereceden deprem bölgesinde bulunmasına rağmen daha güvenli tarafta kalmak adına I. derece deprem bölgesi özellikleri göz önüne alınarak hesaplama yoluna gidilmiştir.

İncelenecek bu üç analiz için

- Döşeme tipi,
- Döşeme tasarım ölü yükleri,
- Döşeme tasarım hareketli yükleri,
- Deprem kuvvetleri,
- Duvarda kullanılan malzemenin, basınç ve kesme emniyet dayanımları aynı kabul edilmiştir.

Bulunduğu bölge, kullanım amacı, yapı geometrik özellikleri ve kullanılan malzeme gibi parametreleri göz önüne alındığında,

Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile) ,

$$A_0=0.40 \quad (I. Deprem Bölgesi),$$

$$I = 1 \quad (Konut),$$

$$S(T_1) = 2.5$$

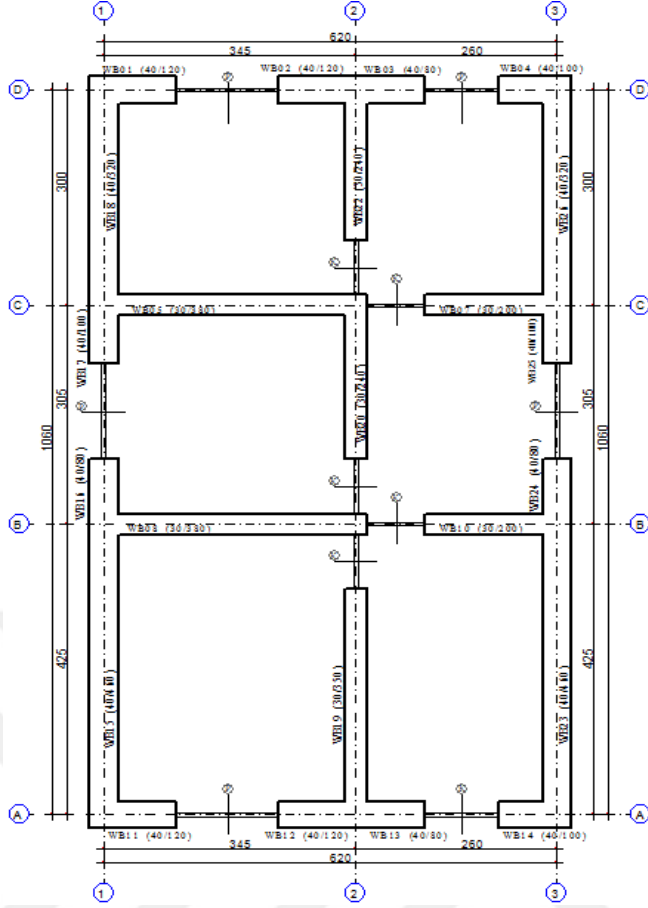
$$R_a(T_1) = 2.0$$

$$\gamma = 1.5 \text{ t/m}^3$$

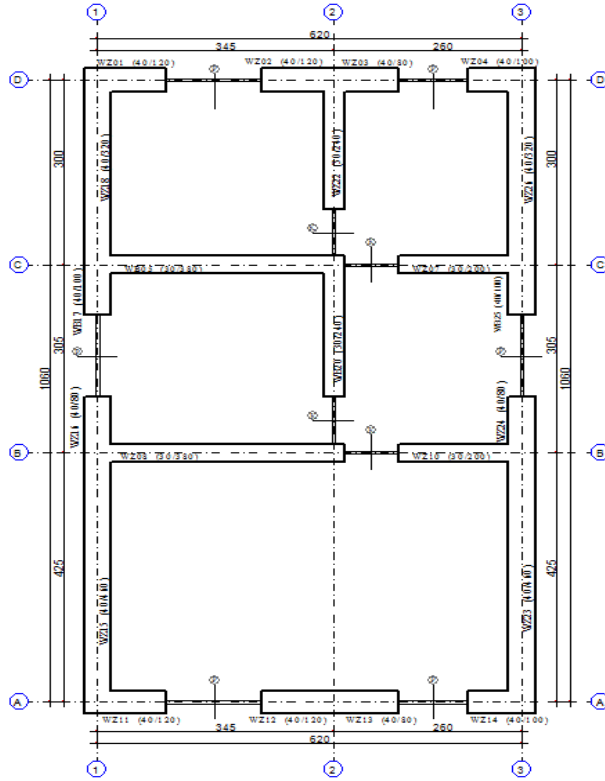
$$E_d = 320 \text{ MPa}$$

$$G+n \times Q = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$H=3.00 \text{ m}$$



Şekil 5.1 : Zemin Kat Planı



Şekil 5.2 : 1. Kat Planı

İncelenen yığma bina, planda dikdörtgen bir geometriye sahip olup, bir duvar hariç bütün duvarlar üst üste gelmektedir. Bina 2 katlıdır (DBYBHY-2007 5.2.2). Mimari zorunluluktan dolayı 1.Katta W19 nolu duvar kaldırılmıştır. (Şekil 5.2). Kat yükseklikleri 3m dir. Taşıyıcı duvar kalınlıklarının en küçük boyutu 0.30m dir. Kat yüksekliği ve duvar kalınlılığı açısından, ele alınan bina yönetmelik şartlarına uygundur.

Binada her iki plan doğrultusunda yer alan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları göz önüne alınmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranının $l_d/A \geq 0.2 \text{ m} / \text{m}^2$ şartını sağlaması öngörülmüştür (**Yönetmelik Madde 5.4.4**)

Buna göre,

X yönünde, toplam taşıyıcı duvar uzunluğu = 20.0m

Kat alanı.....= 73.0m²

$20.0/ 73.0 = 0,27 \geq 0,2\text{m}/\text{m}^2$ (Bu yönde sağlanmaktadır)

Y. yönünde, toplam taşıyıcı duvar uzunluğu = 27.5m

Kat alanı= 73.0m²

$27.5/ 73,0 = 0.38 \geq 0.2\text{m}/\text{m}^2$ (Bu yönde sağlanmaktadır)

5.1.1 Elektronik hesap tablosu yöntemiyle saptanması

Örnek yapı Zemin ve 1.Katta yer alan duvarların geometrik özellikleri ve kullanılan malzeme özellikleri belirlenir. İlk adım olarak, hesap yüklerinin tespit edilmesini tamamlamamız ve binada düşey yüklerden dolayı oluşan gerilme değerleri hesaplanmış olup, bu değerler Çizelge5.1 ve Çizelge5.2 de sunulmuştur.

İkinci adımda ise, yatay yüklerden dolayı taşıyıcı duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri hesaplanmış olup Çizelge5.3 ve Çizelge5.4 de sunulmuştur.

Çizelge 5.1 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvar Toplam Ağırlığı	Duvar Düşey Gerilmesi	Narinlik Oranı	Azaltma Katsayısı	Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi	Azaltılmış Basınç Emniyet Gerilmesi	Güvenlik Katsayısı
	L	d	SG	σ	h/d		f_{em}	f_{em}	
	m	m	ton	MPa	m/m		MPa	MPa	
WZ01	1.20	0.40	3.196	0.07	7.50	0.95	0.80	0.76	11.41
WZ02	1.20	0.40	3.356	0.07	7.50	0.95	0.80	0.76	10.87
WZ03	0.80	0.40	2.470	0.08	7.50	0.95	0.80	0.76	9.85
WZ04	1.00	0.40	2.470	0.06	7.50	0.95	0.80	0.76	12.31
WZ05	3.80	0.30	10.685	0.09	10.00	0.89	0.80	0.71	7.60
WZ07	2.00	0.30	5.173	0.09	10.00	0.89	0.80	0.71	8.26
WZ08	3.80	0.30	10.463	0.09	10.00	0.89	0.80	0.71	7.76
WZ10	2.00	0.30	6.002	0.10	10.00	0.89	0.80	0.71	7.12
WZ11	1.20	0.40	3.548	0.07	7.50	0.95	0.80	0.76	10.28
WZ12	1.30	0.40	4.257	0.08	7.50	0.95	0.80	0.76	9.28
WZ13	0.80	0.40	2.838	0.09	7.50	0.95	0.80	0.76	8.57
WZ14	1.00	0.40	2.838	0.07	7.50	0.95	0.80	0.76	10.71
WZ15	4.60	0.40	14.155	0.08	7.5	0.95	0.80	0.76	9.88
WZ16	0.80	0.40	2.112	0.07	7.5	0.95	0.80	0.76	11.52
WZ17	1.00	0.40	2.928	0.07	7.5	0.95	0.80	0.76	10.38
WZ18	3.20	0.40	9.456	0.07	7.5	0.95	0.80	0.76	10.29
WZ20	2.40	0.30	7.411	0.10	10.0	0.89	0.80	0.71	6.92
WZ22	2.40	0.30	6.590	0.09	10.0	0.89	0.80	0.71	7.78
WZ23	4.60	0.40	14.155	0.08	7.5	0.95	0.80	0.76	9.88
WZ24	0.80	0.40	2.520	0.08	7.5	0.95	0.80	0.76	9.65
WZ25	1.00	0.40	2.677	0.07	7.5	0.95	0.80	0.76	11.36
WZ26	3.20	0.40	9.431	0.07	7.5	0.95	0.80	0.76	10.31

Çizelge 5.2 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvar Toplam Ağırlığı	Duvar Düşey Gerilmesi	Narinlik Oranı	Azaltma Katsayısı	Duvar Basınç Emniyet Gerilmesi	Azaltılmış Basınç Emniyet Gerilmesi	Güvenlik Katsayısı
	L	d	SG	σ	h/d		f_{em}	f_{em}	
	m	m	ton	MPa	m/m		MPa	MPa	
WB01	1.20	0.40	6.397	0.13	7.50	0.95	0.80	0.76	5.70
WB02	1.20	0.40	6.717	0.14	7.50	0.95	0.80	0.76	5.43
WB03	0.80	0.40	4.939	0.15	7.50	0.95	0.80	0.76	4.92
WB04	1.00	0.40	4.939	0.12	7.50	0.95	0.80	0.76	6.16
WB05	3.80	0.30	19.440	0.17	10.00	0.89	0.80	0.71	4.18
WB07	2.00	0.30	10.346	0.17	10.00	0.89	0.80	0.71	4.13
WB08	3.80	0.30	21.583	0.19	10.00	0.89	0.80	0.71	3.76
WB10	2.00	0.30	11.175	0.19	10.00	0.89	0.80	0.71	3.82
WB11	1.20	0.40	6.748	0.14	7.50	0.95	0.80	0.76	5.41
WB12	1.20	0.40	7.618	0.16	7.50	0.95	0.80	0.76	4.79
WB13	0.80	0.40	5.308	0.17	7.50	0.95	0.80	0.76	4.58
WB14	1.00	0.40	5.308	0.13	7.50	0.95	0.80	0.76	5.73
WB15	4.60	0.40	28.206	0.15	7.5	0.95	0.80	0.76	4.96
WB16	0.80	0.40	4.224	0.13	7.5	0.95	0.80	0.76	5.76
WB17	1.00	0.40	5.614	0.14	7.5	0.95	0.80	0.76	5.42
WB18	3.20	0.40	19.772	0.15	7.5	0.95	0.80	0.76	4.92
WB19	3.50	0.30	10.727	0.10	10.0	0.89	0.80	0.71	6.97
WB20	2.40	0.30	14.183	0.20	10.0	0.89	0.80	0.71	3.61
WB22	2.40	0.30	13.812	0.19	10.0	0.89	0.80	0.71	3.71
WB23	4.60	0.40	27.945	0.15	7.5	0.95	0.80	0.76	5.00
WB24	0.80	0.40	5.040	0.16	7.5	0.95	0.80	0.76	4.83
WB25	1.00	0.40	5.355	0.13	7.5	0.95	0.80	0.76	5.68
WB26	3.20	0.40	18.862	0.15	7.5	0.95	0.80	0.76	5.16

Çizelge 5.3 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

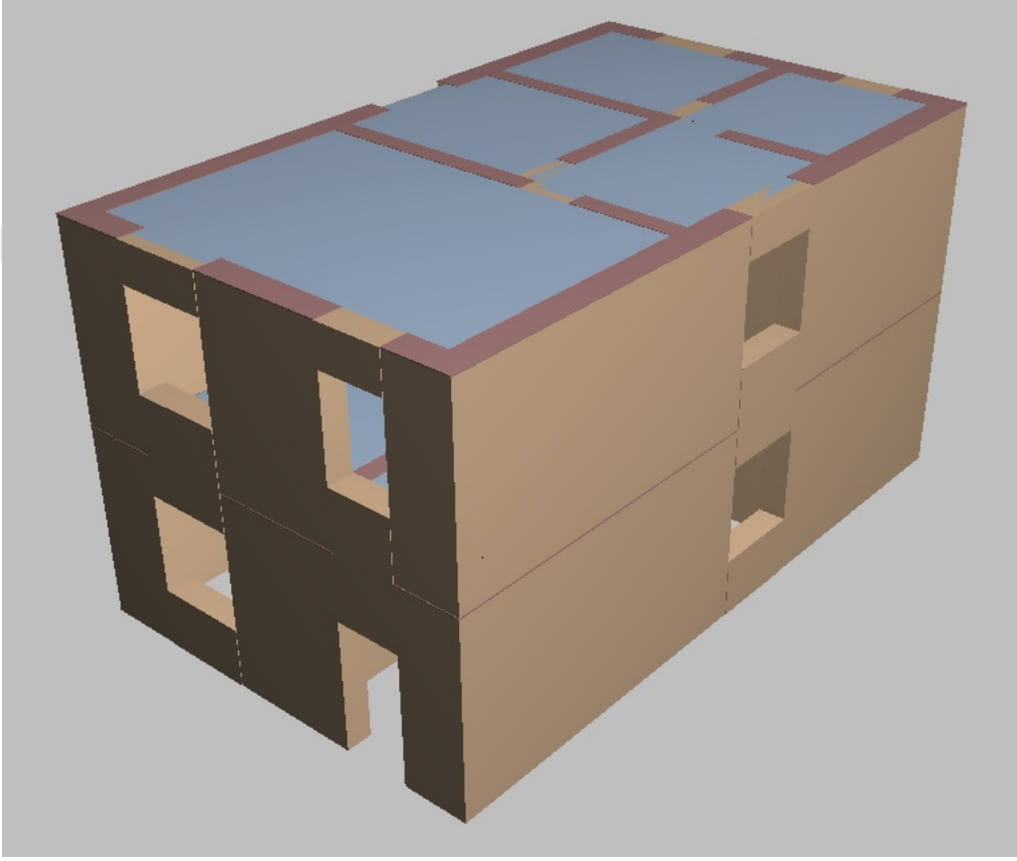
Duvar Adı	Duvarın Geometrisi			Duvar Kesme Kuvvetleri				Duvar Kayma Gerilmeleri					Duvar Kayma Emniyet Gerilmesi	Kontrol
	L	d	A	V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{x,2}	τ _{y,1}	τ _{y,2}	τ _{em}		
	m	m	m ²	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		
WZ01	1.20	0.40	0.48	65.56	55.88	0.00	0.00	0.137	0.116	0.000	0.000	0.18	1.28	
WZ02	1.20	0.40	0.48	65.56	55.88	0.00	0.00	0.137	0.116	0.000	0.000	0.18	1.28	
WZ03	0.80	0.40	0.32	43.71	37.26	0.00	0.00	0.137	0.116	0.000	0.000	0.18	1.28	
WZ04	1.00	0.40	0.40	54.64	46.57	0.00	0.00	0.137	0.116	0.000	0.000	0.17	1.26	
WZ05	3.80	0.30	1.14	149.07	139.37	0.00	0.00	0.131	0.122	0.000	0.000	0.33	2.51	
WZ07	2.00	0.30	0.60	78.46	73.35	0.00	0.00	0.131	0.122	0.000	0.000	0.17	1.32	
WZ08	3.80	0.30	1.14	141.47	146.97	0.00	0.00	0.124	0.129	0.000	0.000	0.18	1.37	
WZ10	2.00	0.30	0.60	74.46	77.35	0.00	0.00	0.124	0.129	0.000	0.000	0.18	1.36	
WZ11	1.20	0.40	0.48	54.97	66.48	0.00	0.00	0.115	0.139	0.000	0.000	0.18	1.27	
WZ12	1.20	0.40	0.48	54.97	66.48	0.00	0.00	0.115	0.139	0.000	0.000	0.18	1.27	
WZ13	0.80	0.40	0.32	36.65	44.32	0.00	0.00	0.115	0.139	0.000	0.000	0.15	1.08	
WZ14	1.00	0.40	0.40	45.81	55.40	0.00	0.00	0.115	0.139	0.000	0.000	0.15	1.08	
WZ15	4.60	0.40	1.84	0.00	0.00	169.32	169.67	0.000	0.000	0.092	0.092	0.17	1.87	
WZ16	0.80	0.40	0.32	0.00	0.00	29.45	31.15	0.000	0.000	0.092	0.097	0.17	1.77	
WZ17	0.10	0.40	0.04	0.00	0.00	3.68	4.03	0.000	0.000	0.092	0.101	0.18	1.74	
WZ18	3.20	0.40	1.28	0.00	0.00	117.79	135.30	0.000	0.000	0.092	0.106	0.18	1.66	
WZ20	2.40	0.30	0.72	0.00	0.00	71.45	72.00	0.000	0.000	0.099	0.100	0.18	1.79	
WZ22	2.40	0.30	0.72	0.00	0.00	71.45	76.11	0.000	0.000	0.099	0.106	0.18	1.70	
WZ23	4.60	0.40	1.84	0.00	0.00	192.39	169.67	0.000	0.000	0.105	0.092	0.19	1.82	
WZ24	0.80	0.40	0.32	0.00	0.00	33.46	31.15	0.000	0.000	0.105	0.097	0.19	1.79	
WZ25	1.00	0.40	0.40	0.00	0.00	41.82	40.30	0.000	0.000	0.105	0.101	0.18	1.73	
WZ26	3.20	0.40	1.28	0.00	0.00	133.84	135.30	0.000	0.000	0.105	0.106	0.18	1.71	

Çizelge 5.4 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Kesme Kuvvetleri				Duvar Kayma Gerilmeleri					Duvar Kayma Emniyet Gerilmesi	Kontrol
	V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{x,2}	τ _{y,1}	τ _{y,2}	τ _{em}		
	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		
WB01	100.03	85.51	0.00	0.00	0.208	0.178	0.000	0.000	0.22	1.04	
WB02	100.03	85.51	0.00	0.00	0.208	0.178	0.000	0.000	0.22	1.06	
WB03	66.69	57.01	0.00	0.00	0.208	0.178	0.000	0.000	0.23	1.09	
WB04	83.36	71.26	0.00	0.00	0.208	0.178	0.000	0.000	0.21	1.02	
WB05	227.61	213.06	0.00	0.00	0.200	0.187	0.000	0.000	0.24	1.18	
WB07	119.79	112.14	0.00	0.00	0.200	0.187	0.000	0.000	0.24	1.18	
WR08	216.21	224.46	0.00	0.00	0.190	0.197	0.000	0.000	0.24	1.24	
WB10	113.79	118.14	0.00	0.00	0.190	0.197	0.000	0.000	0.24	1.23	
WB11	84.14	101.41	0.00	0.00	0.175	0.211	0.000	0.000	0.22	1.04	
WB12	84.14	101.41	0.00	0.00	0.175	0.211	0.000	0.000	0.23	1.09	
WB13	56.09	67.60	0.00	0.00	0.175	0.211	0.000	0.000	0.23	1.10	
WB14	70.11	84.51	0.00	0.00	0.175	0.211	0.000	0.000	0.22	1.02	
WB15	0.00	0.00	224.78	225.19	0.000	0.000	0.122	0.122	0.23	1.85	
WB16	0.00	0.00	39.09	41.06	0.000	0.000	0.122	0.128	0.22	1.68	
WB17	0.00	0.00	48.87	52.91	0.000	0.000	0.122	0.132	0.22	1.66	
WB18	0.00	0.00	156.37	176.64	0.000	0.000	0.122	0.138	0.23	1.65	
WB19	0.00	0.00	137.05	137.97	0.000	0.000	0.131	0.131	0.20	1.53	
WB20	0.00	0.00	93.98	94.61	0.000	0.000	0.131	0.131	0.25	1.89	
WB22	0.00	0.00	93.98	99.36	0.000	0.000	0.131	0.138	0.25	1.78	
WB23	0.00	0.00	251.50	225.19	0.000	0.000	0.137	0.122	0.23	1.65	
WB24	0.00	0.00	43.74	41.06	0.000	0.000	0.137	0.128	0.23	1.67	
WB25	0.00	0.00	54.67	52.91	0.000	0.000	0.137	0.132	0.22	1.59	
WB26	0.00	0.00	174.95	176.64	0.000	0.000	0.137	0.138	0.22	1.62	

5.1.2 Staticad programıyla analiz

Ele alınan örnek binanın, başka bir programla karşılaştırabilmesi amacı ile piyasada yaygın kullanılan bir program kullanılmıştır. Üç boyutlu hızlı data girişi, kullanılacak olan malzemelerin menülerinde hazır olması gibi özellikleri ile kolay kullanım sağlamaktadır [30].



Şekil 5.3 : Üç Boyut Data Görünüşü

Yapılan analiz sonucunda Zemin ve 1. Katlarda düşey yüklerden dolayı oluşan gerilmeler Çizelge5.5 - Çizelge5.6, yatay yüklerden dolayı oluşan kayma gerilmeleri ise Çizelge5.7 - Çizelge5.8 de sunulmuştur.

Çizelge 5.5 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narinlik Oranı	Narinlik Azaltma Katsayısı	Basınç Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvar Düşey Yükü (t)	Duvar Basınç Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Emn.Gerilmesi (Mpa)	Basınç Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
WZ01	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	3.196	0.07	0.77	%9	Ok
WZ02	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	3.356	0.07	0.77	%9	Ok
WZ18	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	9.456	0.07	0.77	%10	Ok
WZ04	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	2.47	0.06	0.77	%8	Ok
WZ05	-----	3.8	0.3	10	0.89	0.8	10.685	0.09	0.71	%13	Ok
WZ25	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	2.677	0.07	0.77	%9	Ok
WZ07	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	5.173	0.09	0.71	%12	Ok
WZ16	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	2.112	0.07	0.77	%9	Ok
WZ23	-----	4.6	0.4	7.5	0.96	0.8	14.155	0.08	0.77	%10	Ok
WZ10	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	6.002	0.1	0.71	%14	Ok
WZ11	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	3.548	0.07	0.77	%10	Ok
WZ14	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	2.838	0.07	0.77	%9	Ok
WZ03	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	2.47	0.08	0.77	%10	Ok
WZ22	-----	2.4	0.3	10	0.89	0.8	6.59	0.09	0.71	%13	Ok
WZ15	-----	4.6	0.4	7.5	0.96	0.8	14.155	0.08	0.77	%10	Ok
WZ13	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	2.838	0.09	0.77	%12	Ok
WZ17	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	2.928	0.07	0.77	%10	Ok
WZ24	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	2.52	0.08	0.77	%10	Ok
WZ08	-----	3.8	0.3	10	0.89	0.8	10.463	0.09	0.71	%13	Ok
WZ20	-----	2.4	0.3	10	0.89	0.8	7.411	0.1	0.71	%14	Ok
WZ26	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	9.431	0.07	0.77	%10	Ok
WZ12	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	4.257	0.09	0.77	%12	Ok

Çizelge 5.6 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narinlik Oranı	Narinlik Azaltma Katsayısı	Basınç Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvar Düşey Yükü (t)	Duvar Basınç Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Emn.Gerilmesi (Mpa)	Basınç Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
WB01	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	6.397	0.13	0.77	%17	Ok
WB02	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	6.717	0.14	0.77	%18	Ok
WB18	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	19.772	0.15	0.77	%20	Ok
WB04	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	4.939	0.12	0.77	%16	Ok
WB05	-----	3.8	0.3	10	0.89	0.8	19.44	0.17	0.71	%24	Ok
WB25	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	5.355	0.13	0.77	%17	Ok
WB07	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	10.346	0.17	0.71	%24	Ok
WB16	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	4.224	0.13	0.77	%17	Ok
WB23	-----	4.6	0.4	7.5	0.96	0.8	27.945	0.15	0.77	%20	Ok
WB10	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	11.175	0.19	0.71	%26	Ok
WB11	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	6.748	0.14	0.77	%18	Ok
WB12	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	7.618	0.16	0.77	%21	Ok
WB03	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	4.939	0.15	0.77	%20	Ok
WB14	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	5.308	0.13	0.77	%17	Ok
WB15	-----	4.6	0.4	7.5	0.96	0.8	28.206	0.15	0.77	%20	Ok
WB13	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	5.308	0.17	0.77	%22	Ok
WB17	-----	1	0.4	7.5	0.96	0.8	5.614	0.14	0.77	%18	Ok
WB24	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	5.04	0.16	0.77	%20	Ok
WB19	-----	3.5	0.3	10	0.89	0.8	10.727	0.1	0.71	%14	Ok
WB20	-----	2.4	0.3	10	0.89	0.8	14.183	0.2	0.71	%28	Ok
WB26	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	18.862	0.15	0.77	%19	Ok
WB22	-----	2.4	0.3	10	0.89	0.8	13.812	0.19	0.71	%27	Ok
WB08	-----	3.8	0.3	10	0.89	0.8	21.583	0.19	0.71	%27	Ok

Çizelge 5.7 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

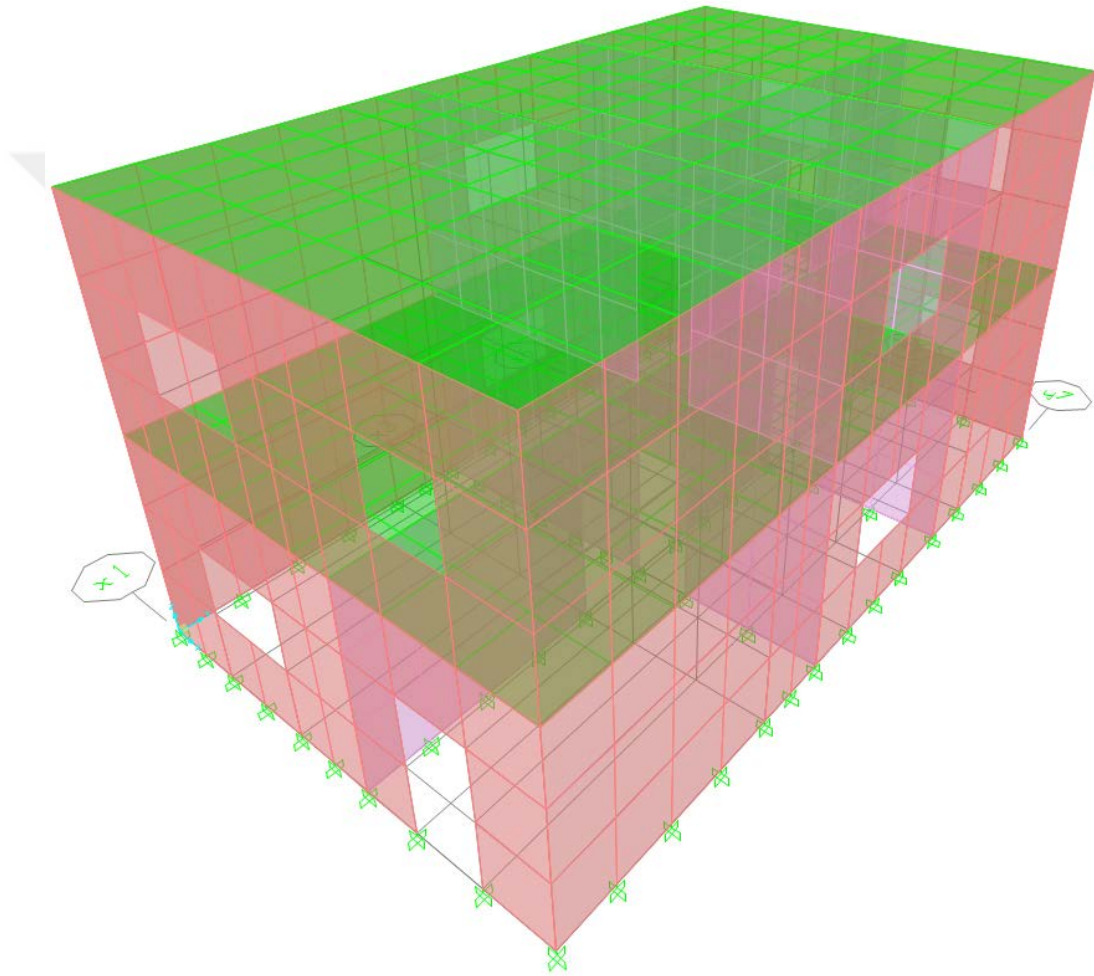
Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüklü (t)	Duvar Düşey Gerilmesi	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkiyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	Durum	tem Formülü tem Limit Değeri Duvar Bloğu Basınç Dayanımı Formüller: TS EN 1996-1-1 Birimler:(Mpa)
WZ01	1.2	0.4	0.556	0.01	0.15	7.38	0.15	0.16	%99	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ02	1.2	0.4	0.584	0.01	0.15	7.38	0.15	0.16	%99	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ18	3.2	0.4	1.536	0.01	0.15	15.24	0.12	0.16	%76	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ04	1	0.4	0.358	0.01	0.15	6.15	0.15	0.15	%100	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ05	3.8	0.3	3.854	0.03	0.15	16.85	0.14	0.17	%89	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ25	1	0.4	0.433	0.01	0.15	4.74	0.12	0.16	%76	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ07	2	0.3	1.609	0.03	0.15	8.87	0.14	0.16	%90	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ16	0.8	0.4	0	0	0.15	3.81	0.11	0.15	%79	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ23	4.6	0.4	2.935	0.02	0.15	21.82	0.12	0.16	%75	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ10	2	0.3	2.438	0.04	0.15	8.83	0.14	0.17	%86	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ11	1.2	0.4	0.908	0.02	0.15	7.45	0.15	0.16	%97	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ14	1	0.4	0.726	0.02	0.15	6.21	0.15	0.16	%98	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ03	0.8	0.4	0.358	0.01	0.15	4.92	0.15	0.16	%99	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ22	2.4	0.3	2.234	0.03	0.15	7.74	0.11	0.17	%65	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ15	4.6	0.4	2.935	0.02	0.15	21.91	0.11	0.16	%75	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ26	3.2	0.4	1.511	0.01	0.15	15.18	0.12	0.16	%76	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ17	1	0.4	0.684	0.02	0.15	4.76	0.12	0.16	%75	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ24	0.8	0.4	0.408	0.01	0.15	3.8	0.12	0.16	%76	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ08	3.8	0.3	3.335	0.03	0.15	16.78	0.14	0.16	%89	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ20	2.4	0.3	2.956	0.04	0.15	7.74	0.11	0.17	%63	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ12	1.2	0.4	1.089	0.02	0.15	6.21	0.15	0.16	%80	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WZ13	0.8	0.4	0.726	0.02	0.15	4.14	0.15	0.16	%80	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı

Çizelge 5.8 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüklü (t)	Duvar Düşey Gerilmesi	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkiyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	Durum	tem Formülü tem Limit Değeri Duvar Bloğu Basınç Dayanımı Formüller: TS EN 1996-1-1 Birimler:(Mpa)
WB01	1.2	0.4	3.757	0.08	0.15	10.97	0.23	0.19	%121	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB02	1.2	0.4	3.945	0.08	0.15	10.97	0.23	0.19	%120	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB18	3.2	0.4	11.852	0.09	0.15	20.95	0.16	0.2	%83	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB04	1	0.4	2.827	0.07	0.15	9.15	0.23	0.19	%123	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB05	3.8	0.3	12.609	0.11	0.15	25	0.22	0.21	%107	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB25	1	0.4	3.111	0.08	0.15	6.5	0.16	0.19	%86	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB07	2	0.3	6.782	0.11	0.15	13.16	0.22	0.21	%106	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB16	0.8	0.4	2.112	0.07	0.15	5.24	0.14	0.18	%89	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB23	4.6	0.4	16.725	0.09	0.15	29.92	0.16	0.2	%83	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB10	2	0.3	7.611	0.13	0.15	13.06	0.21	0.21	%102	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB11	1.2	0.4	4.108	0.09	0.15	11.05	0.23	0.19	%119	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB12	1.2	0.4	4.846	0.1	0.15	11.05	0.23	0.2	%115	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB03	0.8	0.4	2.827	0.09	0.15	7.32	0.23	0.19	%118	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB14	1	0.4	3.196	0.08	0.15	9.21	0.23	0.19	%121	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB15	4.6	0.4	16.986	0.09	0.15	30.12	0.14	0.2	%83	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB13	0.8	0.4	3.196	0.1	0.15	7.37	0.23	0.2	%115	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB17	1	0.4	3.37	0.08	0.15	6.55	0.15	0.19	%85	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB24	0.8	0.4	2.928	0.09	0.15	5.2	0.16	0.2	%83	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB19	3.5	0.3	4.193	0.04	0.15	15.26	0.14	0.17	%86	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB20	2.4	0.3	9.728	0.14	0.15	10.47	0.15	0.22	%67	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB26	3.2	0.4	10.942	0.09	0.15	20.81	0.16	0.19	%84	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB22	2.4	0.3	9.456	0.13	0.15	10.47	0.15	0.22	%67	Ok	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı
WB08	3.8	0.3	14.455	0.13	0.15	24.81	0.21	0.21	%102	X	$\text{tem} = (10+0.50)^{\text{bkg}}$ tem,lim=Atanmadı

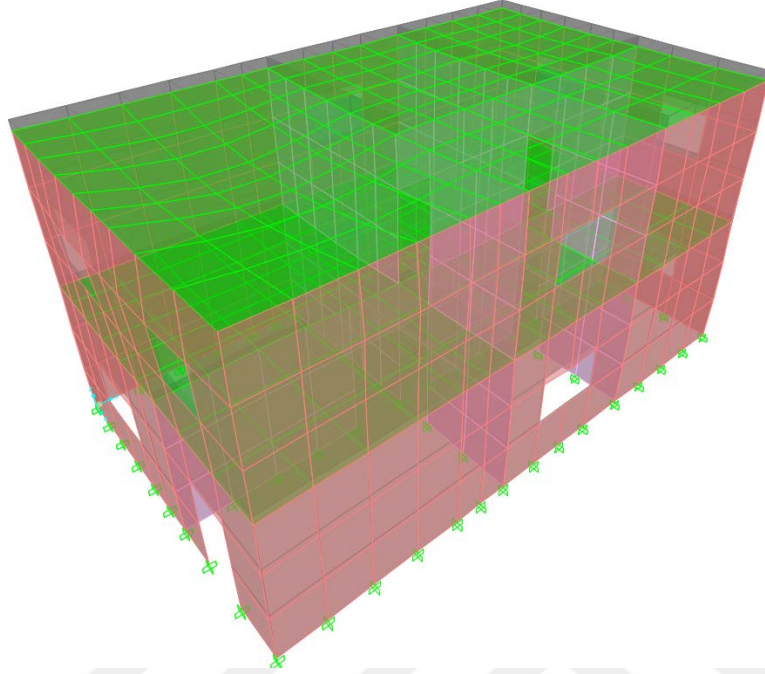
5.1.3 Sonlu elemanlar metodu ile çözüm

İncelenen örnek binanın sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizi yapılmıştır. Dünyada kabul gören SAP2000 programı ile örnek yapının geometrik özellikleri, malzeme dayanımları ve tasarım yükleri önceki örnekler ile eşit seçilerek oluşturulmuştur [31].



Şekil 5.4 : SAP2000 Üç Boyut Görünüşü

Düşey yükler altında Zemin ve 1.Katlarda görülen deformasyon şekli, **Şekil 5.5.** de, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.9** da gösterilmiştir.



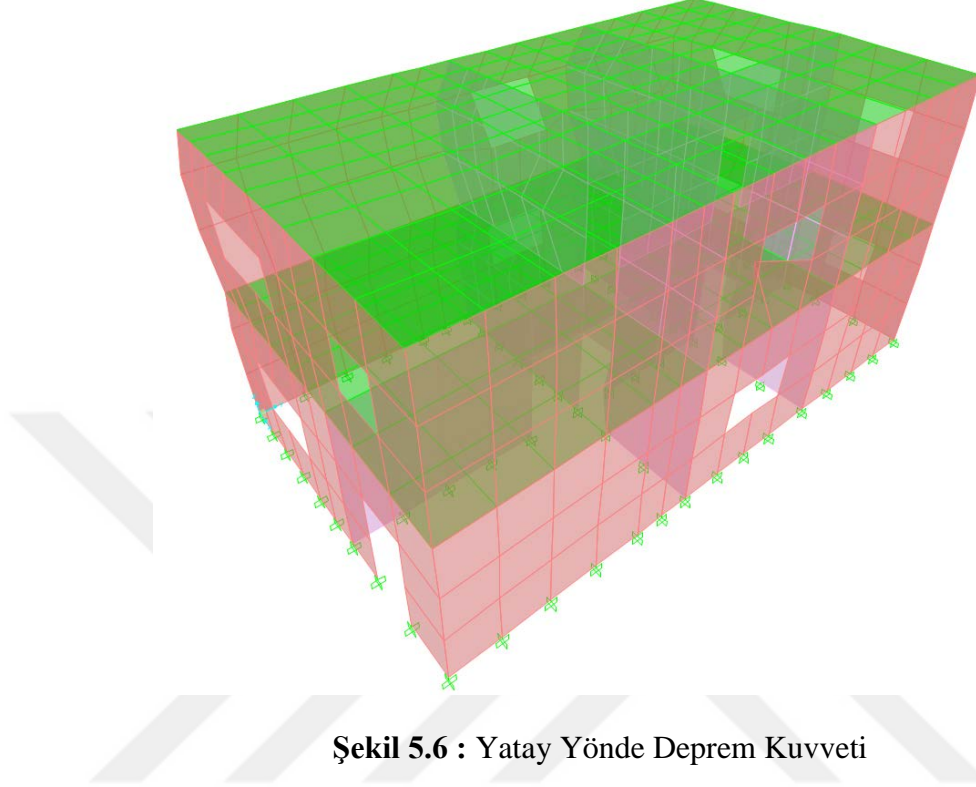
Şekil 5.5 : Düşey yük deformasyon görünüşü

Çizelge 5.9 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells					
AreaElem	S11Top	S22Top	S12Top		
Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2		
63	-0,027	-0,135	-0,017	-0,135	-0,129
63	-0,025	-0,127	-0,008		
63	-0,001	-0,122	-0,013	-0,130	
63	-0,003	-0,130	-0,023		
64	-0,025	-0,127	-0,008	-0,127	
64	-0,017	-0,083	0,012		
64	0,008	-0,078	0,013	-0,122	
64	0,000	-0,122	-0,007		
67	-0,018	-0,091	-0,020	-0,139	-0,141
67	-0,028	-0,139	-0,007		
67	-0,015	-0,137	-0,013	-0,137	
67	-0,005	-0,088	-0,025		
68	-0,028	-0,139	-0,007	-0,144	
68	-0,029	-0,144	0,011		
68	-0,024	-0,143	0,009	-0,143	
68	-0,023	-0,138	-0,010		
69	-0,029	-0,144	0,011	-0,144	-0,143
69	-0,018	-0,089	0,012		
69	-0,006	-0,087	0,025	-0,141	
69	-0,017	-0,141	0,024		
71	-0,015	-0,077	0,003	-0,138	-0,135
71	-0,028	-0,138	0,005		
71	0,002	-0,132	0,004	-0,132	
71	0,014	-0,071	0,001		
----	----	----	----	----	----
----	----	----	----	----	----
----	----	----	----	----	----

TABLE: Element Stresses - Area Shells					
AreaElem	S11Top	S22Top	S12Top		
Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2		
396	-0,015	-0,080	-0,015	-0,08	-0,067
396	-0,010	-0,056	-0,010		
396	0,001	-0,054	-0,016	-0,078	
396	-0,004	-0,078	-0,021		
397	-0,011	-0,056	-0,011	-0,056	
397	-0,005	-0,026	-0,001		
397	0,005	-0,024	-0,003	-0,054	
397	-0,001	-0,054	-0,013		
400	-0,006	-0,037	-0,003	-0,066	-0,071
400	-0,012	-0,066	0,001		
400	-0,011	-0,066	-0,002	-0,066	
400	-0,005	-0,037	-0,007		
401	-0,010	-0,066	-0,002	-0,076	
401	-0,012	-0,076	0,006		
401	-0,012	-0,076	0,005	-0,076	
401	-0,010	-0,066	-0,003		
402	-0,014	-0,076	0,006	-0,076	-0,076
402	-0,008	-0,046	0,008		
402	-0,007	-0,045	0,017	-0,076	
402	-0,013	-0,076	0,015		
404	-0,005	-0,025	0,006	-0,076	-0,076
404	-0,015	-0,076	0,009		
----	----	----	----	----	----
----	----	----	----	----	----
----	----	----	----	----	----

Yatay yükler altında Zemin ve 1.Katlarda planda görülen deformasyon şekli, **Şekil 5.6.** da, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.10** da gösterilmiştir.

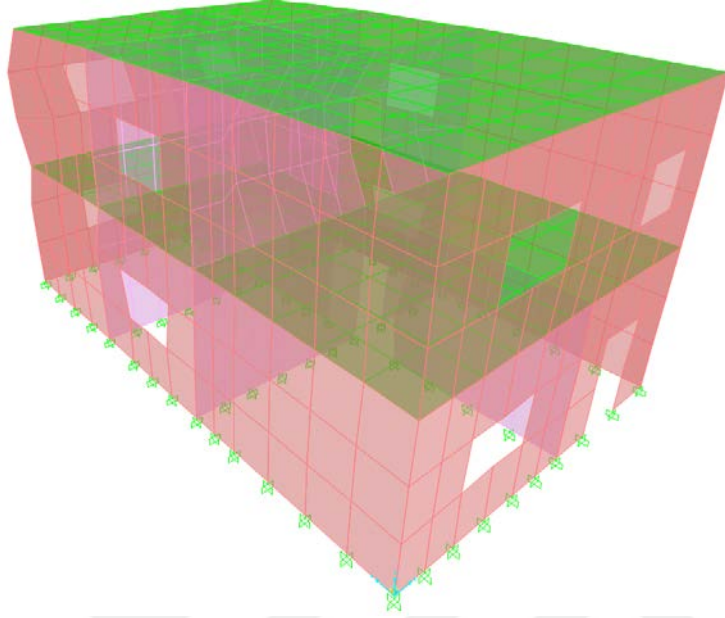


Şekil 5.6 : Yatay Yönde Deprem Kuvveti

Çizelge 5.10 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells						
Area	AreaElem	Joint	OutputCase	S11Top	S22Top	S12Top
Text	Text	Text	Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2
337	337	217	COMB1	-0,018	-0,095	0,009
337	337	218	COMB1	0,000	-0,016	0,045
337	337	368	COMB1	0,036	0,026	0,071
337	337	367	COMB1	0,002	0,042	0,035
337	337	217	COMB1	-0,019	-0,128	-0,022
337	337	218	COMB1	-0,044	-0,201	-0,061
337	337	368	COMB1	-0,056	-0,160	-0,125
337	337	367	COMB1	-0,004	-0,198	-0,085
338	338	218	COMB1	0,003	-0,015	0,045
338	338	219	COMB1	-0,009	-0,053	0,067
338	338	369	COMB1	0,186	0,012	0,086
338	338	368	COMB1	0,133	0,007	0,064
338	338	218	COMB1	-0,044	-0,201	-0,066
338	338	219	COMB1	-0,027	-0,126	-0,063
338	338	369	COMB1	-0,163	-0,096	-0,106
338	338	368	COMB1	-0,149	-0,141	-0,109
339	339	219	COMB1	-0,016	-0,054	0,099
339	339	220	COMB1	-0,010	-0,061	0,160
339	339	370	COMB1	0,185	0,036	0,222
339	339	369	COMB1	0,198	0,014	0,160
339	339	219	COMB1	-0,024	-0,126	-0,103
339	339	220	COMB1	-0,030	-0,112	-0,182
339	339	370	COMB1	-0,223	-0,024	-0,233
339	339	369	COMB1	-0,183	-0,100	-0,154
340	340	220	COMB1	-0,011	-0,064	0,161
.....
.....
.....

Yatay yükler altında Zemin ve 1.Katlarda planda görülen deformasyon şekli, **Şekil 5.7.** de, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.11** da gösterilmiştir.



Şekil 5.7 : Düşey Yönde Deprem Kuvveti

Çizelge 5.11 : Zemin Ve 1.Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells						
Area	AreaElem	Joint	OutputCase	S11Top	S22Top	S12Top
Text	Text	Text	Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2
346	346	227	COMB2	0,024	0,112	0,069
346	346	377	COMB2	0,021	0,024	0,099
346	346	367	COMB2	0,035	-0,062	0,082
346	346	217	COMB2	-0,030	-0,139	-0,078
346	346	227	COMB2	-0,019	-0,115	-0,096
346	346	377	COMB2	-0,009	-0,117	-0,111
346	346	367	COMB2	-0,072	-0,138	-0,092
347	347	226	COMB2	-0,015	-0,082	0,042
347	347	236	COMB2	-0,011	-0,053	0,072
347	347	378	COMB2	-0,001	-0,008	0,077
347	347	376	COMB2	0,025	0,007	0,047
347	347	226	COMB2	-0,022	-0,126	-0,043
347	347	236	COMB2	-0,028	-0,141	-0,079
347	347	378	COMB2	-0,017	-0,115	-0,099
347	347	376	COMB2	-0,048	-0,147	-0,063
348	348	227	COMB2	0,019	0,111	0,085
348	348	237	COMB2	0,025	0,111	0,094
348	348	379	COMB2	0,000	0,011	0,103
348	348	377	COMB2	0,013	0,024	0,094
348	348	227	COMB2	-0,019	-0,115	-0,107
348	348	237	COMB2	-0,014	-0,067	-0,112
348	348	379	COMB2	-0,010	-0,099	-0,119
348	348	377	COMB2	-0,011	-0,118	-0,113
349	349	236	COMB2	-0,008	-0,052	0,075
349	349	246	COMB2	-0,016	-0,073	0,084
.....
.....
.....
.....

5.1.4 Örnek I. ; Sonuçların karşılaştırılması

Ele alınan örnek yapıda farklı metotlar kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir. Yapıyı oluşturan taşıyıcı duvarların düşey ve yatay yük kuvvetleri altındaki elde edilen gerilmeler hesaplanarak, sonuçları karşılaştırılmıştır.

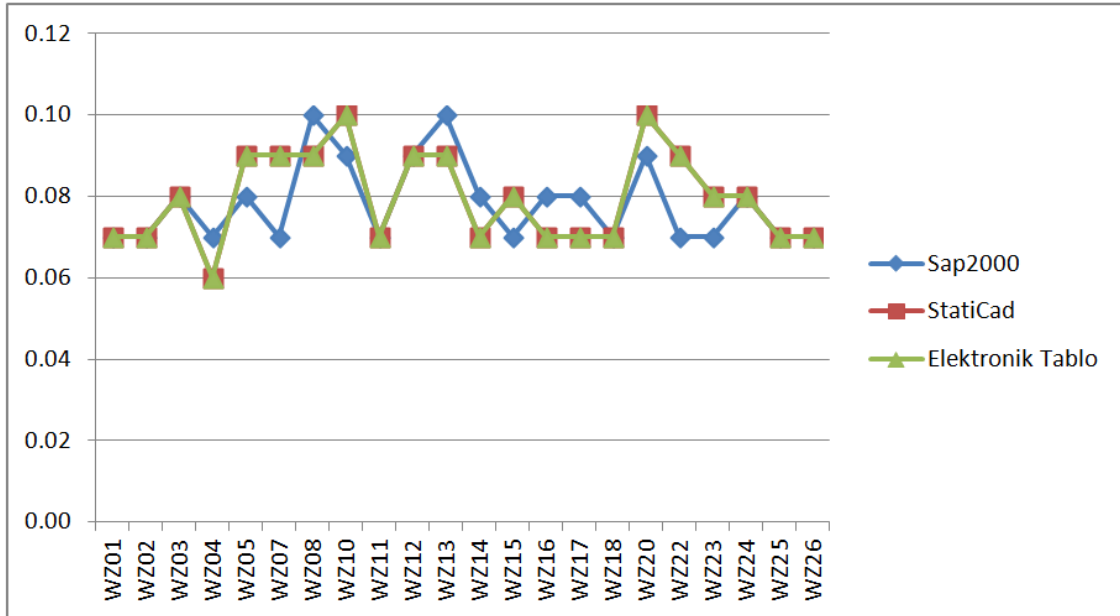
Bu amaçla her bir duvar gerilmeleri için tablo ve grafik oluşturulmuş ayrıca tüm yapıya etki eden toplam gerilmeler karşılaştırılmıştır.

5.1.5 Örnek I. ; Taşıyıcı duvarların ayrı ayrı karşılaştırılması

İlk önce her bir duvara etkileyen düşey ve yatay yükler altındaki gerilmelerin sonuçları tablolar yardımı ile karşılaştırılmış olup, sonuçları da grafiklere yansıtılmıştır. Hem tablo ile hem de grafikler ile yapılan çalışmaların kıyaslaması, oranları v.b. yapılan çalışmanın sonuçlarını değerlendirebilmek açısından önemlidir. Her tabloda duvar adları ve boyları ile birlikte farklı programlar altında MPa cinsinden gerilme değerleri özet halinde tablo ve grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 5.12 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması

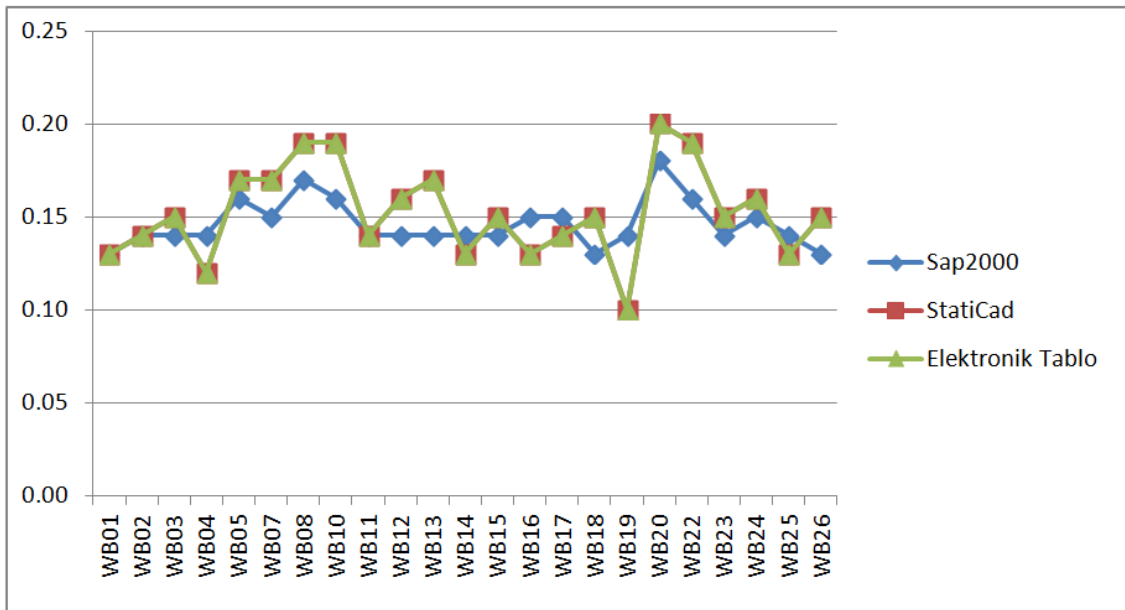
1. Kat Basınç Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
WZ01	120	0.07	0.07	0.07
WZ02	120	0.07	0.07	0.07
WZ03	80	0.08	0.08	0.08
WZ04	100	0.07	0.06	0.06
WZ05	380	0.08	0.09	0.09
WZ07	200	0.07	0.09	0.09
WZ08	380	0.10	0.09	0.09
WZ10	200	0.09	0.10	0.10
WZ11	120	0.07	0.07	0.07
WZ12	120	0.09	0.09	0.09
WZ13	80	0.10	0.09	0.09
WZ14	100	0.08	0.07	0.07
WZ15	460	0.07	0.08	0.08
WZ16	80	0.08	0.07	0.07
WZ17	100	0.08	0.07	0.07
WZ18	320	0.07	0.07	0.07
WZ20	240	0.09	0.10	0.10
WZ22	240	0.07	0.09	0.09
WZ23	460	0.07	0.08	0.08
WZ24	80	0.08	0.08	0.08
WZ25	100	0.07	0.07	0.07
WZ26	320	0.07	0.07	0.07



Şekil 5.8 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.13 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması

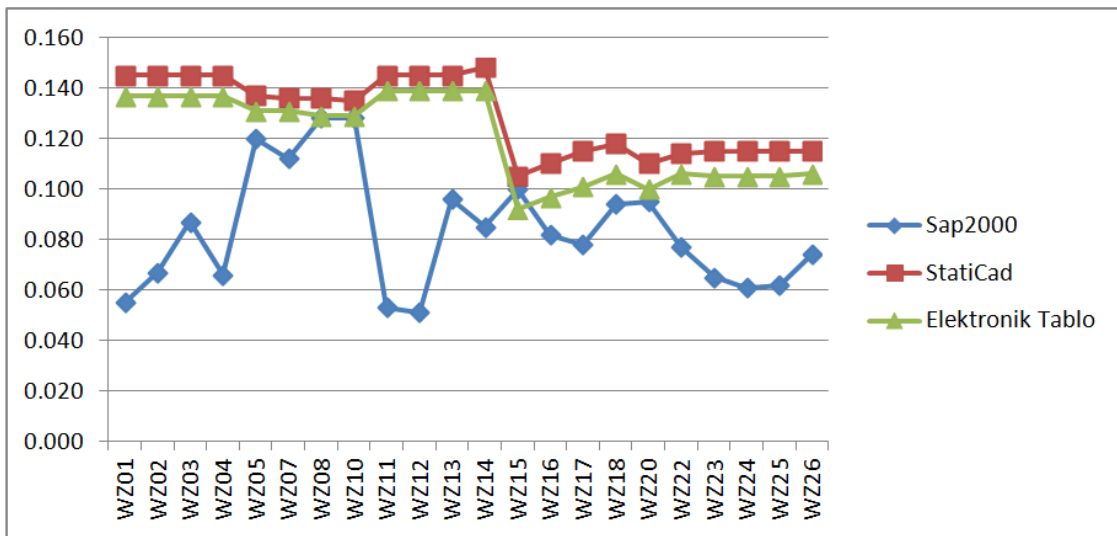
Zemin Kat Basınç Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
WB01	120	0.13	0.13	0.13
WB02	120	0.14	0.14	0.14
WB03	80	0.14	0.15	0.15
WB04	100	0.14	0.12	0.12
WB05	380	0.16	0.17	0.17
WB07	200	0.15	0.17	0.17
WB08	380	0.17	0.19	0.19
WB10	200	0.16	0.19	0.19
WB11	120	0.14	0.14	0.14
WB12	120	0.14	0.16	0.16
WB13	80	0.14	0.17	0.17
WB14	100	0.14	0.13	0.13
WB15	460	0.14	0.15	0.15
WB16	80	0.15	0.13	0.13
WB17	100	0.15	0.14	0.14
WB18	320	0.13	0.15	0.15
WB19	350	0.14	0.10	0.10
WB20	240	0.18	0.20	0.20
WB22	240	0.16	0.19	0.19
WB23	460	0.14	0.15	0.15
WB24	80	0.15	0.16	0.16
WB25	100	0.14	0.13	0.13
WB26	320	0.13	0.15	0.15



Şekil 5.9 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.14 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

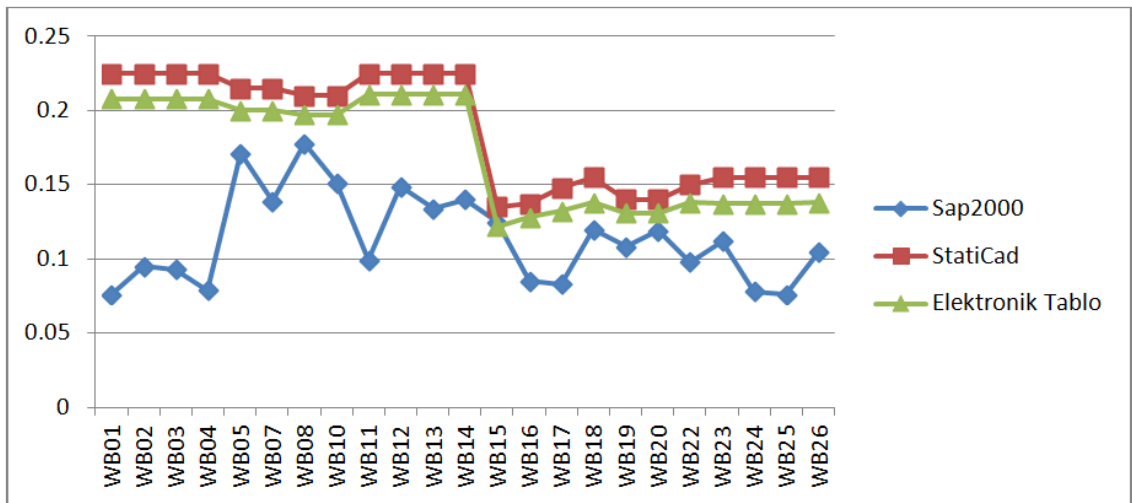
1. Kat Kayma Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
WZ01	120	0.055	0.15	0.137
WZ02	120	0.067	0.15	0.137
WZ03	80	0.087	0.15	0.137
WZ04	100	0.066	0.15	0.137
WZ05	380	0.120	0.14	0.131
WZ07	200	0.112	0.14	0.131
WZ08	380	0.128	0.14	0.129
WZ10	200	0.128	0.14	0.129
WZ11	120	0.053	0.15	0.139
WZ12	120	0.051	0.15	0.139
WZ13	80	0.096	0.15	0.139
WZ14	100	0.085	0.15	0.139
WZ15	460	0.100	0.11	0.092
WZ16	80	0.082	0.11	0.097
WZ17	100	0.078	0.12	0.101
WZ18	320	0.094	0.12	0.106
WZ20	240	0.095	0.11	0.100
WZ22	240	0.077	0.11	0.106
WZ23	460	0.065	0.12	0.105
WZ24	80	0.061	0.12	0.105
WZ25	100	0.062	0.12	0.105
WZ26	320	0.074	0.12	0.106



Şekil 5.10 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.15 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Zemin Kat Kayma Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
WB01	120	0.076	0.23	0.208
WB02	120	0.095	0.23	0.208
WB03	80	0.093	0.23	0.208
WB04	100	0.079	0.23	0.208
WB05	380	0.171	0.22	0.200
WB07	200	0.139	0.22	0.200
WB08	380	0.178	0.21	0.197
WB10	200	0.151	0.21	0.197
WB11	120	0.099	0.23	0.211
WB12	120	0.149	0.23	0.211
WB13	80	0.134	0.23	0.211
WB14	100	0.14	0.23	0.211
WB15	460	0.125	0.14	0.122
WB16	80	0.085	0.14	0.128
WB17	100	0.083	0.15	0.132
WB18	320	0.12	0.16	0.138
WB19	350	0.108	0.14	0.131
WB20	240	0.119	0.14	0.131
WB22	240	0.098	0.15	0.138
WB23	460	0.112	0.16	0.137
WB24	80	0.078	0.16	0.137
WB25	100	0.076	0.16	0.137
WB26	320	0.105	0.16	0.138



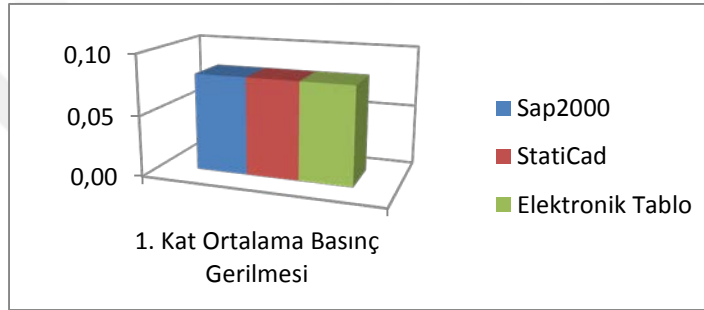
Şekil 5.11 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

5.1.6 Örnek I. ; Toplam gerilmelerin karşılaştırılması

Hesaplamalar neticesinde yapıda oluşan toplam gerilmeleri değerlendirebilmek, sonuçları başka bir açıdan bakabilmek için katlara ait toplam gerilmeler karşılaştırılmıştır. Burada kat basınç gerilmesi için toplam kuvvetler / duvar alanı ile kat kayma gerilmeleri için toplam kat kesme kuvvetleri / duvar alanı esas alınmıştır.

Çizelge 5.16 : 1. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

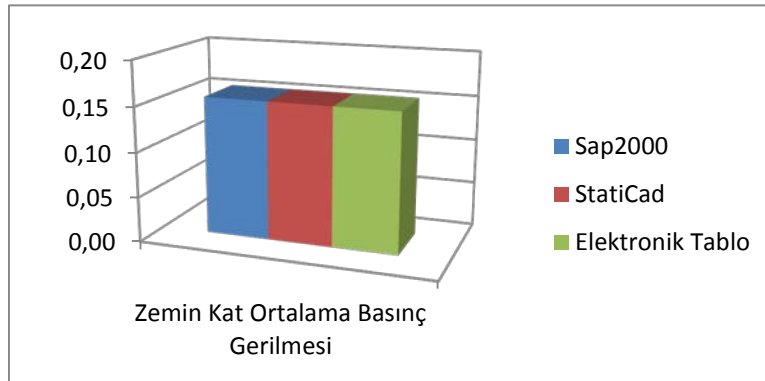
1. Kat Ortalama Basınç Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı m ²	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
1.60	12.26	12.84	12.84
Ort (MPa) =	0.077	0.08	0.08



Şekil 5.12 : 1. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.17 : Zemin Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

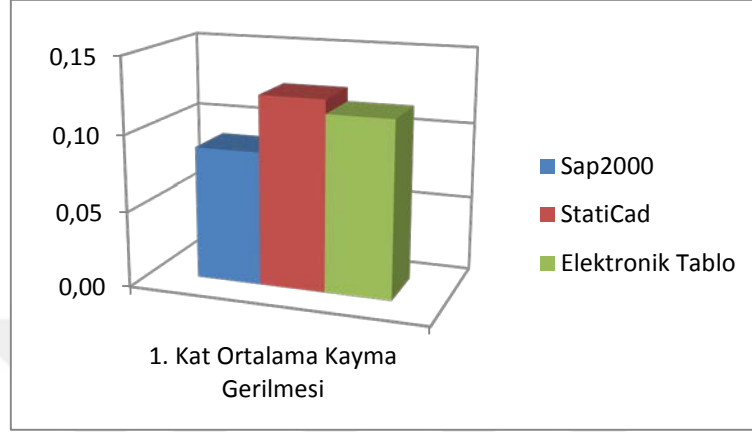
Zemin Kat Ortalama Basınç Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı m ²	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
1.70	24.80	26.25	26.25
Ort (MPa) =	0.146	0.154	0.154



Şekil 5.13 : Zemin Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.18 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

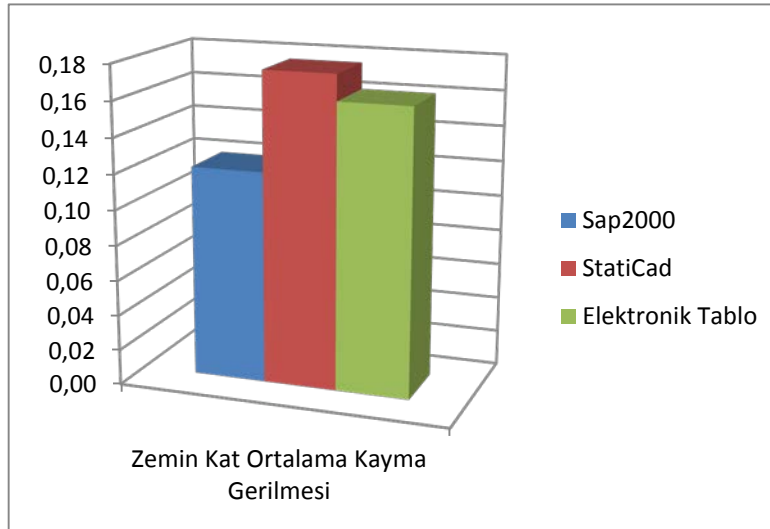
1. Kat Ortalama Kayma Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı m ²	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
1.60	13.98	19.91	18.45
Ort (MPa) =	0.087	0.124	0.115



Şekil 5.14 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.19 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Zemin Kat Ortalama Kayma Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı m ²	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
1.70	20.43	29.96	27.48
Ort (MPa) =	0.120	0.176	0.162



Şekil 5.15 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

5.1.7 Değişken taşıyıcı duvar boşlukları

Taşıyıcı duvar kapı ve pencere boşluklarında belirli ölçü ve oranlarda olması gerekmektedir [23]. Bu bölümde duvarlarda kapı/pencere boşlukları arttırıldığında, duvarlardaki gerilmeler ve kesit kontrolleri incelenmiştir.

Çizelge 5.20 : Değişken Kesit (WB01) Basınç Gerilmeleri

Zemin Kat Basınç Gerilme Farkı				
Duvar Adı	WB01			Azaltılmış Basınç Em. Gerilmesi
	120	80	40	
	MPa	MPa	MPa	MPa
WB01	0.13	0.20	0.40	0.76
WB02	0.14	0.14	0.14	0.76
WB03	0.15	0.15	0.15	0.76
WB04	0.12	0.12	0.12	0.76
WB05	0.17	0.17	0.17	0.71
WB07	0.17	0.17	0.17	0.71
WB08	0.19	0.19	0.19	0.71
WB10	0.19	0.19	0.19	0.71
WB11	0.14	0.14	0.14	0.76
WB12	0.16	0.16	0.16	0.76
WB13	0.17	0.17	0.17	0.76
WB14	0.13	0.13	0.13	0.76
WB15	0.15	0.15	0.15	0.76
WB16	0.13	0.13	0.13	0.76
WB17	0.14	0.14	0.14	0.76
WB18	0.15	0.15	0.15	0.76
WB19	0.10	0.10	0.10	0.71
WB20	0.20	0.20	0.20	0.71
WB22	0.19	0.19	0.19	0.71
WB23	0.15	0.15	0.15	0.76
WB24	0.16	0.16	0.16	0.76
WB25	0.13	0.13	0.13	0.76
WB26	0.15	0.15	0.15	0.76

Çizelge 5.21 : Değişken Kesit (WB01) Kayma Gerilmeleri

Zemin Kat Kayma Gerilme Farkı				
Duvar Adı	WB01			Azaltılmış Kayma Em. Gerilmesi
	120	80	40	
	MPa	MPa	MPa	MPa
WB01	0.208	0.214	0.220	0.273
WB02	0.208	0.214	0.220	0.603
WB03	0.208	0.214	0.220	0.522
WB04	0.208	0.214	0.220	0.296
WB05	0.200	0.204	0.210	0.310
WB07	0.200	0.204	0.210	0.374
WB08	0.197	0.201	0.206	0.424
WB10	0.197	0.201	0.206	0.252
WB11	0.211	0.216	0.221	0.612
WB12	0.211	0.216	0.221	0.582
WB13	0.211	0.216	0.221	0.277
WB14	0.211	0.216	0.221	0.150
WB15	0.122	0.122	0.122	0.195
WB16	0.128	0.128	0.129	0.195
WB17	0.132	0.133	0.134	0.200
WB18	0.138	0.138	0.139	0.200
WB19	0.131	0.131	0.131	0.207
WB20	0.131	0.132	0.132	0.209
WB22	0.138	0.139	0.140	0.223
WB23	0.137	0.137	0.137	0.215
WB24	0.137	0.137	0.137	0.207
WB25	0.137	0.137	0.137	0.176
WB26	0.138	0.138	0.139	0.205

WB01 duvarındaki pencerenin boyutu atırılıp, duvar kesitlerinde daha fazla boşluk oluşturulduğunda, duvarda oluşan gerilmeler arttığı halde, emniyetli gerilme değerlerinden küçüktür.

Özellikle tarihi binalarda karşımıza çıkan, taşıyıcı duvar boşluklarının ve kesitlerinin DBYBHY ye göre uygun olmadığı durumlarda, taşıyıcı duvarların bir taşıma değerinin olduğunu göz ardı etmemek gerekir.

5.2 Örnek II. ; Bostancı Tren İstasyonuna Ait Lojman

Ele alınan bir diğer örnekte yine geliştirilen program ve diğer programlar ile karşılaştırılmıştır. Söz konusu bina, İstanbul İli, Kadıköy İlçesi, Bostancı Semtinde bulunan bir yığma binadır.

Söz konusu bina toplamda 366 m², 3 katlı olup, II. derece deprem bölgesinde bulunmasına rağmen daha güvenli tarafta kalmak adına I. derece deprem bölgesi özellikleri göz önüne alınarak hesaplama yoluna gidilmiştir.

İncelenecek bu üç analiz için

- Döşeme tipi,
- Döşeme tasarım ölü yükleri,
- Döşeme tasarım hareketli yükleri,
- Deprem kuvvetleri,
- Duvarda kullanılan malzemenin, basınç ve kesme emniyet dayanımları aynı kabul edilmiştir.

Bulunduğu bölge, kullanım amacı, yapı geometrik özellikleri ve kullanılan malzeme gibi parametreleri göz önüne alındığında,

Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile) ,

$$A_0=0.40 \quad (I. Deprem Bölgesi),$$

$$I = 1.4 \quad (Lojman),$$

$$S(T_1) = 2.5$$

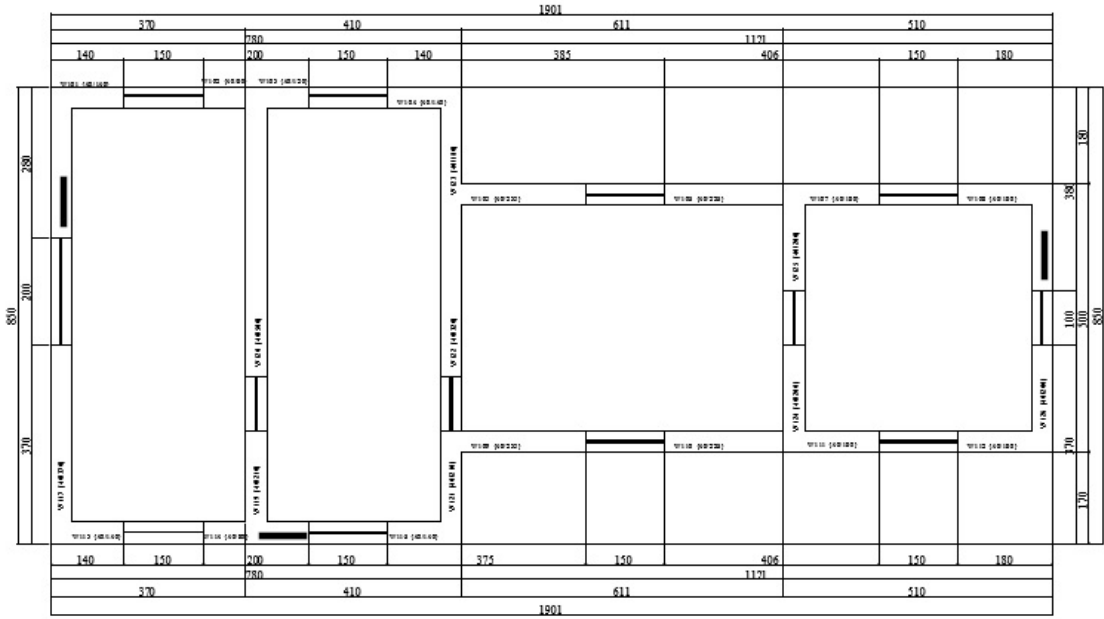
$$R_a(T_1) = 2.0$$

$$\gamma = 1.5 \text{ t/m}^3$$

$$E_d = 320 \text{ MPa}$$

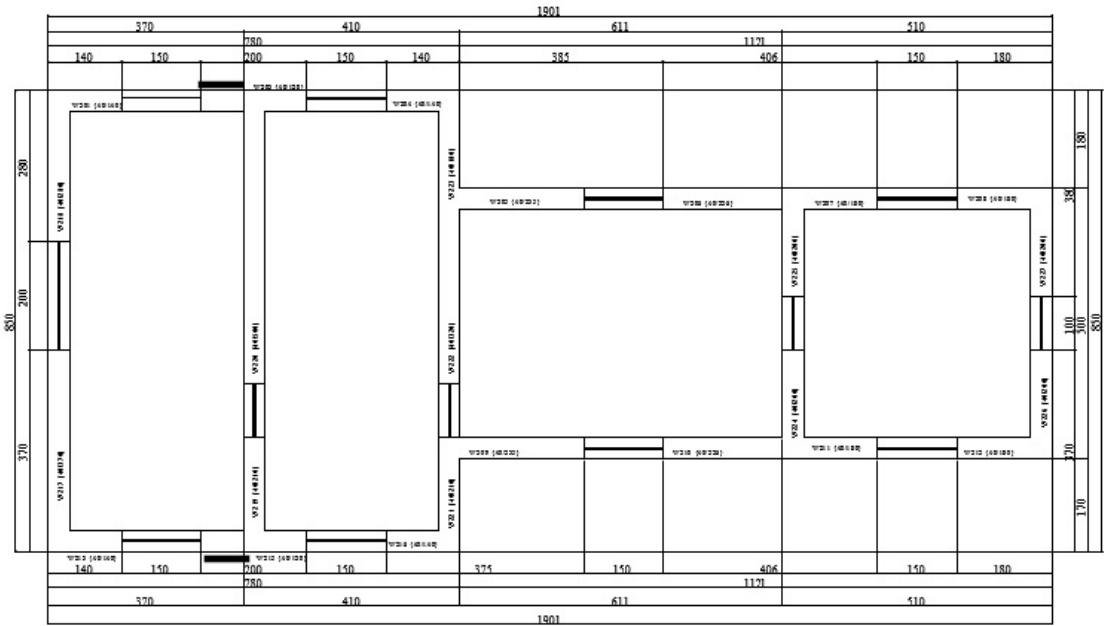
$$G+n_xQ = 350 \text{ kg/m}^2$$

$$H=3.00 \text{ m}$$



ZEMİN KAT DUVAR PLANI

Şekil 5.16 : Lojman Zemin Kat Planı



1.KAT DUVAR PLANI

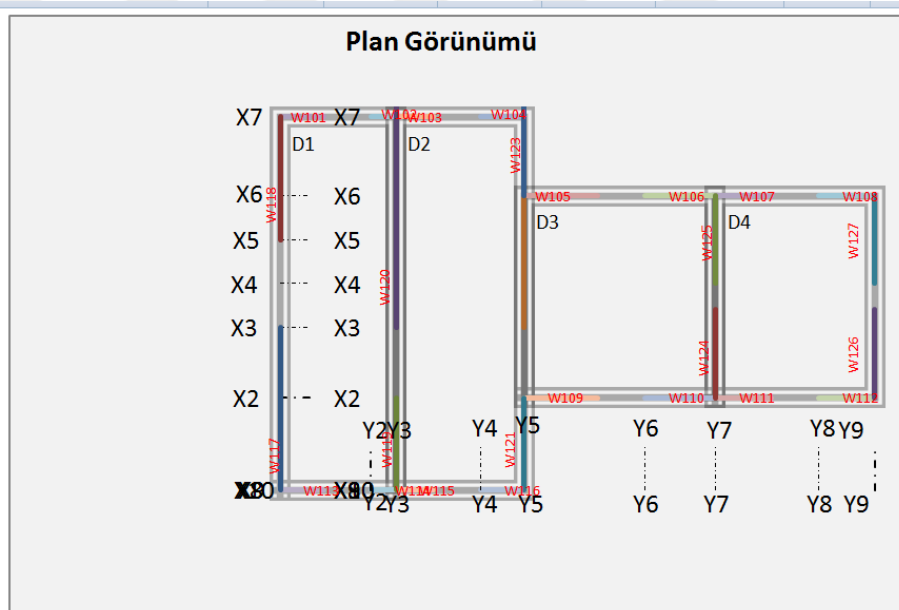
Şekil 5.17 : Lojman 1. Kat Planı

5.2.1 Elektronik hesap tablosu yöntemiyle saptanması

Örnek yapı Zemin, 1.Kat ve 2.Katta yer alan duvarların geometrik özellikleri ve kullanılan malzeme özellikleri belirlenir. İlk adım olarak, hesap yüklerinin tespit edilmesini tamamlamamız ve binada düşey yüklerden dolayı oluşan gerilme değerleri hesaplanmış olup, bu değerler Çizelge5.20, Çizelge5.21 ve Çizelge5.22 de sunulmuştur.

İkinci adımda ise, yatay yüklerden dolayı taşıyıcı duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri hesaplanmış olup Çizelge5.23, Çizelge5.24 ve Çizelge5.25 de sunulmuştur.

Data girişi esnasında, duvar isim, koordinat ve yerlerini görsel takip edilebilmektedir (Şekil 5.19).



Şekil 5.19 : Elektronik Tablo Plan Görünüşü

Çizelge 5.22 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Uzunluğu		Duvar Kalınlığı		Duvar Toplam Ağırlığı		Duvar Abımı		Duvar Düşey Gerilmesi		Narinlik Oranı		Azaltma katsayısı	Duvar Baring Emniyet Gerilmesi		Azaltılmış Baring Emniyet Gerilmesi		Güvenlik katsayısı
	L	d	SG	L x d	σ	h/d	f_{em}	f_{em}										
	m	m	ton	m ²	MPa	m/m	MPa	MPa										
W101	1,40	0,40	12,36	0,56	0,22	7,50	0,95	0,80	0,75	3,44								
W102	0,80	0,40	7,25	0,32	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,19								
W103	1,20	0,40	10,89	0,48	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,19								
W104	1,40	0,40	12,38	0,56	0,22	7,50	0,95	1,00	0,95	4,30								
W105	2,35	0,40	23,88	0,94	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,74								
W106	2,26	0,40	22,96	0,90	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,74								
W107	1,80	0,40	17,33	0,72	0,24	7,50	0,95	1,00	0,95	3,95								
W108	1,80	0,40	15,44	0,72	0,21	7,50	0,95	1,00	0,95	4,43								
W109	2,35	0,40	23,88	0,94	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,74								
W110	2,26	0,40	22,96	0,90	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,74								
W111	1,80	0,40	17,33	0,72	0,24	7,50	0,95	1,00	0,95	3,95								
W112	1,80	0,40	16,80	0,72	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,07								
W113	1,40	0,40	12,36	0,56	0,22	7,50	0,95	1,00	0,95	4,30								
W114	0,80	0,40	7,25	0,32	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,19								
W115	1,20	0,40	10,89	0,48	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,19								
W116	1,40	0,40	12,38	0,56	0,22	7,50	0,95	1,00	0,95	4,30								
W117	3,70	0,40	36663,00	1,48	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,83								
W118	2,80	0,40	27,62	1,12	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,85								
W119	2,10	0,40	25,96	0,84	0,31	7,50	0,95	1,00	0,95	3,07								
W120	5,00	0,40	64257,00	2,00	0,32	7,50	0,95	1,00	0,95	2,96								
W121	2,10	0,40	21,11	0,84	0,25	7,50	0,95	1,00	0,95	3,78								
W122	3,20	0,40	39435,00	1,28	0,31	7,50	0,95	1,00	0,95	3,08								
W123	1,80	0,40	18,58	0,72	0,26	7,50	0,95	1,00	0,95	3,68								
W124	2,00	0,40	21,38	0,80	0,27	7,50	0,95	1,00	0,95	3,56								
W125	2,00	0,40	21,38	0,80	0,27	7,50	0,95	1,00	0,95	3,56								
W126	2,00	0,40	18,65	0,80	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,07								
W127	2,00	0,40	18,52	0,80	0,23	7,50	0,95	1,00	0,95	4,10								

Çizelge 5.23 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Uzunluğu		Duvar Kalınlığı		Duvar Toplam Ağırlığı		Duvar Düşey Gerilmesi		Narinlik Oranı		Azaltma katsayısı	Duvar Baring Emniyet Gerilmesi		Azaltılmış Baring Emniyet Gerilmesi		Güvenlik katsayısı
	L	d	SG	L x d	σ	h/d	f_{em}	f_{em}								
	m	m	ton	m ²	MPa	m/m	MPa	MPa								
W101	1,40	0,40	2,23	7,94	0,14	7,50	0,95	1,00	0,95	6,70						
W202	0,80	0,40	1,27	4,66	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,53						
W203	1,20	0,40	1,96	7,00	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,51						
W204	1,40	0,40	2,09	7,95	0,14	7,50	0,95	1,00	0,95	6,68						
W205	2,35	0,40	6,17	15,40	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,80						
W206	2,26	0,40	5,93	14,81	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,80						
W207	1,80	0,40	4,31	11,16	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	6,13						
W208	1,80	0,40	4,31	10,00	0,14	7,50	0,95	1,00	0,95	6,84						
W209	2,35	0,40	6,17	15,40	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,80						
W210	2,26	0,40	5,93	14,81	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,80						
W211	1,80	0,40	4,31	11,16	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	6,13						
W212	1,80	0,40	4,31	10,82	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,32						
W213	1,40	0,40	2,23	7,94	0,14	7,50	0,95	1,00	0,95	6,70						
W214	0,80	0,40	1,27	4,66	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,53						
W215	1,20	0,40	1,96	7,00	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,51						
W216	1,40	0,40	2,09	7,95	0,14	7,50	0,95	1,00	0,95	6,68						
W217	3,70	0,40	9,82	23,65	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,95						
W218	2,80	0,40	7,43	17,82	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,97						
W219	2,10	0,40	8,23	16,89	0,20	7,50	0,95	1,00	0,95	4,72						
W220	5,00	0,40	8,07	41,77	0,21	7,50	0,95	1,00	0,95	4,55						
W221	2,10	0,40	5,79	13,66	0,16	7,50	0,95	1,00	0,95	5,84						
W222	3,20	0,40	8,83	25,63	0,20	7,50	0,95	1,00	0,95	4,75						
W223	1,80	0,40	3,29	12,01	0,17	7,50	0,95	1,00	0,95	5,69						
W224	2,00	0,40	5,27	13,93	0,17	7,50	0,95	1,00	0,95	5,46						
W225	2,00	0,40	5,27	13,93	0,17	7,50	0,95	1,00	0,95	5,46						
W226	2,00	0,40	4,31	12,00	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,33						
W227	2,00	0,40	4,31	12,00	0,15	7,50	0,95	1,00	0,95	6,33						

Çizelge 5.24 : 2. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Uzunluğu		SG	L x d	σ	h/d	Azaltma katsayısı	Duvar Barınç Emniyet Gerilmesi		Güvenlik katsayısı
	d	a						f _{em}	f _{em}	
	m	m	ton	m ²	MPa	m/m	MPa	MPa		
W301	1,40	0,30	3,52	0,42	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	10,61
W302	0,80	0,30	2,07	0,24	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	10,34
W303	1,20	0,30	3,12	0,36	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	10,29
W304	1,40	0,30	3,54	0,42	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	10,55
W305	2,35	0,30	6,93	0,71	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,06
W306	2,26	0,30	6,66	0,68	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,06
W307	1,80	0,30	5,00	0,54	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	9,62
W308	1,80	0,30	4,55	0,54	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	10,56
W309	2,35	0,30	6,93	0,71	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,06
W310	2,26	0,30	6,66	0,68	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,06
W311	1,80	0,30	5,00	0,54	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	9,62
W312	1,80	0,30	4,09	0,54	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	11,76
W313	1,40	0,30	3,52	0,42	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	10,61
W314	0,80	0,30	2,07	0,24	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	10,34
W315	1,20	0,30	3,12	0,36	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	10,29
W316	1,40	0,30	3,54	0,42	0,08	10,00	0,89	1,00	0,89	10,55
W317	3,70	0,30	10,63	1,11	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,29
W318	2,80	0,30	8,01	0,84	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,33
W319	2,10	0,30	7,82	0,63	0,12	10,00	0,89	1,00	0,89	7,17
W320	5,40	0,30	20,27	1,62	0,13	10,00	0,89	1,00	0,89	7,11
W321	2,10	0,30	5,20	0,53	0,10	10,00	0,89	1,00	0,89	9,05
W322	3,20	0,30	11,82	0,96	0,12	10,00	0,89	1,00	0,89	7,23
W323	2,20	0,30	5,20	0,66	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	9,48
W324	2,00	0,30	6,49	0,60	0,11	10,00	0,89	1,00	0,89	8,23
W325	2,00	0,30	6,49	0,60	0,11	10,00	0,89	1,00	0,89	8,23
W326	2,00	0,30	5,37	0,60	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	9,94
W327	2,00	0,30	5,37	0,60	0,09	10,00	0,89	1,00	0,89	9,94

Çizelge 5.25 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvarın Uzunluğu		Duvarın Kalınlığı	Duvarın Alanı	Duvar Kesme Kuvvetleri				Duvar Kayma Gerilmeleri				Duvar Kayma Emniyet Gerilmesi	Kontrol
	L	d			V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,2}	τ _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{y,1}		
	m	m	m ²	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa			
W101	1,40	0,40	0,56	210,99	210,10	0,00	0,00	0,377	0,375	0,000	0,000	0,36	0,96	
W102	0,80	0,40	0,32	120,56	120,06	0,00	0,00	0,377	0,375	0,000	0,000	0,36	0,96	
W103	1,20	0,40	0,48	180,85	180,09	0,00	0,00	0,377	0,375	0,000	0,000	0,41	1,08	
W104	1,40	0,40	0,56	210,99	210,10	0,00	0,00	0,377	0,375	0,000	0,000	0,32	0,84	
W105	2,35	0,40	0,94	353,83	352,99	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,36	0,97	
W106	2,26	0,40	0,90	340,28	339,47	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,36	0,97	
W107	1,80	0,40	0,72	271,02	270,38	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,32	0,84	
W108	1,80	0,40	0,72	271,02	270,38	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,36	0,96	
W109	2,35	0,40	0,94	353,01	353,81	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,36	0,96	
W110	2,26	0,40	0,90	339,49	340,26	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,34	0,91	
W111	1,80	0,40	0,72	270,39	271,01	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,34	0,91	
W112	1,80	0,40	0,72	270,39	271,01	0,00	0,00	0,376	0,376	0,000	0,000	0,25	0,66	
W113	1,40	0,40	0,56	210,08	211,01	0,00	0,00	0,375	0,377	0,000	0,000	0,25	0,66	
W114	0,80	0,40	0,32	120,05	120,58	0,00	0,00	0,375	0,377	0,000	0,000	0,25	0,66	
W115	1,20	0,40	0,48	180,07	180,86	0,00	0,00	0,375	0,377	0,000	0,000	0,25	0,66	
W116	1,40	0,40	0,56	210,08	211,01	0,00	0,00	0,375	0,377	0,000	0,000	0,25	0,66	
W117	3,70	0,40	1,48	0,00	0,00	574,61	515,57	0,000	0,000	0,388	0,348	0,32	0,83	
W118	2,80	0,40	1,12	0,00	0,00	434,84	350,70	0,000	0,000	0,388	0,313	0,32	0,83	
W119	2,10	0,40	0,84	0,00	0,00	305,27	297,13	0,000	0,000	0,363	0,354	0,32	0,89	
W120	5,40	0,40	2,16	0,00	0,00	784,95	685,50	0,000	0,000	0,363	0,318	0,32	0,87	
W121	2,10	0,40	0,84	0,00	0,00	282,16	297,13	0,000	0,000	0,336	0,354	0,36	1,02	
W122	3,20	0,40	1,28	0,00	0,00	429,96	416,27	0,000	0,000	0,336	0,325	0,36	1,07	
W123	2,20	0,40	0,88	0,00	0,00	295,60	271,42	0,000	0,000	0,336	0,308	0,35	1,04	
W124	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	235,92	271,98	0,000	0,000	0,295	0,340	0,35	1,03	
W125	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	235,92	258,02	0,000	0,000	0,295	0,323	0,36	1,12	
W126	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	208,54	271,98	0,000	0,000	0,261	0,340	0,36	1,06	
W127	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	208,54	258,02	0,000	0,000	0,261	0,323	0,35	1,09	

Çizelge 5.26 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

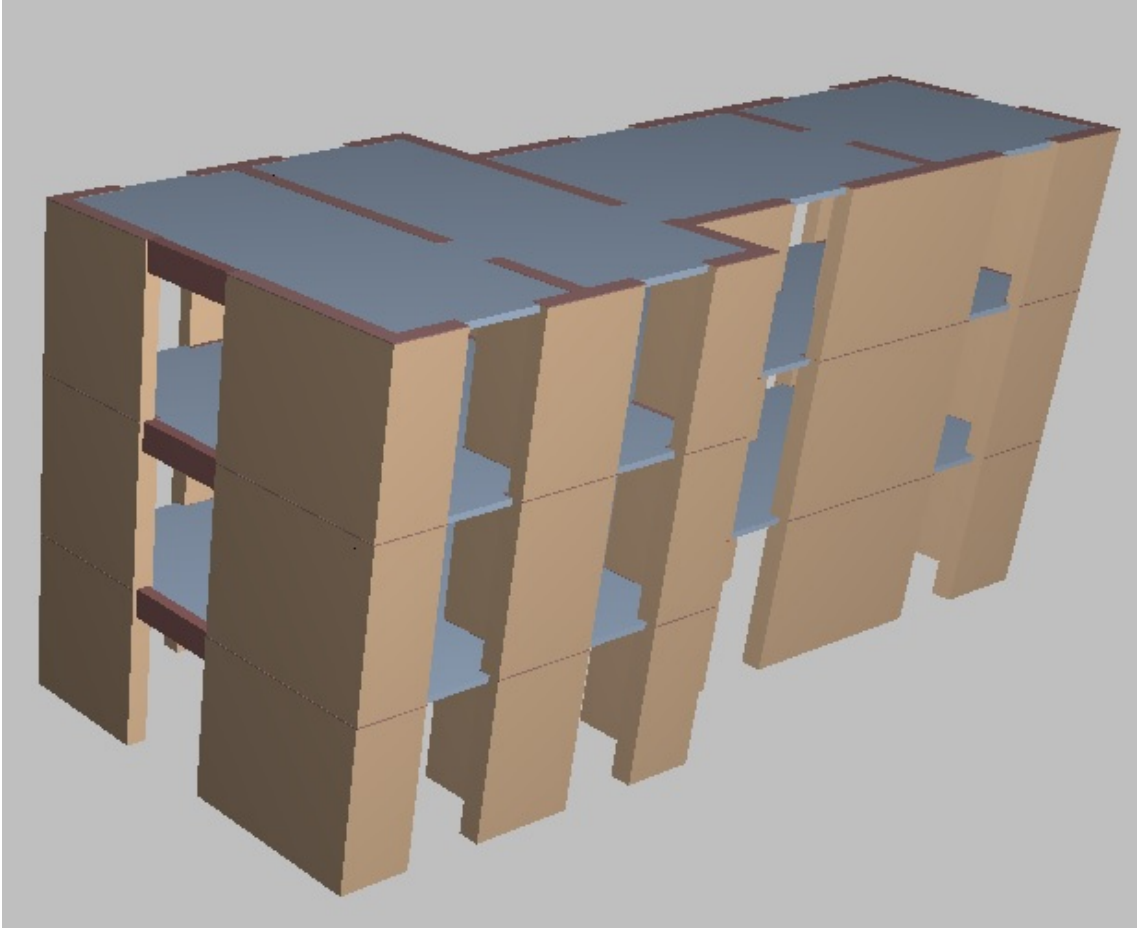
Duvar Adı	Duvarın Uzunluğu		Duvarın Kalınlığı	Duvar Alanı	Duvar Kesme Kuvvetleri				Duvar Kayma Gerilmeleri					Duvar kayma Emniyet Gerilmesi	Kontrol
	L	d			V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{x,2}	τ _{y,1}	τ _{y,2}	τ _{em}		
	m	m	m ²	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa			
W202	1,40	0,40	0,56	172,71	171,98	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,32	1,04		
W202	0,80	0,40	0,32	98,68	98,28	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,32	1,04		
W203	1,20	0,40	0,48	148,04	147,41	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,35	1,15		
W204	1,40	0,40	0,56	172,71	171,98	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,29	0,95		
W205	2,35	0,40	0,94	289,64	288,95	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,32	1,05		
W206	2,26	0,40	0,90	278,55	277,88	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,32	1,05		
W207	1,80	0,40	0,72	221,85	221,32	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,29	0,95		
W208	1,80	0,40	0,72	221,85	221,32	0,00	0,00	0,308	0,307	0,000	0,000	0,32	1,04		
W209	2,35	0,40	0,94	288,97	288,52	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,32	1,04		
W210	2,26	0,40	0,90	277,90	278,53	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,31	1,00		
W211	1,80	0,40	0,72	221,34	221,84	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,31	1,00		
W212	1,80	0,40	0,72	221,34	221,84	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,25	0,81		
W213	1,40	0,40	0,56	171,97	172,73	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,25	0,81		
W214	0,80	0,40	0,32	98,27	98,70	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,25	0,81		
W215	1,20	0,40	0,48	147,40	148,05	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,25	0,81		
W216	1,40	0,40	0,56	171,97	172,73	0,00	0,00	0,307	0,308	0,000	0,000	0,25	0,81		
W217	3,70	0,40	1,48	0,00	0,00	470,36	422,04	0,000	0,000	0,318	0,285	0,30	0,93		
W218	2,80	0,40	1,12	0,00	0,00	355,95	287,08	0,000	0,000	0,318	0,256	0,30	0,93		
W219	2,10	0,40	0,84	0,00	0,00	249,89	243,23	0,000	0,000	0,297	0,290	0,30	1,00		
W220	5,40	0,40	2,16	0,00	0,00	642,57	561,96	0,000	0,000	0,297	0,260	0,29	0,98		
W221	2,10	0,40	0,84	0,00	0,00	230,97	243,23	0,000	0,000	0,275	0,290	0,32	1,11		
W222	3,20	0,40	1,28	0,00	0,00	351,96	340,75	0,000	0,000	0,275	0,266	0,32	1,17		
W223	2,20	0,40	0,88	0,00	0,00	241,97	222,18	0,000	0,000	0,275	0,252	0,32	1,15		
W224	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	193,12	222,63	0,000	0,000	0,241	0,278	0,32	1,13		
W225	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	193,12	211,21	0,000	0,000	0,241	0,264	0,32	1,22		
W226	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	170,71	222,63	0,000	0,000	0,213	0,278	0,32	1,15		
W227	2,00	0,40	0,80	0,00	0,00	170,71	211,21	0,000	0,000	0,213	0,264	0,32	1,19		

Çizelge 5.27 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvarın Uzunluğu		Duvarın Kalınlığı	Duvar Alanı	Duvar Kesme Kuvvetleri				Duvar Kayma Gerilmeleri					Duvar kayma Emniyet Gerilmesi	Kontrol
	L	d			V _{x,1}	V _{x,2}	V _{y,1}	V _{y,2}	τ _{x,1}	τ _{x,2}	τ _{y,1}	τ _{y,2}	τ _{em}		
	m	m	m ²	kN	kN	kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa			
W301	1,40	0,30	0,42	96,15	95,75	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,29	1,29		
W302	0,80	0,30	0,24	54,94	54,71	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,29	1,29		
W303	1,20	0,30	0,36	82,42	82,07	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,32	1,38		
W304	1,40	0,30	0,42	96,15	95,75	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,27	1,20		
W305	2,35	0,30	0,71	161,25	160,87	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,30	1,29		
W306	2,26	0,30	0,68	155,08	154,71	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,30	1,29		
W307	1,80	0,30	0,54	123,51	123,22	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,27	1,20		
W308	1,80	0,30	0,54	123,51	123,22	0,00	0,00	0,229	0,228	0,000	0,000	0,29	1,29		
W309	2,35	0,30	0,71	160,88	161,24	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,29	1,29		
W310	2,26	0,30	0,68	154,72	155,07	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,29	1,25		
W311	1,80	0,30	0,54	123,23	123,51	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,29	1,25		
W312	1,80	0,30	0,54	123,23	123,51	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,25	1,09		
W313	1,40	0,30	0,42	95,74	96,16	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,25	1,09		
W314	0,80	0,30	0,24	54,71	54,95	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,25	1,09		
W315	1,20	0,30	0,36	82,06	82,43	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,25	1,09		
W316	1,40	0,30	0,42	95,74	96,16	0,00	0,00	0,228	0,229	0,000	0,000	0,25	1,09		
W317	3,70	0,30	1,11	0,00	0,00	261,09	234,76	0,000	0,000	0,235	0,211	0,28	1,18		
W318	2,80	0,30	0,84	0,00	0,00	197,58	160,00	0,000	0,000	0,235	0,190	0,28	1,18		
W319	2,10	0,30	0,63	0,00	0,00	138,85	135,26	0,000	0,000	0,220	0,215	0,28	1,26		
W320	5,40	0,30	1,62	0,00	0,00	357,05	313,11	0,000	0,000	0,220	0,193	0,27	1,25		
W321	2,10	0,30	0,63	0,00	0,00	128,51	135,26	0,000	0,000	0,204	0,215	0,29	1,37		
W322	3,20	0,30	0,96	0,00	0,00	195,82	189,77	0,000	0,000	0,204	0,198	0,29	1,44		
W323	2,20	0,30	0,66	0,00	0,00	134,63	123,86	0,000	0,000	0,204	0,188	0,29	1,42		
W324	2,00	0,30	0,60	0,00	0,00	107,71	123,89	0,000	0,000	0,180	0,206	0,29	1,40		
W325	2,00	0,30	0,60	0,00	0,00	107,71	117,65	0,000	0,000	0,180	0,196	0,29	1,50		
W326	2,00	0,30	0,60	0,00	0,00	95,46	123,89	0,000	0,000	0,159	0,206	0,29	1,42		
W327	2,00	0,30	0,60	0,00	0,00	95,46	117,65	0,000	0,000	0,159	0,196	0,29	1,48		

5.2.2 Staticad ile çözümü

Ele alınan örnek binanın, başka bir programla karşılaştırabilmesi amacı ile piyasada yaygın kullanılan bir program kullanılmıştır. Üç boyutlu hızlı data girişi, kullanılacak olan malzemelerin menülerinde hazır olması gibi özellikleri ile kolay kullanım sağlamaktadır [9].



Şekil 5.20 : Staticad Üç Boyut Data Görünüşü

Yapılan analiz sonucunda Zemin, 1. Kat ve 2. Katlarda düşey yüklerden dolayı oluşan gerilmeler Çizelge5.26 - Çizelge5.27 - Çizelge5.28, yatay yüklerden dolayı oluşan kayma gerilmeleri ise Çizelge5.29 - Çizelge5.30 - Çizelge5.31 de sunulmuştur.

Çizelge 5.28 : Zemin Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

ZEMİN KAT DUVAR DÜŞEY GERİLME KONTROLÜ

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narinlik Oranı	Narinlik Azaltma Katsayısı	Basınç Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvar Düşey Yüku (t)	Duvar Basınç Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Emn. Gerilmesi (Mpa)	Basınç Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
W101	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	12.359	0.22	0.77	%29	Ok
W102	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	7.251	0.23	0.77	%29	Ok
W103	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	10.894	0.23	0.77	%29	Ok
W104	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	12.379	0.22	0.77	%29	Ok
W105	-----	2.35	0.4	7.5	0.96	0.8	23.879	0.25	0.77	%33	Ok
W106	-----	2.26	0.4	7.5	0.96	0.8	22.964	0.25	0.77	%33	Ok
W107	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	17.329	0.24	0.77	%31	Ok
W108	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	15.444	0.21	0.77	%28	Ok
W109	-----	2.35	0.4	7.5	0.96	0.8	23.879	0.25	0.77	%33	Ok
W110	-----	2.26	0.4	7.5	0.96	0.8	22.964	0.25	0.77	%33	Ok
W111	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	17.329	0.24	0.77	%31	Ok
W112	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	16.797	0.23	0.77	%30	Ok
W113	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	12.359	0.22	0.77	%29	Ok
W114	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	7.251	0.23	0.77	%29	Ok
W115	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	10.894	0.23	0.77	%29	Ok
W116	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	12.379	0.22	0.77	%29	Ok
W117	-----	3.7	0.4	7.5	0.96	0.8	36.663	0.25	0.77	%32	Ok
W118	-----	2.8	0.4	7.5	0.96	0.8	27.621	0.25	0.77	%32	Ok
W119	-----	2.1	0.4	7.5	0.96	0.8	25.964	0.31	0.77	%40	Ok
W120	-----	5	0.4	7.5	0.96	0.8	64.257	0.32	0.77	%42	Ok
W121	-----	2.1	0.4	7.5	0.96	0.8	21.112	0.25	0.77	%33	Ok
W122	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	39.435	0.31	0.77	%40	Ok
W123	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	18.583	0.26	0.77	%34	Ok
W124	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	21.375	0.27	0.77	%35	Ok
W125	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	21.375	0.27	0.77	%35	Ok
W126	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	18.624	0.23	0.77	%30	Ok
W127	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	18.624	0.23	0.77	%30	Ok

Çizelge 5.29 : 1. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

1.KAT DUVAR DÜŞEY GERİLME KONTROLÜ

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narinlik Oranı	Narinlik Azaltma Katsayısı	Basınç Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvar Düşey Yüku (t)	Duvar Basınç Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Emn. Gerilmesi (Mpa)	Basınç Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
W201	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	7.941	0.14	0.77	%18	Ok
W202	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	4.658	0.15	0.77	%19	Ok
W203	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	7.004	0.15	0.77	%19	Ok
W204	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	7.961	0.14	0.77	%18	Ok
W205	-----	2.35	0.4	7.5	0.96	0.8	15.403	0.16	0.77	%21	Ok
W206	-----	2.26	0.4	7.5	0.96	0.8	14.813	0.16	0.77	%21	Ok
W207	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	11.162	0.16	0.77	%20	Ok
W208	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	9.999	0.14	0.77	%18	Ok
W209	-----	2.35	0.4	7.5	0.96	0.8	15.403	0.16	0.77	%21	Ok
W210	-----	2.26	0.4	7.5	0.96	0.8	14.813	0.16	0.77	%21	Ok
W211	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	11.162	0.16	0.77	%20	Ok
W212	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	10.824	0.15	0.77	%20	Ok
W213	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	7.941	0.14	0.77	%18	Ok
W214	-----	0.8	0.4	7.5	0.96	0.8	4.658	0.15	0.77	%19	Ok
W215	-----	1.2	0.4	7.5	0.96	0.8	7.004	0.15	0.77	%19	Ok
W216	-----	1.4	0.4	7.5	0.96	0.8	7.961	0.14	0.77	%18	Ok
W217	-----	3.7	0.4	7.5	0.96	0.8	23.647	0.16	0.77	%21	Ok
W218	-----	2.8	0.4	7.5	0.96	0.8	17.816	0.16	0.77	%21	Ok
W219	-----	2.1	0.4	7.5	0.96	0.8	16.894	0.2	0.77	%26	Ok
W220	-----	5	0.4	7.5	0.96	0.8	41.779	0.21	0.77	%27	Ok
W221	-----	2.1	0.4	7.5	0.96	0.8	13.656	0.16	0.77	%21	Ok
W222	-----	3.2	0.4	7.5	0.96	0.8	25.625	0.2	0.77	%26	Ok
W223	-----	1.8	0.4	7.5	0.96	0.8	12.011	0.17	0.77	%22	Ok
W224	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	13.932	0.17	0.77	%23	Ok
W225	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	13.932	0.17	0.77	%23	Ok
W226	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	11.998	0.15	0.77	%19	Ok
W227	-----	2	0.4	7.5	0.96	0.8	11.998	0.15	0.77	%19	Ok

Çizelge 5.30 : 2. Kat Duvar Düşey Gerilmeleri

2.KAT DUVAR DÜŞEY GERİLME KONTROLÜ

Duvar Adı	Duvar Malz.	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Narinlik Oranı	Narinlik Azaltma Katsayısı	Basıncı Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvar Düşey Yüku (t)	Duvar Basıncı Gerilmesi Mpa	Azaltılmış Bas. Emn. Gerilmesi (Mpa)	Basıncı Kapasitesi Kullanım Oranı	Durum
W301	-----	1.4	0.3	10	0.89	0.8	3.524	0.08	0.71	%12	Ok
W302	-----	0.8	0.3	10	0.89	0.8	2.065	0.09	0.71	%12	Ok
W303	-----	1.2	0.3	10	0.89	0.8	3.115	0.09	0.71	%12	Ok
W304	-----	1.4	0.3	10	0.89	0.8	3.544	0.08	0.71	%12	Ok
W305	-----	2.35	0.3	10	0.89	0.8	6.927	0.1	0.71	%14	Ok
W306	-----	2.26	0.3	10	0.89	0.8	6.661	0.1	0.71	%14	Ok
W307	-----	1.8	0.3	10	0.89	0.8	4.996	0.09	0.71	%13	Ok
W308	-----	1.8	0.3	10	0.89	0.8	4.553	0.08	0.71	%12	Ok
W309	-----	2.35	0.3	10	0.89	0.8	6.927	0.1	0.71	%14	Ok
W310	-----	2.26	0.3	10	0.89	0.8	6.661	0.1	0.71	%14	Ok
W311	-----	1.8	0.3	10	0.89	0.8	4.996	0.09	0.71	%13	Ok
W312	-----	1.8	0.3	10	0.89	0.8	4.85	0.09	0.71	%13	Ok
W313	-----	1.4	0.3	10	0.89	0.8	3.524	0.08	0.71	%12	Ok
W314	-----	0.8	0.3	10	0.89	0.8	2.065	0.09	0.71	%12	Ok
W315	-----	1.2	0.3	10	0.89	0.8	3.115	0.09	0.71	%12	Ok
W316	-----	1.4	0.3	10	0.89	0.8	3.544	0.08	0.71	%12	Ok
W317	-----	3.7	0.3	10	0.89	0.8	10.632	0.1	0.71	%13	Ok
W318	-----	2.8	0.3	10	0.89	0.8	8.012	0.1	0.71	%13	Ok
W319	-----	2.1	0.3	10	0.89	0.8	7.824	0.12	0.71	%17	Ok
W320	-----	5.4	0.3	10	0.89	0.8	20.265	0.13	0.71	%18	Ok
W321	-----	2.1	0.3	10	0.89	0.8	6.199	0.1	0.71	%14	Ok
W322	-----	3.2	0.3	10	0.89	0.8	11.816	0.12	0.71	%17	Ok
W323	-----	2.2	0.3	10	0.89	0.8	6.195	0.09	0.71	%13	Ok
W324	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	6.489	0.11	0.71	%15	Ok
W325	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	6.489	0.11	0.71	%15	Ok
W326	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	5.373	0.09	0.71	%13	Ok
W327	-----	2	0.3	10	0.89	0.8	5.373	0.09	0.71	%13	Ok

Çizelge 5.31 : Zemin Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüku (t)	Duvar Düşey Gerilmesi.	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkileyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	Durum	Tem Formülü	Tem Limit Değeri
W101	1.4	0.4	8.663	0.15	0.15	27.1	0.41	0.23	%179 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W102	0.8	0.4	5.139	0.16	0.15	12.9	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W103	1.2	0.4	7.726	0.16	0.15	19.36	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W104	1.4	0.4	8.683	0.16	0.15	22.58	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W105	2.35	0.4	17.675	0.19	0.15	42.97	0.42	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W106	2.26	0.4	16.998	0.19	0.15	41.32	0.42	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W107	1.8	0.4	12.577	0.17	0.15	32.91	0.42	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W108	1.8	0.4	11.22	0.16	0.15	32.91	0.42	0.23	%183 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W109	2.35	0.4	17.675	0.19	0.15	42.76	0.41	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W110	2.26	0.4	16.998	0.19	0.15	41.12	0.41	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W111	1.8	0.4	12.577	0.17	0.15	32.75	0.41	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W112	1.8	0.4	12.045	0.17	0.15	32.75	0.41	0.23	%179 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W113	1.4	0.4	8.663	0.15	0.15	26.89	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W114	0.8	0.4	5.139	0.16	0.15	15.37	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W115	1.2	0.4	7.726	0.16	0.15	23.05	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W116	1.4	0.4	8.683	0.16	0.15	26.89	0.4	0.23	%174 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W117	3.7	0.4	26.895	0.18	0.15	60.73	0.41	0.24	%170 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W118	2.8	0.4	20.229	0.18	0.15	45.96	0.41	0.24	%171 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W119	2.1	0.4	20.42	0.24	0.15	33.22	0.4	0.27	%146 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W120	5	0.4	51.057	0.26	0.15	79.09	0.4	0.28	%142 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W121	2.1	0.4	15.568	0.19	0.15	32.05	0.38	0.24	%157 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W122	3.2	0.4	30.987	0.24	0.15	40.7	0.35	0.27	%130 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W123	1.8	0.4	13.831	0.19	0.15	27.47	0.36	0.25	%144 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W124	2	0.4	16.623	0.21	0.15	32.62	0.34	0.25	%136 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W125	2	0.4	16.623	0.21	0.15	32.62	0.36	0.25	%144 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W126	2	0.4	13.344	0.17	0.15	34.13	0.36	0.23	%155 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk
W127	2	0.4	13.344	0.17	0.15	34.13	0.34	0.23	%149 X	Tem,lim=Atanmadı	$\tau_{em}=(\sigma+0.5\sigma)^{0.5}$	bk

Çizelge 5.32 : 1. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

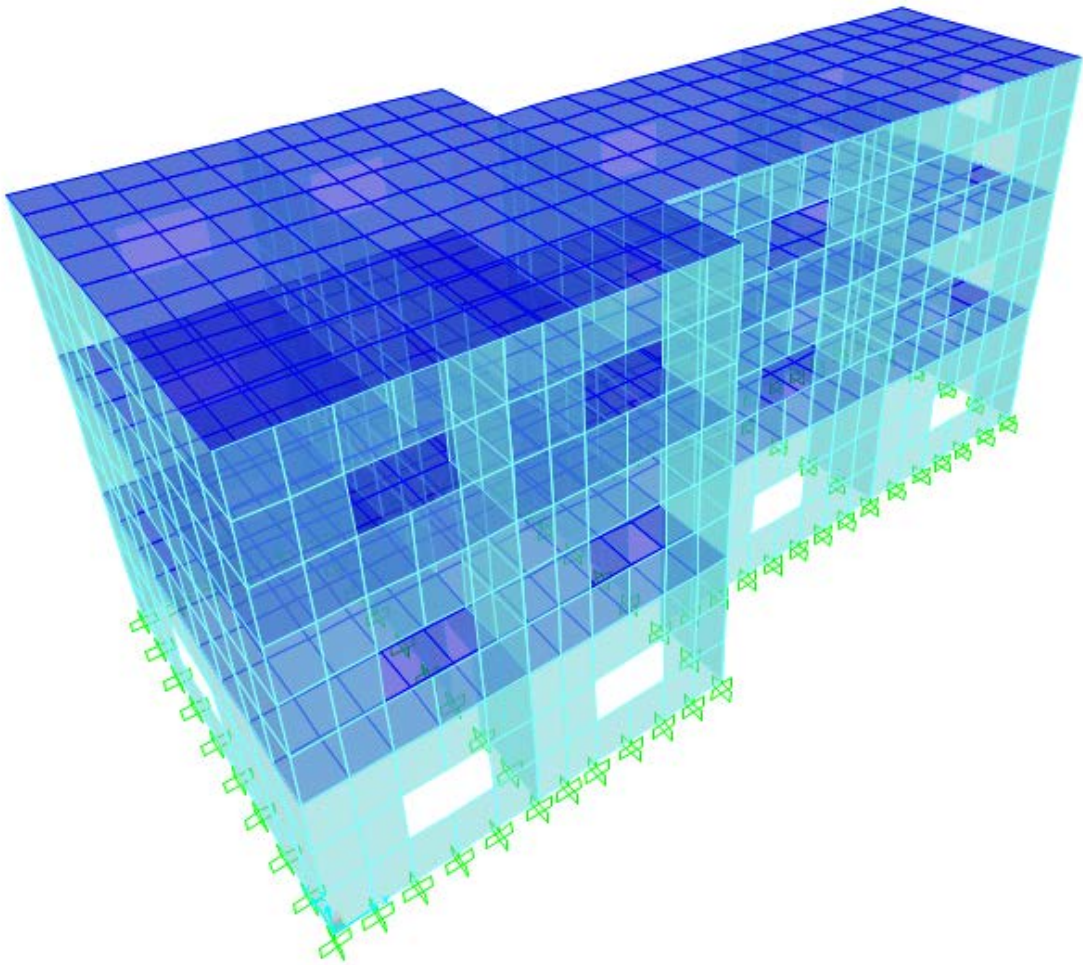
Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüklü (t)	Duvar Düşey Gerilmesi	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkiyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	tem Formülü tem Limit Değeri Duvar Bloğu Basınç Dayanımı Formüller: TS EN 1996-1-1 Birimler:(Mpa)
W201	1.4	0.4	4.245	0.08	0.15	22.32	0.34	0.19	%179 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{4.245}{0.4 \cdot 1.4} = 7.5$ tem.lim=Atanmadı
W202	0.8	0.4	2.546	0.08	0.15	10.63	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.546}{0.4 \cdot 0.8} = 7.96$ tem.lim=Atanmadı
W203	1.2	0.4	3.836	0.08	0.15	15.94	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{3.836}{0.4 \cdot 1.2} = 7.99$ tem.lim=Atanmadı
W204	1.4	0.4	4.265	0.08	0.15	18.6	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{4.265}{0.4 \cdot 1.4} = 7.62$ tem.lim=Atanmadı
W205	2.35	0.4	9.199	0.1	0.15	35.39	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{9.199}{0.4 \cdot 2.35} = 9.8$ tem.lim=Atanmadı
W206	2.26	0.4	8.846	0.1	0.15	34.04	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{8.846}{0.4 \cdot 2.26} = 9.7$ tem.lim=Atanmadı
W207	1.8	0.4	6.41	0.09	0.15	27.11	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{6.41}{0.4 \cdot 1.8} = 8.9$ tem.lim=Atanmadı
W208	1.8	0.4	5.775	0.08	0.15	27.11	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{5.775}{0.4 \cdot 1.8} = 7.9$ tem.lim=Atanmadı
W209	2.35	0.4	9.199	0.1	0.15	35.22	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{9.199}{0.4 \cdot 2.35} = 9.8$ tem.lim=Atanmadı
W210	2.26	0.4	8.846	0.1	0.15	33.87	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{8.846}{0.4 \cdot 2.26} = 9.7$ tem.lim=Atanmadı
W211	1.8	0.4	6.41	0.09	0.15	26.98	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{6.41}{0.4 \cdot 1.8} = 8.9$ tem.lim=Atanmadı
W212	1.8	0.4	6.072	0.08	0.15	26.98	0.33	0.19	%174 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{6.072}{0.4 \cdot 1.8} = 8.4$ tem.lim=Atanmadı
W213	1.4	0.4	4.245	0.08	0.15	22.15	0.34	0.19	%179 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{4.245}{0.4 \cdot 1.4} = 7.5$ tem.lim=Atanmadı
W214	0.8	0.4	2.546	0.08	0.15	12.66	0.34	0.19	%179 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.546}{0.4 \cdot 0.8} = 7.96$ tem.lim=Atanmadı
W215	1.2	0.4	3.836	0.08	0.15	18.99	0.34	0.19	%179 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{3.836}{0.4 \cdot 1.2} = 7.99$ tem.lim=Atanmadı
W216	1.4	0.4	4.265	0.08	0.15	22.15	0.32	0.19	%168 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{4.265}{0.4 \cdot 1.4} = 7.57$ tem.lim=Atanmadı
W217	3.7	0.4	13.879	0.09	0.15	50.02	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{13.879}{0.4 \cdot 3.7} = 9.3$ tem.lim=Atanmadı
W218	2.8	0.4	10.424	0.09	0.15	37.86	0.33	0.2	%165 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{10.424}{0.4 \cdot 2.8} = 9.3$ tem.lim=Atanmadı
W219	2.1	0.4	11.35	0.14	0.15	27.36	0.33	0.22	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{11.35}{0.4 \cdot 2.1} = 13.5$ tem.lim=Atanmadı
W220	5	0.4	28.579	0.14	0.15	65.15	0.31	0.22	%141 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{28.579}{0.4 \cdot 5} = 14.3$ tem.lim=Atanmadı
W221	2.1	0.4	8.112	0.1	0.15	26.4	0.30	0.2	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{8.112}{0.4 \cdot 2.1} = 9.6$ tem.lim=Atanmadı
W222	3.2	0.4	17.177	0.13	0.15	33.53	0.27	0.22	%123 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{17.177}{0.4 \cdot 3.2} = 13.3$ tem.lim=Atanmadı
W223	1.8	0.4	7.259	0.1	0.15	22.63	0.29	0.2	%145 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{7.259}{0.4 \cdot 1.8} = 10.0$ tem.lim=Atanmadı
W224	2	0.4	9.18	0.11	0.15	26.87	0.29	0.21	%139 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{9.18}{0.4 \cdot 2} = 11.5$ tem.lim=Atanmadı
W225	2	0.4	9.18	0.11	0.15	26.87	0.28	0.21	%133 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{9.18}{0.4 \cdot 2} = 11.5$ tem.lim=Atanmadı
W226	2	0.4	6.718	0.08	0.15	28.11	0.30	0.19	%158 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{6.718}{0.4 \cdot 2} = 8.4$ tem.lim=Atanmadı
W227	2	0.4	6.718	0.08	0.15	28.11	0.29	0.19	%153 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{6.718}{0.4 \cdot 2} = 8.4$ tem.lim=Atanmadı

Çizelge 5.33 : 2. Kat Duvar Kayma Gerilmeleri

Duvar Adı	Duvar Boyu (m)	Duvar Kalınlığı (m)	Duvar Düşey Yüklü (t)	Duvar Düşey Gerilmesi	Çatlama Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Duvara etkiyen Kesme Kuvveti (t)	Duvar Kayma Gerilmesi Mpa	Kayma Emniyet Gerilmesi (Mpa)	Kayma Kapasite Kullanım Oranı	tem Formülü tem Limit Değeri Duvar Bloğu Basınç Dayanımı Formüller: TS EN 1996-1-1 Birimler:(Mpa)
W301	1.4	0.3	0.752	0.02	0.15	12.42	0.25	0.16	%156 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.752}{0.3 \cdot 1.4} = 1.8$ tem.lim=Atanmadı
W302	0.8	0.3	0.481	0.02	0.15	7.1	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.481}{0.3 \cdot 0.8} = 2.0$ tem.lim=Atanmadı
W303	1.2	0.3	0.739	0.02	0.15	10.65	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.739}{0.3 \cdot 1.2} = 2.0$ tem.lim=Atanmadı
W304	1.4	0.3	0.772	0.02	0.15	12.42	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.772}{0.3 \cdot 1.4} = 1.8$ tem.lim=Atanmadı
W305	2.35	0.3	2.274	0.03	0.15	19.72	0.24	0.17	%141 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.274}{0.3 \cdot 2.35} = 3.2$ tem.lim=Atanmadı
W306	2.26	0.3	2.187	0.03	0.15	18.97	0.24	0.17	%141 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.187}{0.3 \cdot 2.26} = 3.2$ tem.lim=Atanmadı
W307	1.8	0.3	1.432	0.03	0.15	15.11	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.432}{0.3 \cdot 1.8} = 2.6$ tem.lim=Atanmadı
W308	1.8	0.3	1.286	0.02	0.15	15.11	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.286}{0.3 \cdot 1.8} = 2.3$ tem.lim=Atanmadı
W309	2.35	0.3	2.274	0.03	0.15	19.75	0.24	0.17	%141 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.274}{0.3 \cdot 2.35} = 3.2$ tem.lim=Atanmadı
W310	2.26	0.3	2.187	0.03	0.15	18.99	0.24	0.17	%141 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.187}{0.3 \cdot 2.26} = 3.2$ tem.lim=Atanmadı
W311	1.8	0.3	1.432	0.03	0.15	15.13	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.432}{0.3 \cdot 1.8} = 2.6$ tem.lim=Atanmadı
W312	1.8	0.3	1.286	0.02	0.15	15.13	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.286}{0.3 \cdot 1.8} = 2.3$ tem.lim=Atanmadı
W313	1.4	0.3	0.752	0.02	0.15	12.4	0.25	0.16	%156 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.752}{0.3 \cdot 1.4} = 1.8$ tem.lim=Atanmadı
W314	0.8	0.3	0.481	0.02	0.15	7.08	0.25	0.16	%156 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.481}{0.3 \cdot 0.8} = 2.0$ tem.lim=Atanmadı
W315	1.2	0.3	0.739	0.02	0.15	10.63	0.25	0.16	%156 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.739}{0.3 \cdot 1.2} = 2.0$ tem.lim=Atanmadı
W316	1.4	0.3	0.772	0.02	0.15	12.4	0.25	0.16	%156 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{0.772}{0.3 \cdot 1.4} = 1.8$ tem.lim=Atanmadı
W317	3.7	0.3	3.306	0.03	0.15	28.79	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{3.306}{0.3 \cdot 3.7} = 3.0$ tem.lim=Atanmadı
W318	2.8	0.3	2.468	0.03	0.15	21.79	0.24	0.16	%150 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.468}{0.3 \cdot 2.8} = 2.9$ tem.lim=Atanmadı
W319	2.1	0.3	3.666	0.06	0.15	15.84	0.23	0.18	%129 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{3.666}{0.3 \cdot 2.1} = 5.8$ tem.lim=Atanmadı
W320	5.4	0.3	9.87	0.06	0.15	33.94	0.22	0.18	%122 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{9.87}{0.3 \cdot 5.4} = 6.1$ tem.lim=Atanmadı
W321	2.1	0.3	2.041	0.03	0.15	15.35	0.22	0.17	%122 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.041}{0.3 \cdot 2.1} = 3.3$ tem.lim=Atanmadı
W322	3.2	0.3	5.48	0.06	0.15	19.49	0.2	0.18	%111 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{5.48}{0.3 \cdot 3.2} = 5.7$ tem.lim=Atanmadı
W323	2.2	0.3	2.136	0.03	0.15	13.4	0.2	0.17	%129 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.136}{0.3 \cdot 2.2} = 3.3$ tem.lim=Atanmadı
W324	2	0.3	2.826	0.05	0.15	15.45	0.22	0.17	%129 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.826}{0.3 \cdot 2} = 4.7$ tem.lim=Atanmadı
W325	2	0.3	2.826	0.05	0.15	15.45	0.22	0.17	%129 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{2.826}{0.3 \cdot 2} = 4.7$ tem.lim=Atanmadı
W326	2	0.3	1.413	0.02	0.15	16.08	0.22	0.16	%138 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.413}{0.3 \cdot 2} = 2.4$ tem.lim=Atanmadı
W327	2	0.3	1.413	0.02	0.15	16.08	0.21	0.16	%131 X	$\frac{t}{b \cdot h} = \frac{1.413}{0.3 \cdot 2} = 2.4$ tem.lim=Atanmadı

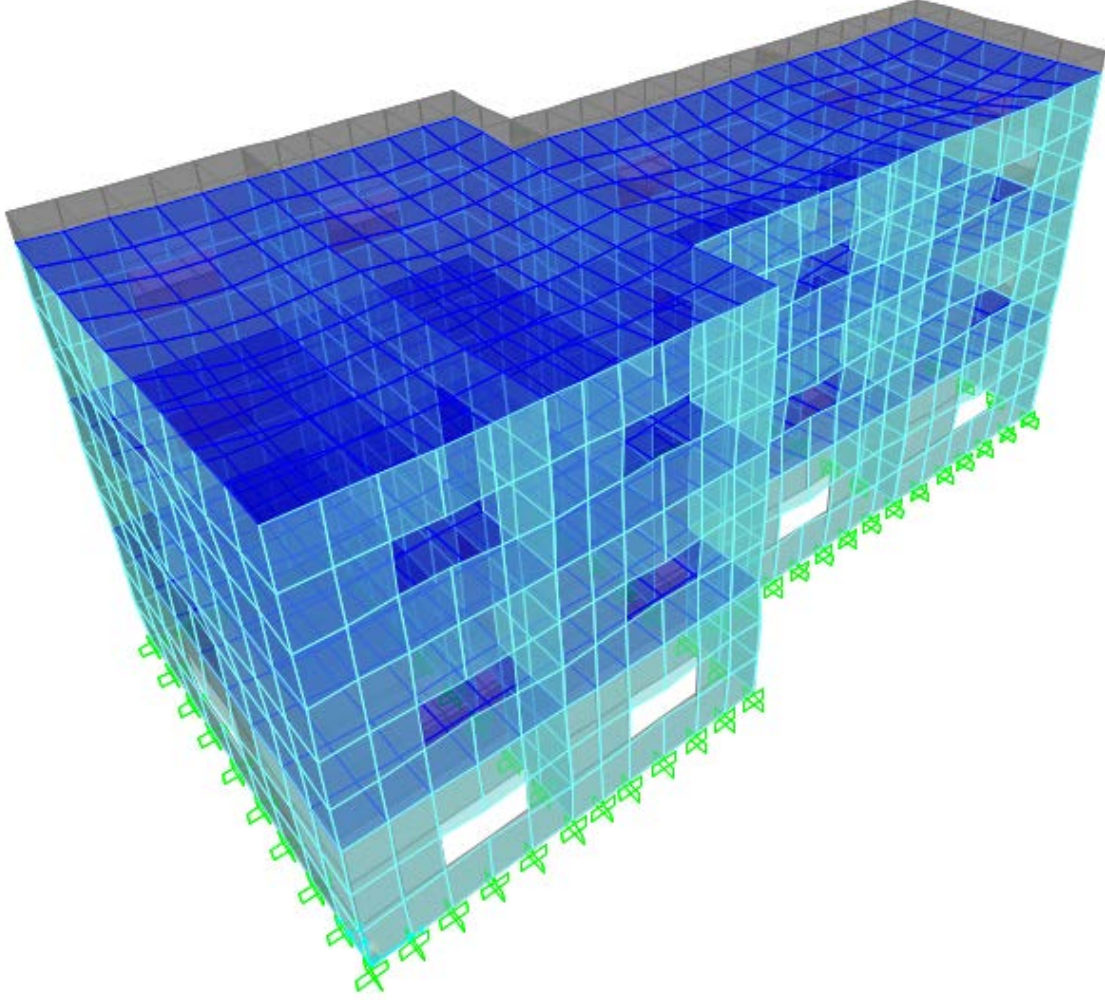
5.2.3 Sonlu elemanlar metodu ile çözüümü

İncelenen 2. Örnekte de binanın sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizi yapılmıştır. Dünyada kabul gören SAP2000 programı ile örnek yapının geometrik özellikleri, malzeme dayanımları ve tasarım yükleri önceki örnekler ile eşit seçilerek oluşturulmuştur [10].



Şekil 5.21 : SAP2000 Üç Boyut Görünüşü

DüŖey yükler altında Zemin ve 1.Katlarda görülen deformasyon Ŗekli, **Ŗekil 5.22.** de, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.32** da gösterilmiŖtir.

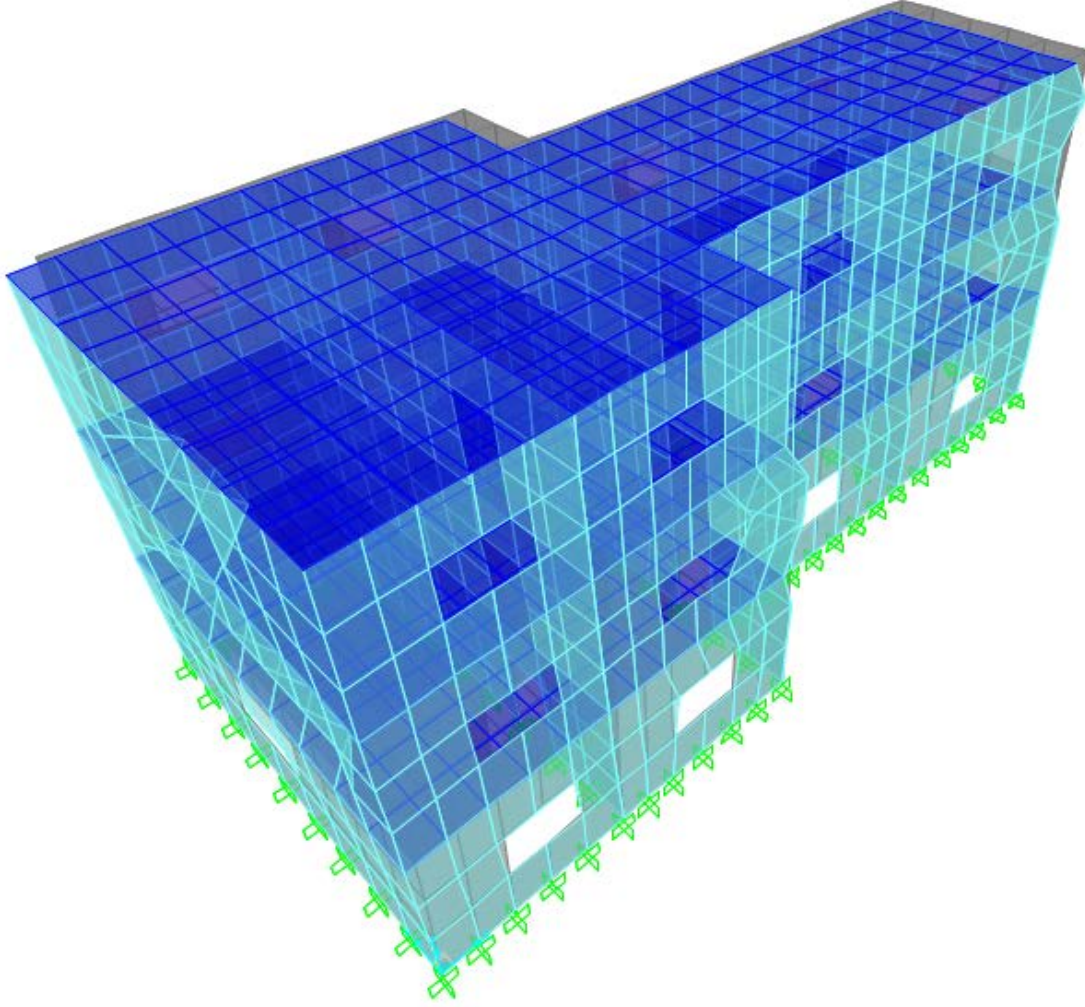


Ŗekil 5.22 : DüŖey yük deformasyonu görünüşü

Çizelge 5.34 : Katların Duvar Düşey Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells								
	Area	Joint	OutputCase	S11Top	S22Top	S12Top	S11Bot	S22Bot
	Text	Text	Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2
W101	75	74	DEAD	-0,034	-0,168	-0,022	-0,057	-0,283
	75	75	DEAD	-0,035	-0,175	-0,020	-0,050	-0,252
	76	75	DEAD	-0,035	-0,175	-0,019	-0,050	-0,252
	76	76	DEAD	-0,023	-0,117	0,018	-0,032	-0,160
W102	79	78	DEAD	-0,025	-0,123	-0,026	-0,039	-0,194
	79	79	DEAD	-0,035	-0,173	-0,001	-0,062	-0,310
	80	79	DEAD	-0,035	-0,173	-0,008	-0,062	-0,310
	80	80	DEAD	-0,037	-0,185	0,003	-0,055	-0,277
	81	80	DEAD	-0,037	-0,185	0,004	-0,055	-0,277
	81	81	DEAD	-0,024	-0,122	0,032	-0,035	-0,175
W103	84	83	DEAD	-0,024	-0,119	-0,018	-0,034	-0,168
	84	84	DEAD	-0,034	-0,171	0,017	-0,052	-0,261
	85	84	DEAD	-0,034	-0,171	0,018	-0,052	-0,261
	85	85	DEAD	-0,033	-0,163	0,020	-0,057	-0,287
W201	483	449	DEAD	-0,025	-0,123	-0,021	-0,035	-0,204
	483	450	DEAD	-0,011	-0,081	-0,025	-0,039	-0,194
	484	450	DEAD	-0,015	-0,081	-0,025	-0,038	-0,194
	484	451	DEAD	-0,001	-0,017	-0,002	-0,026	-0,133
W202	487	453	DEAD	-0,006	-0,053	-0,005	-0,026	-0,149
	487	454	DEAD	-0,019	-0,103	0,008	-0,039	-0,234
	488	454	DEAD	-0,020	-0,103	-0,009	-0,035	-0,233
	488	455	DEAD	-0,011	-0,094	-0,007	-0,038	-0,209
	489	455	DEAD	-0,015	-0,095	-0,009	-0,040	-0,210
	489	456	DEAD	-0,005	-0,034	0,006	-0,026	-0,147
W203	492	458	DEAD	-0,002	-0,018	0,003	-0,027	-0,139
	492	459	DEAD	-0,015	-0,081	0,024	-0,038	-0,198
	493	459	DEAD	-0,010	-0,080	0,024	-0,040	-0,198
	493	460	DEAD	-0,024	-0,117	0,020	-0,036	-0,214
W301	891	824	DEAD	-0,016	-0,077	-0,019	-0,024	-0,131
	891	825	DEAD	-0,004	-0,032	-0,022	-0,025	-0,124
	892	825	DEAD	-0,006	-0,032	-0,022	-0,024	-0,124
	892	826	DEAD	0,005	0,020	-0,010	-0,017	-0,086
^W302	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----
	----	----	----	----	----	----	----	----

Yatay yükler altında Zemin, 1. Kat ve 2. Katlarda planda görülen deformasyon şekli, **Şekil 5.23.** da, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.33** da gösterilmiştir.

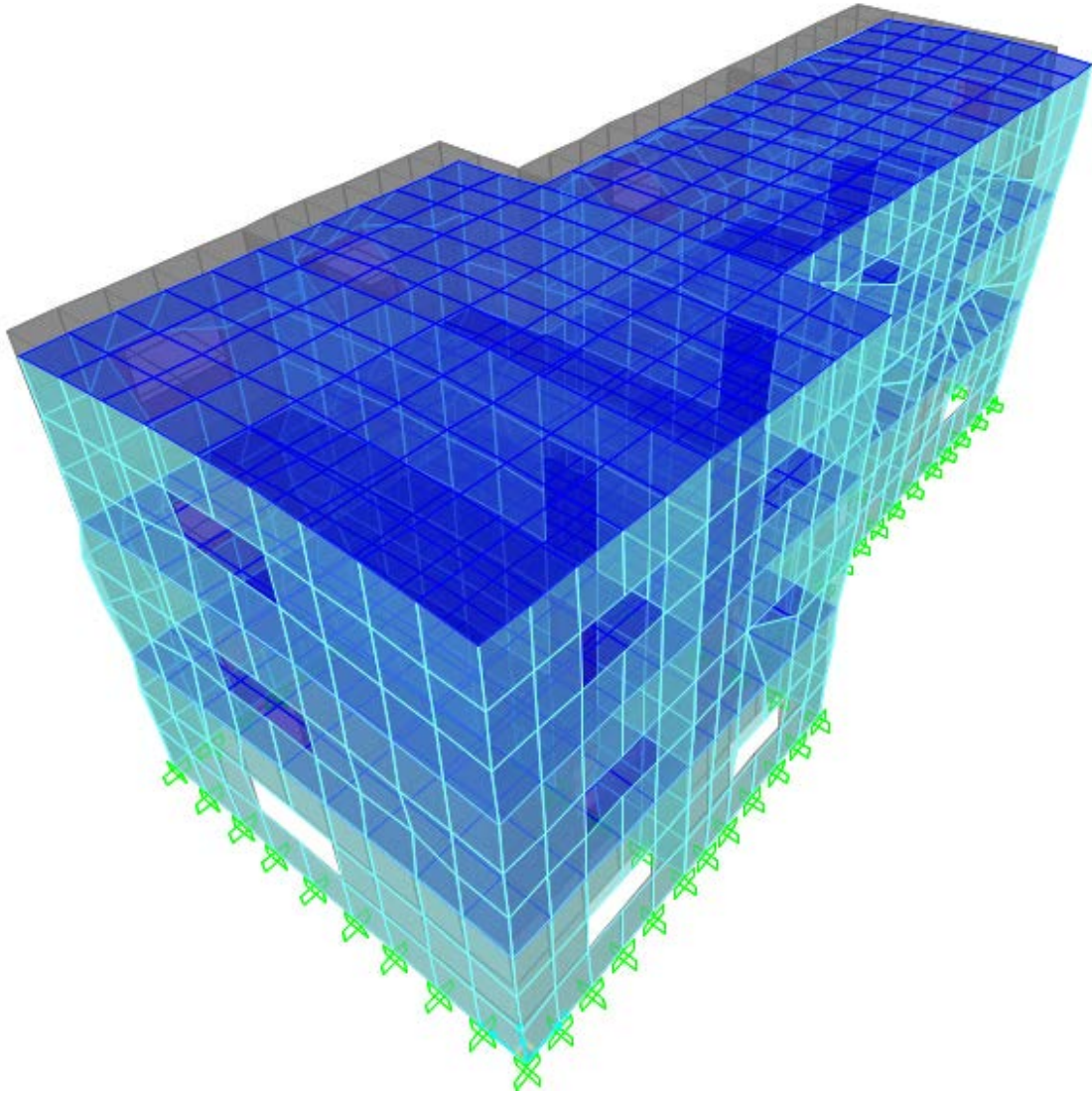


Şekil 5.23 : Yatay Yönde Deprem Kuvveti

Çizelge 5.35 : Kat Duvarının Kayma Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells								
	Area	Joint	OutputCase	S11Top	S22Top	S12Top	S22Bot	S12Bot
	Text	Text	Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2
W101	75	74	COMB1	0,138	0,691	0,130	0,468	0,171
	75	75	COMB1	0,026	0,131	0,155	0,139	0,185
	75	74	COMB1	-0,205	-1,026	-0,174	-1,033	-0,205
	75	75	COMB1	-0,096	-0,481	-0,195	-0,643	-0,206
	76	75	COMB1	0,026	0,131	0,173	0,139	0,167
	76	76	COMB1	0,014	0,071	0,115	0,031	0,107
	76	75	COMB1	-0,096	-0,481	-0,212	-0,643	-0,189
	76	76	COMB1	-0,061	-0,305	-0,078	-0,350	-0,059
W102	79	78	COMB1	0,070	0,352	0,141	0,277	0,127
	79	79	COMB1	-0,014	-0,072	0,153	-0,204	0,145
	79	78	COMB1	-0,120	-0,598	-0,192	-0,666	-0,207
	79	79	COMB1	-0,055	-0,274	-0,154	-0,417	-0,161
	80	79	COMB1	-0,014	-0,072	0,144	-0,204	0,154
	80	80	COMB1	-0,017	-0,084	0,204	-0,175	0,222
	80	79	COMB1	-0,055	-0,274	-0,159	-0,417	-0,155
	80	80	COMB1	-0,057	-0,285	-0,198	-0,379	-0,191
	81	80	COMB1	-0,017	-0,084	0,206	-0,175	0,219
	81	81	COMB1	0,061	0,306	0,167	0,238	0,178
	81	80	COMB1	-0,057	-0,285	-0,198	-0,379	-0,192
81	81	COMB1	-0,110	-0,549	-0,103	-0,588	-0,098	
W103	84	83	COMB1	0,040	0,198	0,097	0,204	0,093
	84	84	COMB1	-0,006	-0,030	0,208	-0,186	0,208
	84	83	COMB1	-0,087	-0,436	-0,134	-0,540	-0,144
	84	84	COMB1	-0,063	-0,313	-0,173	-0,336	-0,190
	85	84	COMB1	-0,006	-0,030	0,186	-0,186	0,229
	85	85	COMB1	0,110	0,551	0,160	0,013	0,218
	85	84	COMB1	-0,063	-0,313	-0,150	-0,336	-0,214
	85	85	COMB1	-0,176	-0,878	-0,121	-0,588	-0,184
W201	483	449	COMB1	0,044	0,219	0,050	-0,071	0,054
	483	450	COMB1	0,041	0,211	0,089	0,092	0,109
	483	449	COMB1	-0,095	-0,464	-0,092	-0,338	-0,069
	483	450	COMB1	-0,063	-0,372	-0,139	-0,481	-0,117
	484	450	COMB1	0,038	0,210	0,102	0,093	0,098
	484	451	COMB1	0,008	0,040	0,121	-0,092	0,123
	484	450	COMB1	-0,068	-0,373	-0,153	-0,481	-0,113
	484	451	COMB1	-0,010	-0,074	-0,124	-0,174	-0,092
W202	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Yatay yükler altında Zemin 1.Kat ve 2. Katlarda planda görülen deformasyon şekli, **Şekil 5.24.** de, her bir elemanlarda meydana gelen gerilmeler ise **Çizelge 5.34** de gösterilmiştir.



Şekil 5.24 : Düşey Yönde Deprem Kuvveti

Çizelge 5.36 : Kat Duvarının Kayma Gerilmeleri

TABLE: Element Stresses - Area Shells								
	Area	Joint	OutputCase	S11Top	S22Top	S12Top	S22Bot	S12Bot
	Text	Text	Text	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2	N/mm2
W126	34	32	COMB2	0,169	0,845	0,303	1,158	0,250
	34	37	COMB2	0,042	0,211	0,317	0,190	0,294
	34	32	COMB2	-0,282	-1,411	-0,332	-1,453	-0,293
	34	37	COMB2	-0,138	-0,690	-0,318	-0,536	-0,314
	39	37	COMB2	0,042	0,211	0,301	0,190	0,310
	39	42	COMB2	0,033	0,165	0,267	0,213	0,273
	39	37	COMB2	-0,138	-0,690	-0,308	-0,536	-0,324
	39	42	COMB2	-0,097	-0,486	-0,250	-0,425	-0,256
W127	48	47	COMB2	0,034	0,168	0,246	0,198	0,251
	48	52	COMB2	0,052	0,262	0,319	0,264	0,333
	48	47	COMB2	-0,099	-0,494	-0,262	-0,415	-0,268
	48	52	COMB2	-0,148	-0,740	-0,312	-0,603	-0,319
	53	52	COMB2	0,052	0,262	0,331	0,264	0,321
	53	70	COMB2	0,164	0,819	0,330	1,177	0,286
	53	52	COMB2	-0,148	-0,740	-0,331	-0,603	-0,300
	53	70	COMB2	-0,274	-1,369	-0,304	-1,458	-0,244
W226	442	305	COMB2	0,002	0,004	0,196	0,439	0,164
	442	331	COMB2	0,029	0,131	0,290	0,328	0,244
	442	305	COMB2	-0,075	-0,421	-0,198	-0,652	-0,213
	442	331	COMB2	-0,109	-0,539	-0,272	-0,429	-0,288
	447	331	COMB2	0,036	0,133	0,296	0,326	0,289
	447	357	COMB2	0,008	-0,007	0,336	0,204	0,329
	447	331	COMB2	-0,118	-0,540	-0,289	-0,428	-0,323
	447	357	COMB2	-0,079	-0,351	-0,314	-0,152	-0,341
W227	456	383	COMB2	0,006	-0,012	0,307	0,193	0,334
	456	409	COMB2	0,038	0,145	0,295	0,357	0,330
	456	383	COMB2	-0,077	-0,349	-0,331	-0,147	-0,323
	456	409	COMB2	-0,117	-0,545	-0,304	-0,464	-0,297
	461	409	COMB2	0,033	0,144	0,274	0,359	0,288
	461	436	COMB2	-0,001	-0,010	0,195	0,445	0,206
	461	409	COMB2	-0,112	-0,544	-0,294	-0,465	-0,246
	461	436	COMB2	-0,070	-0,398	-0,195	-0,648	-0,160
W326	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5.2.4 Örnek II. ; Sonuçların karşılaştırılması

Ele alınan örnek yapıda farklı metotlar kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir. Yapıyı oluşturan taşıyıcı duvarların düşey ve yatay yük kuvvetleri altındaki elde edilen gerilmeler hesaplanarak, sonuçları karşılaştırılmıştır.

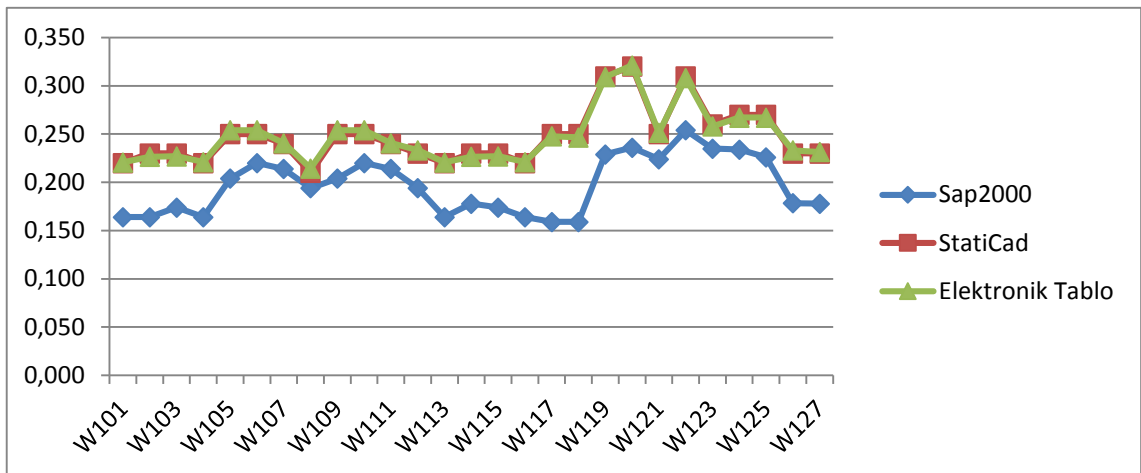
Bu amaçla her bir duvar gerilmeleri için tablo ve grafik oluşturulmuş ayrıca tüm yapıya etki eden toplam gerilmeler karşılaştırılmıştır.

5.2.5 Örnek II. ; Taşıyıcı duvarların ayı ayrı karşılaştırılması

İlk önce her bir duvara etkileyen düşey ve yatay yükler altındaki gerilmelerin sonuçları tablolar yardımı ile karşılaştırılmış olup, sonuçları da grafiklere yansıtılmıştır. Hem tablo ile hem de grafikler ile yapılan çalışmaların kıyaslaması, oranları v.b. yapılan çalışmanın sonuçlarını değerlendirebilmek açısından önemlidir. Her tabloda duvar adları ve boyları ile birlikte farklı programlar altında MPa cinsinden gerilme değerleri özet halinde tablo ve grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 5.37 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması

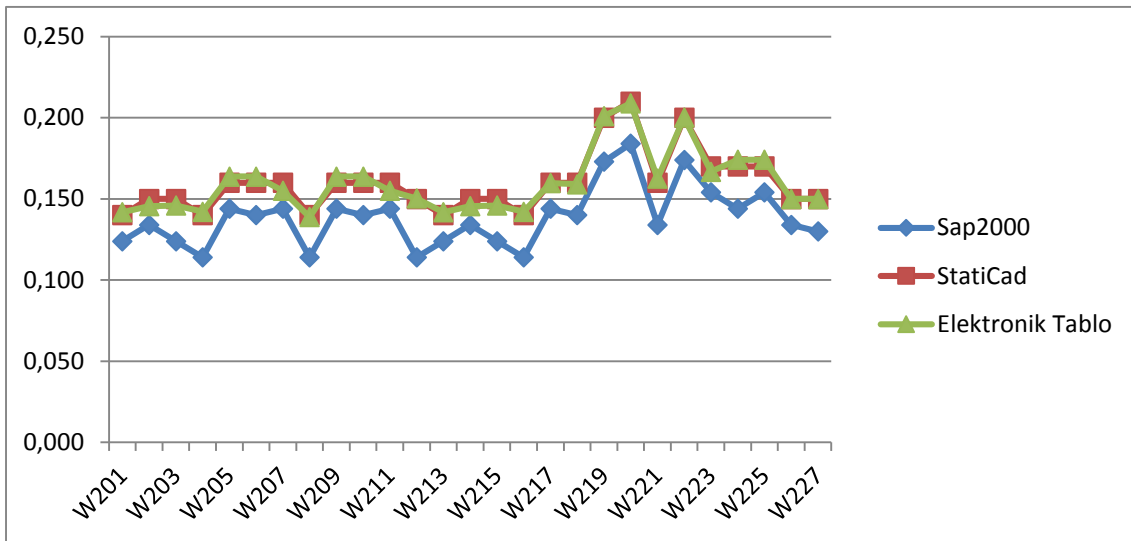
Zemin Kat Düşey Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W101	1.4	0.164	0.22	0.221
W102	0.8	0.164	0.23	0.227
W103	1.2	0.174	0.23	0.227
W104	1.4	0.164	0.22	0.221
W105	2.4	0.204	0.25	0.254
W106	2.3	0.220	0.25	0.254
W107	1.8	0.214	0.24	0.241
W108	1.8	0.194	0.21	0.215
W109	2.4	0.204	0.25	0.254
W110	2.3	0.220	0.25	0.254
W111	1.8	0.214	0.24	0.241
W112	1.8	0.194	0.23	0.233
W113	1.4	0.164	0.22	0.221
W114	0.8	0.178	0.23	0.227
W115	1.2	0.174	0.23	0.227
W116	1.4	0.164	0.22	0.221
W117	3.7	0.159	0.25	0.248
W118	2.8	0.159	0.25	0.247
W119	2.1	0.229	0.31	0.309
W120	5.0	0.236	0.32	0.321
W121	2.1	0.224	0.25	0.251
W122	3.2	0.254	0.31	0.308
W123	1.8	0.235	0.26	0.258
W124	2.0	0.234	0.27	0.267
W125	2.0	0.226	0.27	0.267
W126	2.0	0.178	0.23	0.233
W127	2.0	0.178	0.23	0.232



Şekil 5.25 : Zemin Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.38 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması

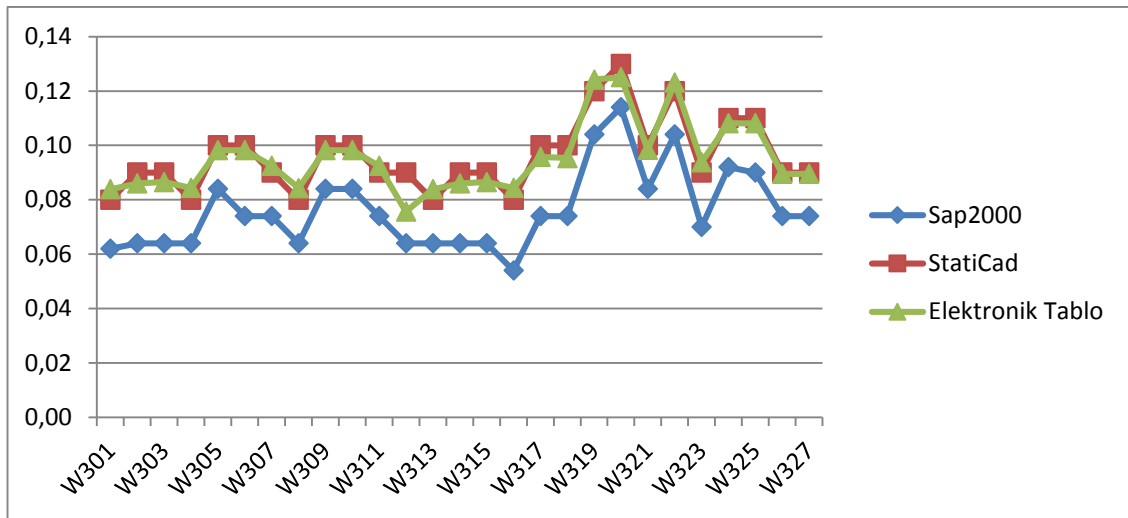
1. Kat Düşey Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W201	1.4	0.124	0.14	0.142
W202	0.8	0.134	0.15	0.146
W203	1.2	0.124	0.15	0.146
W204	1.4	0.114	0.14	0.142
W205	2.4	0.144	0.16	0.164
W206	2.3	0.140	0.16	0.164
W207	1.8	0.144	0.16	0.155
W208	1.8	0.114	0.14	0.139
W209	2.4	0.144	0.16	0.164
W210	2.3	0.140	0.16	0.164
W211	1.8	0.144	0.16	0.155
W212	1.8	0.114	0.15	0.150
W213	1.4	0.124	0.14	0.142
W214	0.8	0.134	0.15	0.146
W215	1.2	0.124	0.15	0.146
W216	1.4	0.114	0.14	0.142
W217	3.7	0.144	0.16	0.160
W218	2.8	0.140	0.16	0.159
W219	2.1	0.173	0.20	0.201
W220	5.0	0.184	0.21	0.209
W221	2.1	0.134	0.16	0.163
W222	3.2	0.174	0.20	0.200
W223	1.8	0.154	0.17	0.167
W224	2.0	0.144	0.17	0.174
W225	2.0	0.154	0.17	0.174
W226	2.0	0.134	0.15	0.150
W227	2.0	0.130	0.15	0.150



Şekil 5.26 : 1. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.39 : 2. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırılması

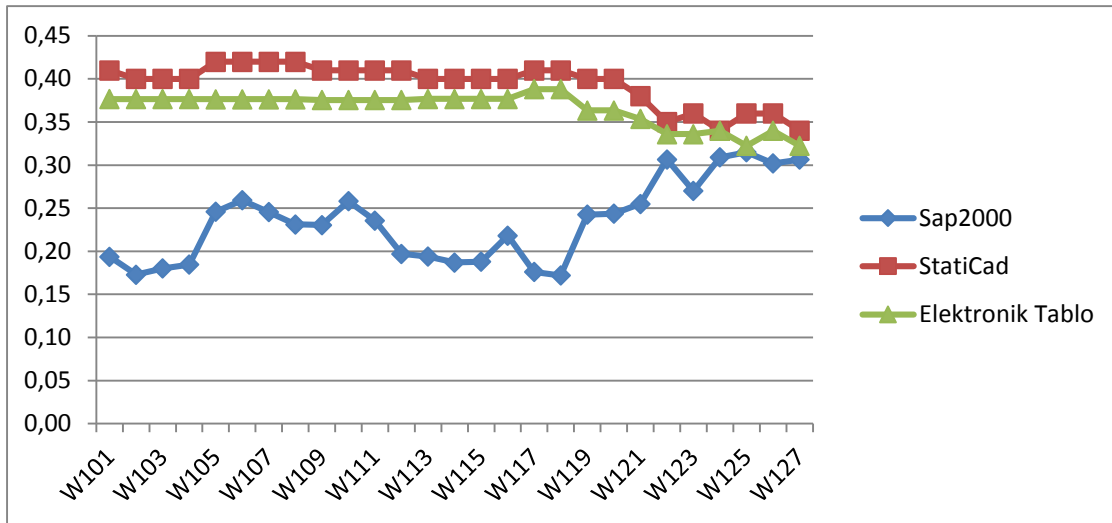
2. Kat Düşey Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W301	1.4	0.06	0.08	0.08
W302	0.8	0.06	0.09	0.09
W303	1.2	0.06	0.09	0.09
W304	1.4	0.06	0.08	0.08
W305	2.4	0.08	0.10	0.10
W306	2.3	0.07	0.10	0.10
W307	1.8	0.07	0.09	0.09
W308	1.8	0.06	0.08	0.08
W309	2.4	0.08	0.10	0.10
W310	2.3	0.08	0.10	0.10
W311	1.8	0.07	0.09	0.09
W312	1.8	0.06	0.09	0.08
W313	1.4	0.06	0.08	0.08
W314	0.8	0.06	0.09	0.09
W315	1.2	0.06	0.09	0.09
W316	1.4	0.05	0.08	0.08
W317	3.7	0.07	0.10	0.10
W318	2.8	0.07	0.10	0.10
W319	2.1	0.10	0.12	0.12
W320	5.4	0.11	0.13	0.13
W321	2.1	0.08	0.10	0.10
W322	3.2	0.10	0.12	0.12
W323	2.2	0.07	0.09	0.09
W324	2.0	0.09	0.11	0.11
W325	2.0	0.09	0.11	0.11
W326	2.0	0.07	0.09	0.09
W327	2.0	0.07	0.09	0.09



Şekil 5.27 : 2. Kat Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.40 : Zemin Kat Yatay Gerilmelerinin Karşılaştırılması

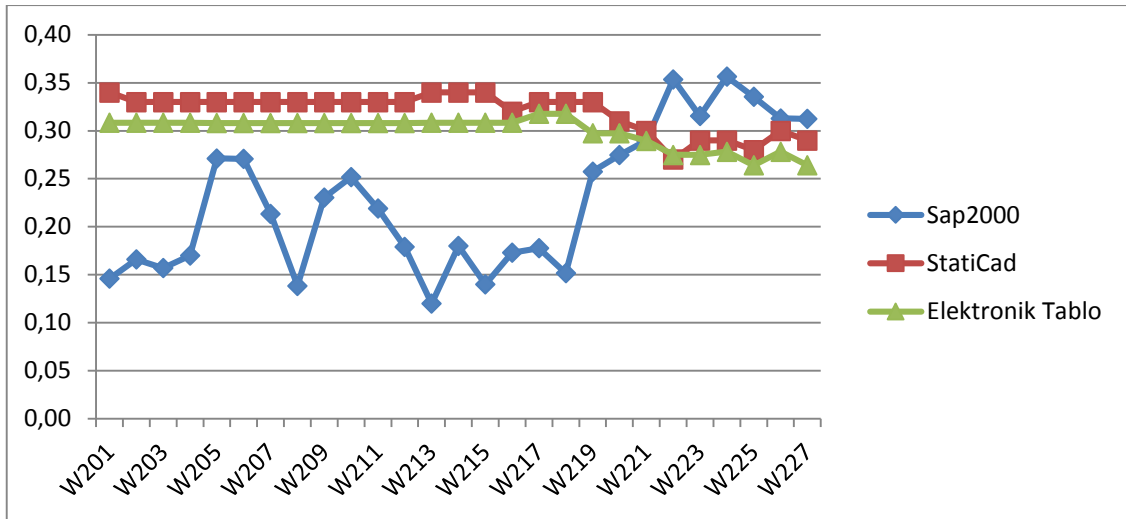
Zemin Kat Kayma Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W101	1.4	0.19	0.41	0.38
W102	0.8	0.17	0.40	0.38
W103	1.2	0.18	0.40	0.38
W104	1.4	0.18	0.40	0.38
W105	2.4	0.25	0.42	0.38
W106	2.3	0.26	0.42	0.38
W107	1.8	0.25	0.42	0.38
W108	1.8	0.23	0.42	0.38
W109	2.4	0.23	0.41	0.38
W110	2.3	0.26	0.41	0.38
W111	1.8	0.24	0.41	0.38
W112	1.8	0.20	0.41	0.38
W113	1.4	0.19	0.40	0.38
W114	0.8	0.19	0.40	0.38
W115	1.2	0.19	0.40	0.38
W116	1.4	0.22	0.40	0.38
W117	3.7	0.18	0.41	0.39
W118	2.8	0.17	0.41	0.39
W119	2.1	0.24	0.40	0.36
W120	5.0	0.24	0.40	0.36
W121	2.1	0.26	0.38	0.35
W122	3.2	0.31	0.35	0.34
W123	1.8	0.27	0.36	0.34
W124	2.0	0.31	0.34	0.34
W125	2.0	0.32	0.36	0.32
W126	2.0	0.30	0.36	0.34
W127	2.0	0.31	0.34	0.32



Şekil 5.28 : Zemin Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.41 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

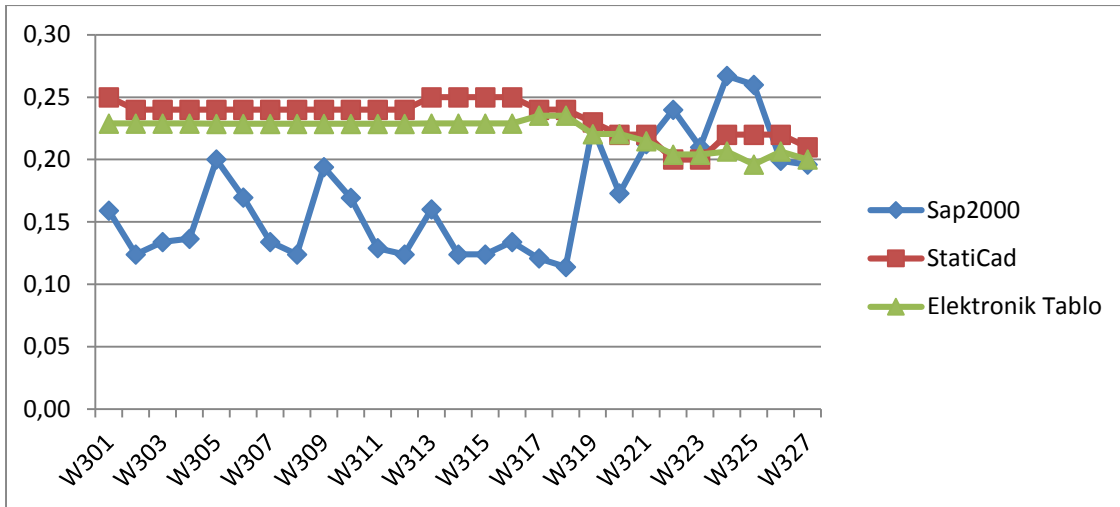
1. Kat Kayma Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W201	1.4	0.15	0.34	0.31
W202	0.8	0.17	0.33	0.31
W203	1.2	0.16	0.33	0.31
W204	1.4	0.17	0.33	0.31
W205	2.4	0.27	0.33	0.31
W206	2.3	0.27	0.33	0.31
W207	1.8	0.21	0.33	0.31
W208	1.8	0.14	0.33	0.31
W209	2.4	0.23	0.33	0.31
W210	2.3	0.25	0.33	0.31
W211	1.8	0.22	0.33	0.31
W212	1.8	0.18	0.33	0.31
W213	1.4	0.12	0.34	0.31
W214	0.8	0.18	0.34	0.31
W215	1.2	0.14	0.34	0.31
W216	1.4	0.17	0.32	0.31
W217	3.7	0.18	0.33	0.32
W218	2.8	0.15	0.33	0.32
W219	2.1	0.26	0.33	0.30
W220	5.0	0.27	0.31	0.30
W221	2.1	0.29	0.30	0.29
W222	3.2	0.35	0.27	0.27
W223	1.8	0.32	0.29	0.27
W224	2.0	0.36	0.29	0.28
W225	2.0	0.34	0.28	0.26
W226	2.0	0.31	0.30	0.28
W227	2.0	0.31	0.29	0.26



Şekil 5.29 : 1. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.42 : 2. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

3. Kat Kayma Gerilmeleri				
Duvar Adı	Duvar Boyu	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
	m	MPa	MPa	MPa
W301	1.4	0.16	0.25	0.23
W302	0.8	0.12	0.24	0.23
W303	1.2	0.13	0.24	0.23
W304	1.4	0.14	0.24	0.23
W305	2.4	0.20	0.24	0.23
W306	2.3	0.17	0.24	0.23
W307	1.8	0.13	0.24	0.23
W308	1.8	0.12	0.24	0.23
W309	2.4	0.19	0.24	0.23
W310	2.3	0.17	0.24	0.23
W311	1.8	0.13	0.24	0.23
W312	1.8	0.12	0.24	0.23
W313	1.4	0.16	0.25	0.23
W314	0.8	0.12	0.25	0.23
W315	1.2	0.12	0.25	0.23
W316	1.4	0.13	0.25	0.23
W317	3.7	0.12	0.24	0.24
W318	2.8	0.11	0.24	0.24
W319	2.1	0.23	0.23	0.22
W320	5.4	0.17	0.22	0.22
W321	2.1	0.21	0.22	0.21
W322	3.2	0.24	0.20	0.20
W323	2.2	0.21	0.20	0.20
W324	2.0	0.27	0.22	0.21
W325	2.0	0.26	0.22	0.20
W326	2.0	0.20	0.22	0.21
W327	2.0	0.20	0.21	0.20



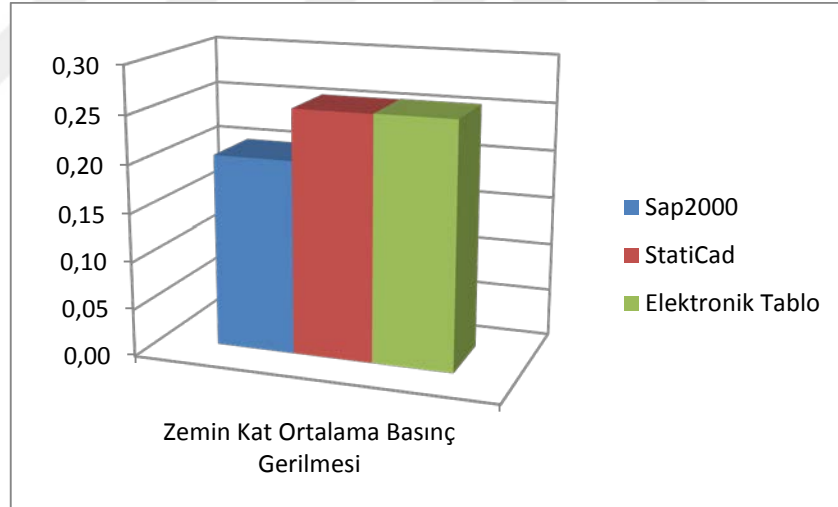
Şekil 5.30 : 2. Kat Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

5.2.6 Örnek II. ; Toplam gerilmelerin karşılaştırılması

Hesaplamalar neticesinde yapıda oluşan toplam gerilmeleri değerlendirebilmek, sonuçları başka bir açıdan bakabilmek için katlara ait toplam gerilmeler karşılaştırılmıştır. Burada kat basınç gerilmesi için toplam kuvvetler / duvar alanı ile kat kayma gerilmeleri için toplam kat kesme kuvvetleri / duvar alanı esas alınmıştır.

Çizelge 5.43 : Zemin Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

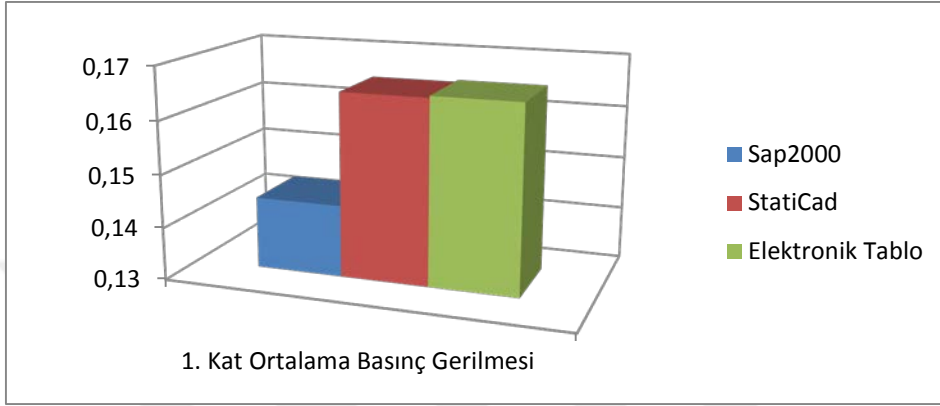
Zemin Kat Ortalama Basınç Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²	t	t	t
21.89	44.26	55.90	55.99
Ort (Mpa)=	0.202	0.255	0.256



Şekil 5.31 : Zemin Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.44 : 1. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

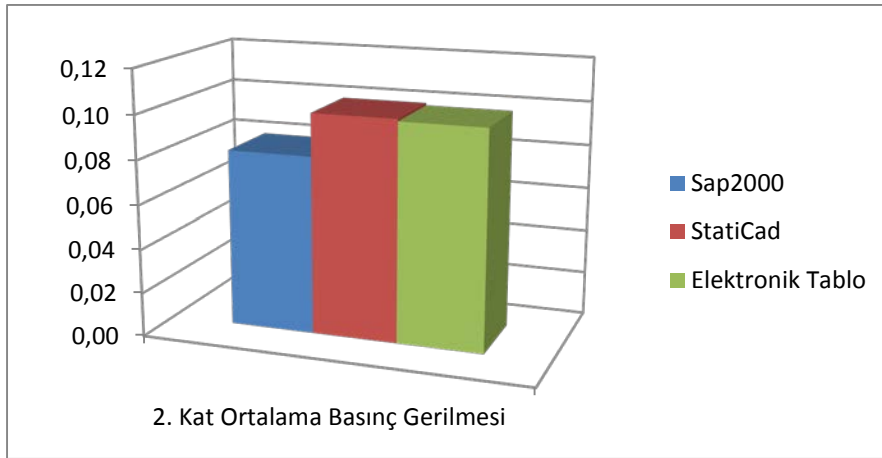
1. Kat Ortalama Basınç Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²	t	t	t
21.89	31.46	36.12	36.20
Ort (Mpa)=	0.144	0.165	0.165



Şekil 5.32 : 1. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.45 : 2. Kat Toplam Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

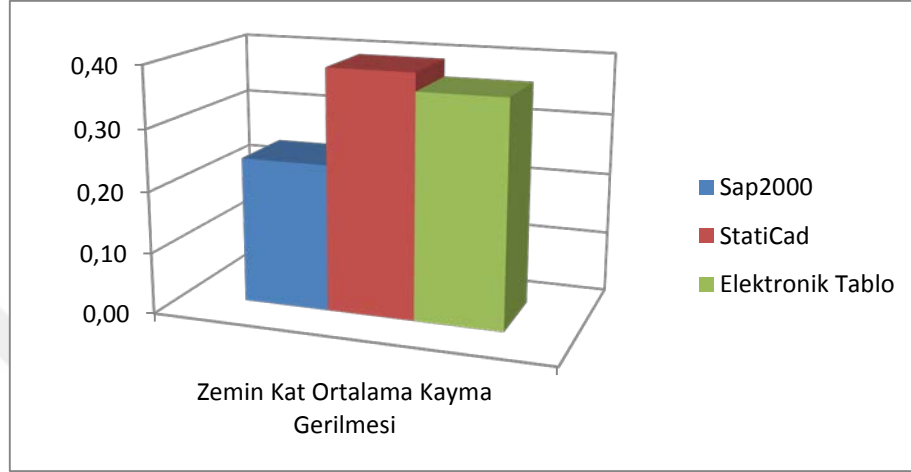
2. Kat Ortalama Basınç Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²	t	t	t
16.66	13.45	16.67	16.50
Ort (Mpa)=	0.081	0.100	0.099



Şekil 5.33 : 2. Kat Toplam Düşey Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikler

Çizelge 5.46 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

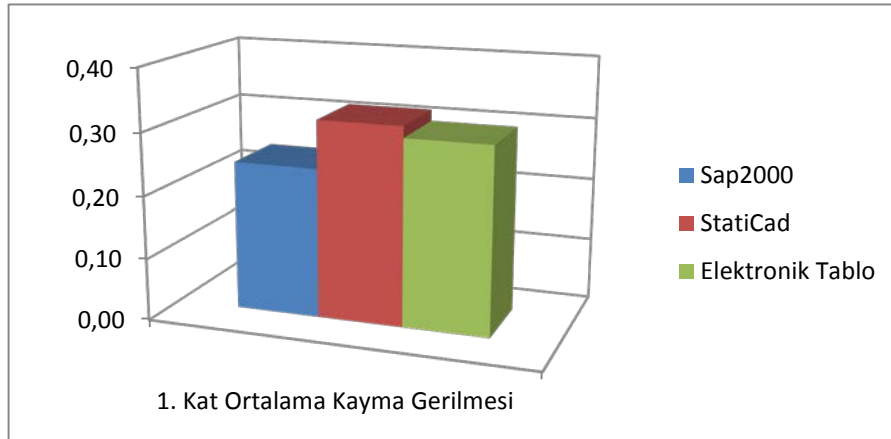
Zemin Kat Ortalama Kayma Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²	t	t	t
21.89	52.37	86.16	79.87
Ort (Mpa)=	0.24	0.39	0.36



Şekil 5.34 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

Çizelge 5.47 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

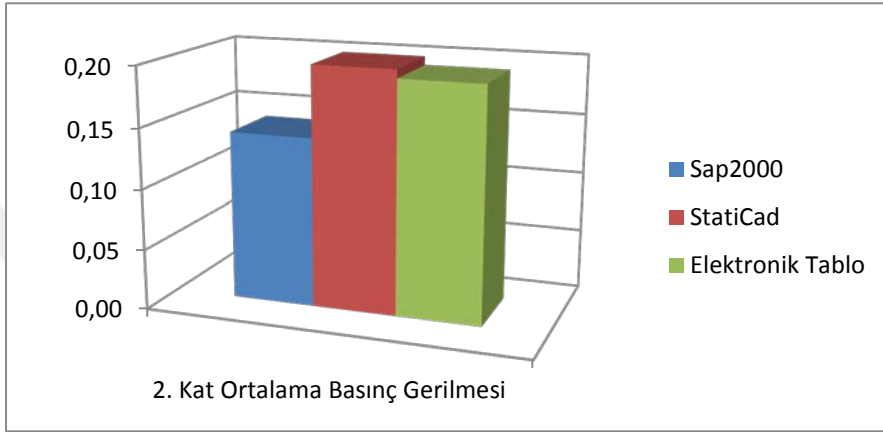
1. Kat Ortalama Kayma Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²			
21.89	52.54	69.38	65.40
Ort (Mpa)=	0.24	0.32	0.30



Şekil 5.35 : 1. Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikler

Çizelge 5.48 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

2. Kat Ortalama Kayma Gerilmeleri			
Σ Duvar Alanı	Sap2000	StatiCad	Elektronik Tablolar
m ²			
16.66	23.39	33.20	32.10
Ort (Mpa)=	0.14	0.20	0.19



Şekil 5.36 : Zemin Kat Toplam Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırmalı Grafikleri

6. SONUÇ

Yurdumuzun birçok bölgesinde geleneksel yapım tarzı olarak hala yaygın olarak yığma bina yapılmaktadır. Ayrıca tarihi önem arz eden bir çok yığma bina bulunmaktadır. Mevcut yapı stoku, tarihi binalar ve yeni yapılacak binalar açısından bakıldığında, yığma yapıların oldukça önemli bir yeri vardır. Bu binaların büyük bir çoğunluğu da deprem bakımından risk altındadır. Bu yapılar deprem gibi yatay yükler altında betonarme ya da çelik yapılara oranla daha az dayanım ve süneklik göstermektedir. İlgili şartnamedeki hesap, kesit, boyut v.b şartlarına göre yapıldığında bu risk oldukça azalmaktadır.

Önümüzdeki yıllarda özellikle kültürel mirasımız olan tarihi binaları koruma, aslına uygun yenisini yapma yada güçlendirmek adına gündemden düşmeyecektir. Bu kapsamda bakıldığında yığma binaların depreme dayanıklı tasarım kuralları ve mevcut yığma binaların değerlendirilmesi biraz daha ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada, yığma binalar da düşey yüklerden dolayı oluşan basınç gerilmelerini ve yatay yüklerden dolayı oluşan kayma gerilmelerini hesaplamaya yardımcı olan hesap modülü oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modül, basit bir örnek yardımı ile düşey gerilmelerin hesap bağıntıları ve yatay gerilmelerin hesap bağıntılarının işlem sıralaması açıklanmıştır. Son kısmında ise iki örnek yığma bina ile farklı programlar ile karşılaştırılmıştır.

Birinci örnek bina için *Elektronik Hesap Tablosu Yönteminde* ile diğer programları oransal olarak karşılaştırılması durumunda. Çizelge 6.1 de ortalama basınç gerilmelerinin, Çizelge 6.2 de ise Sap2000 ve StatiCad programının oransal olarak karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 : Örnek I. Ortalama Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Elektronik Tablolar	Zemin Kat Ort. Basınç Ger. Karşılaştırma		1. Kat Ort. Basınç Ger. Karşılaştırma	
	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad
	94%	100%	95%	100%

Çizelge 6.2 : Örnek I. Ortalama Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Elektronik Tablolar	Zemin Kat Ort. Kayma Ger. Karşılaştırma		1. Kat Ort. Kayma Ger. Karşılaştırma	
	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad
	74%	117%	78%	118%

İkinci örnek bina için *Elektronik Hesap Tablosu Yönteminde* ile diğer programları oransal olarak karşılaştırılması durumunda. Çizelge 6.3 de ortalama basınç gerilmelerinin, Çizelge 6.4 de ise Sap200 ve StatiCad programının oransal olarak karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 : Örnek II. Ortalama Basınç Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Elektronik Tablolar	Zemin Kat Ort. Basınç Ger. Karşılaştırma		1. Kat Ort. Basınç Ger. Karşılaştırma		2. Kat Ort. Basınç Ger. Karşılaştırma	
	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad
	79%	100%	87%	100%	82%	101%

Çizelge 6.4 : Örnek I I. Ortalama Kayma Gerilmelerinin Karşılaştırılması

Elektronik Tablolar	Zemin Kat Ort. Kayma Ger. Karşılaştırma		1. Kat Ort. Kayma Ger. Karşılaştırma		2. Kat Ort. Kayma Ger. Karşılaştırma	
	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad	Sap2000	StatiCad
	66%	108%	80%	106%	73%	104%

Yapılan üç farklı çözüm modeline göre yapılan *Elektronik Hesap Tablosu Yönteminde* çıkan sonuçları StatiCAD program yazılımı biri birine çok yakın sonuçlar vermektedir. Sonlu elemanlar metodu ile çıkan sonuçlar biraz daha farklıdır. Basınç gerilmeleri yakın değerler vermekte iken, kayma gerilmeleri daha büyük değerler çıkmaktadır. Hesap yöntemlerinin farklılığından dolayı farkın olması beklenebilir.

Çalışma sonuçlarından anlaşılacağı gibi, mevcut yönetmelik ve şartnameye uygun, hızlı data girişi, ekonomik, pratik olan bu yöntem oldukça güvenilir netice vermektedir.

Bu iki örnek bina incelemesinin sonucunda kullanılan karışık formüllerin, elektronik tablolar ile düzenlenmesi, derlenmesi sonucundan pratik, sade, anlaşılabilir ve sonuçların tablolarda hazır olması oldukça pratiktir. Sonlu eleman analizlerinin saatler aldığı ve sonuç datalarının çıktılarının derlenip, yorumlanması ve her bir duvar için tablolarda derlenmesi göz önünde bulundurulursa bu basitleştirilmiş hesap yöntemi ile azımsanmayacak kadar bizlere zaman kazandıracaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **Erdik, M.**, *2003 Yılıın son depremleri ve düşündürdükleri*, KOERİ, Boğaziçi Üniversitesi İstanbul, 2003
- [2] **Demirtaş R, İravul Y., Erkmen C., Baranı B., Yaman M., Baykal M., Kılıç T.** *Çankırı Depremi 06 Haziran 2000 Orta (Çankırı) Depremi, Afet İşleri Gen. Mûd. Deprem Araştırma Dairesi, Sismoloji Şb., Aktif Tektonik Grubu ve Afet İşleri Gen. Mûd Deprem Araştırma Dairesi, Sismoloji Şb. TURKNET Grubu*, Ankara, 2000
- [3] **Benedetti, D., Carydis, P., Pezzoli, P.**, 'Shaking Table Tests on 24 Simple Masonry Buildings'. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 1998
- [4] **Aköz F., Yüzer N.**, *Tarihi Yapılarda Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler*, İstanbul, 2004
- [5] **Altın S., Kuran F., Kara M.E., Anıl Ö., Yığma Yapıların Rehabilitasyonu İçin Bir Yöntem**, YDGA2005 - Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2005
- [6] **G. Arun**, *Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı*, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2005
- [7] **Atımtay E.**, *Deprem Etkisine Maruz Yığma Yapıların Düzlem Dışı Davranışı*, Ankara, 2005
- [8] **Önal M.M., Koçak A.**, *Yığma Yapı Hasarları Ve Onarım Ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ayrıntıları*, İstanbul, 2005
- [9] **Ural A.**, *Taşıyıcı Duvarlarda Farklı Boşluk Yapılandırmasına Sahip Sarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi*, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 2005
- [10] **Kanıt R.**, *Düzlem Dışı Yüklere Maruz Yığma Duvarların Deprem Davranışlarının Analitik Ve Deneysel Değerlendirilmesi*, Ankara, 2006
- [11] **Ural A., Doğangün A.**, *Mikro Modelleme Tekniği Kullanılarak Yığma Yapıların Deprem Performanslarının İncelenmesi*, Kocaeli, 2007
- [12] **Fahjan Y.**, *Sonlu Elemanlar Yöntemi (Sap2000 Uygulaması) I. Genel Kavramlar*, İMO Gebze Temsilciliği, Kocaeli, 2008
- [13] **Döndüren M.S.**, *Bağlayıcı Özelliği Artırılan Duvar Ve Siva Harcının Düzlem Dışı Yüklene Tuğla Duvarların Mekaniksel Davranışına Etkisi*, Doktora Tezi, Konya, 2008
- [14] **Kaya Ç.**, *Yığma Duvarların Elastik-Plastik Davranışı, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2010
- [15] **Yeşil B.**, *Geoteknik Mühendisliğinde Bilgisayar Destekli Tasarım*, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 2010
- [16] **Bayülke, N.**, *Bayülke, N., Yığma Yapıların Deprem Davranışı Ve Güvenliği, 1.Türkiye deprem mühendisliği ve sismoloji konferansı 11-14 Ekim*, ODTÜ, Ankara, 2011.
- [17] **Aldemir, A., Erberik M.A., Sucuoğlu, H.**, *Tuğla Yığma Duvarlar İçin Performansa Dayalı Bir Değerlendirme Yöntemi*, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı ODTÜ – ANKARA, 2011

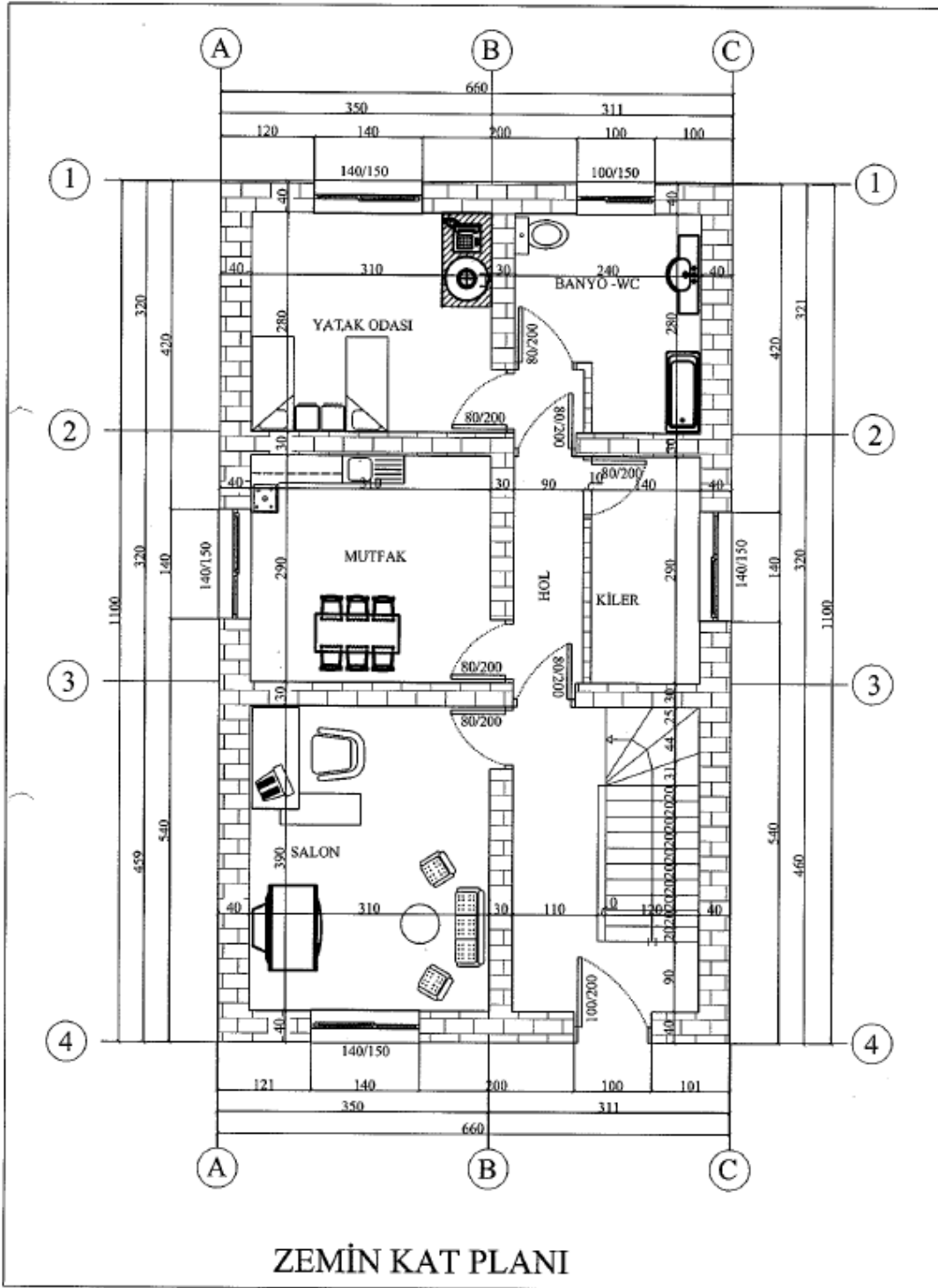
- [18] **Korkmaz K.A., Çarhoğlu A.I., Orhon A.V., Nuhoglu A.,** *Farklı Yapısal Malzeme Özelliklerinin Yığma Yapı Davranışına Etkisi*, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, Nevşehir, 2014
- [19] **Çarhoğlu A.I., Korkmaz K.A.,** *Mevcut Yığma Bir Yapının Deprem Davranışının Değerlendirilmesi*, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 2, Sayı 1, 1-11, Düzce, 2013
- [20] **Korkmaz K.A., Çarhoğlu A.I., Orhan A.V., Nuhoglu A.,** *Yığma Yapıların Yapısal Davranışının İncelenmesi*, Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi, Ordu, 2012
- [21] **Korkmaz K.A., Çarhoğlu A.I., Orhon A.V., Nuhoglu A.,** *Farklı Yapısal Malzeme Özelliklerinin Yığma Yapı Davranışına Etkisi*, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 3(1) 69-78, 2014
- [22] **Aldemir A., Binici B., Yakut A., Canbay E.,** *Yığma Binaların Sismik Performansının Belirlenmesi*, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İZMİR, 2015
- [23] **DBYBHY 2007** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007
- [24] **Celep Z., Kumbasar N.,** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar Ve Örnekler El Kitabı ,İstanbul, 2007
- [25] **Aydoğan M.,** Yapı Sistemlerinde Sonlu Elemanlar Yöntemi, http://www.imogaziantep.org.tr/resimler/dosya_ekler/163b412846f30e4_ek.pdf
- [26] **Dabanlı Ö.,** *Tarihi Yığma Yapıların Deprem Performansının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, 2008
- [27] **Çöğürçü T. M., Kamanlı M.,** *Yığma Yapıların Dinamik Ve Mühendislik Davranışının Düzlem Dışı Kuvvetler Altında Deneysel Olarak İncelenmesi*, Konya, 2007
- [28] **Erşen N.,** *Ahşap yapılar proplem ve çözümleri*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000
- [29] **TS 498,** *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Ankara, 1997
- [30] <http://www.staticad-yigma.com/>
- [31] **Özmen G., Orakdoğan E., Darılmaz K.,** *Örneklerle Sap2000-V15*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2012

EKLER

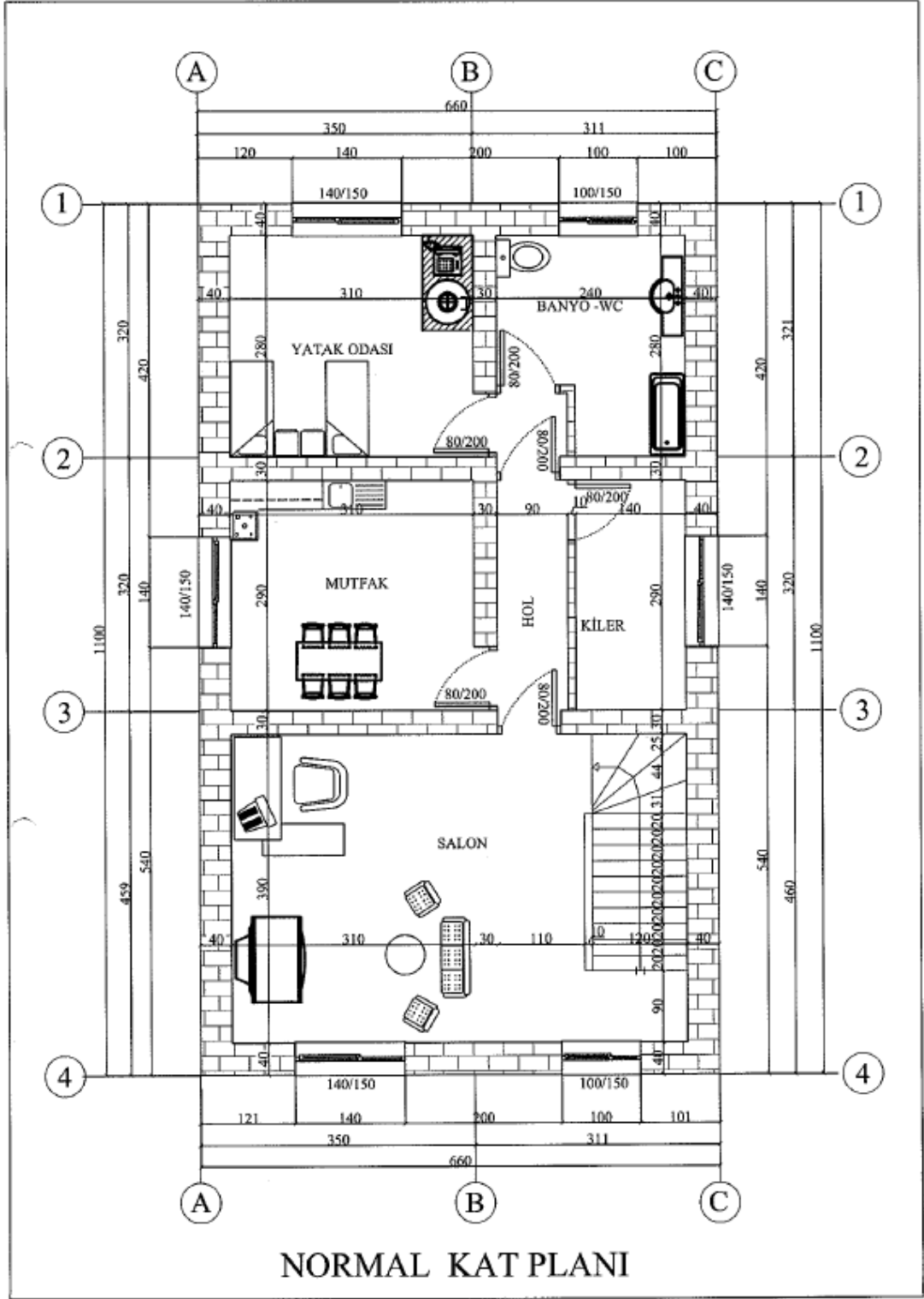
EK A: Örnek bina kat plan ve görünüşleri

EK B: Birim Çevirme Tablosu

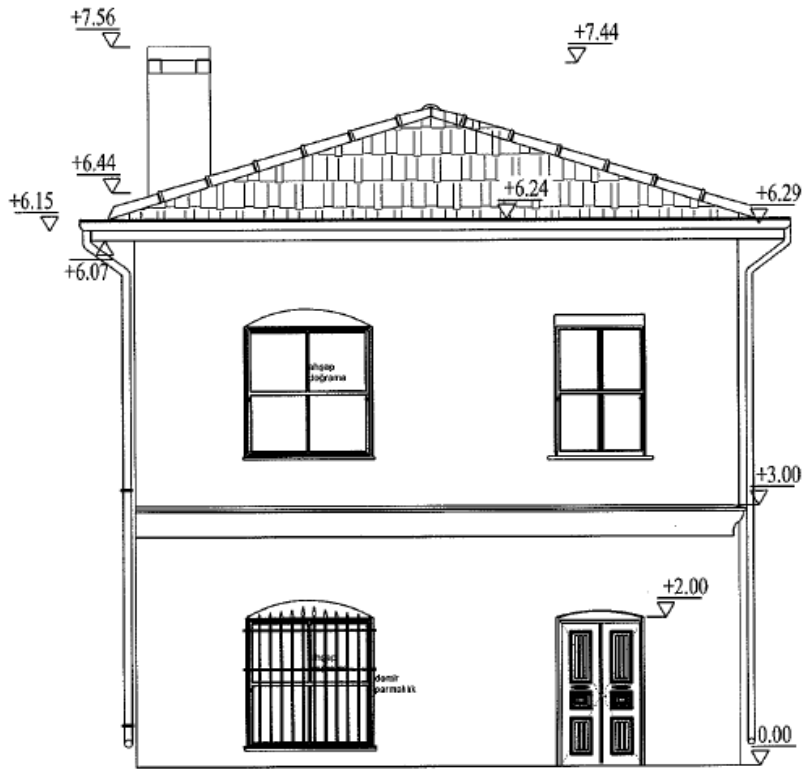




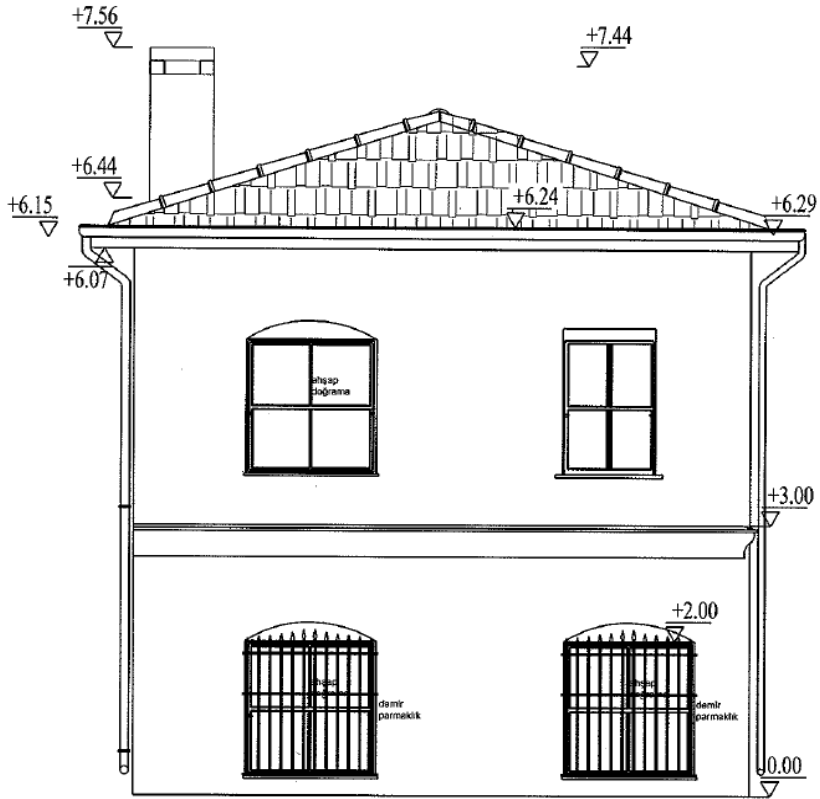
Şekil A.1 : Örnek I. Zemin Kat Planı



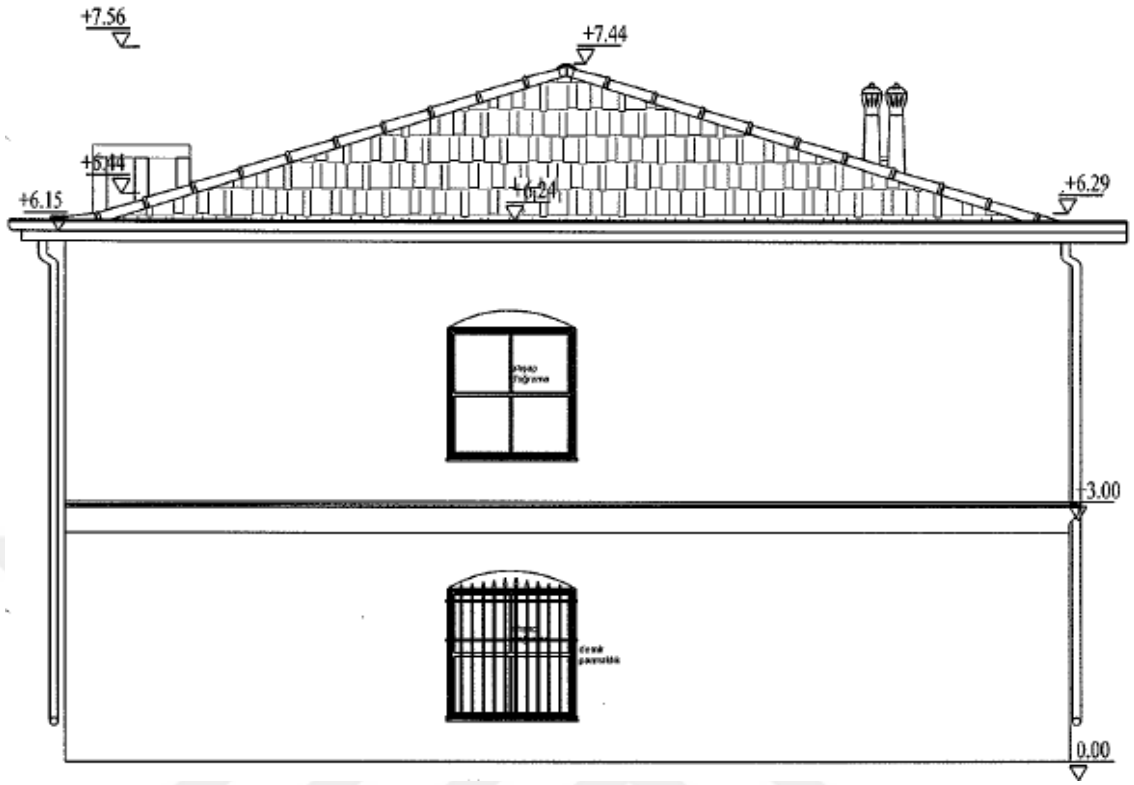
Şekil A.2 : Örnek I. 1. Kat Planı



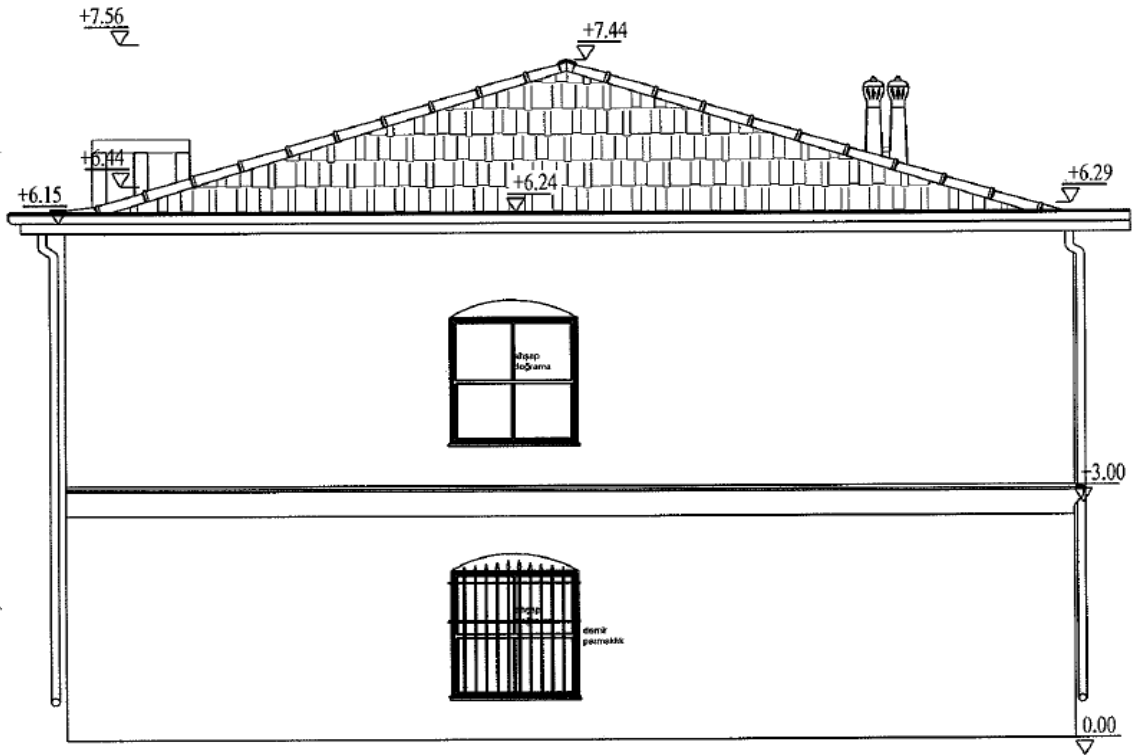
Şekil A.3 : Örnek I. Ön Görünüş



Şekil A.4 : Örnek I. Arka Görünüş

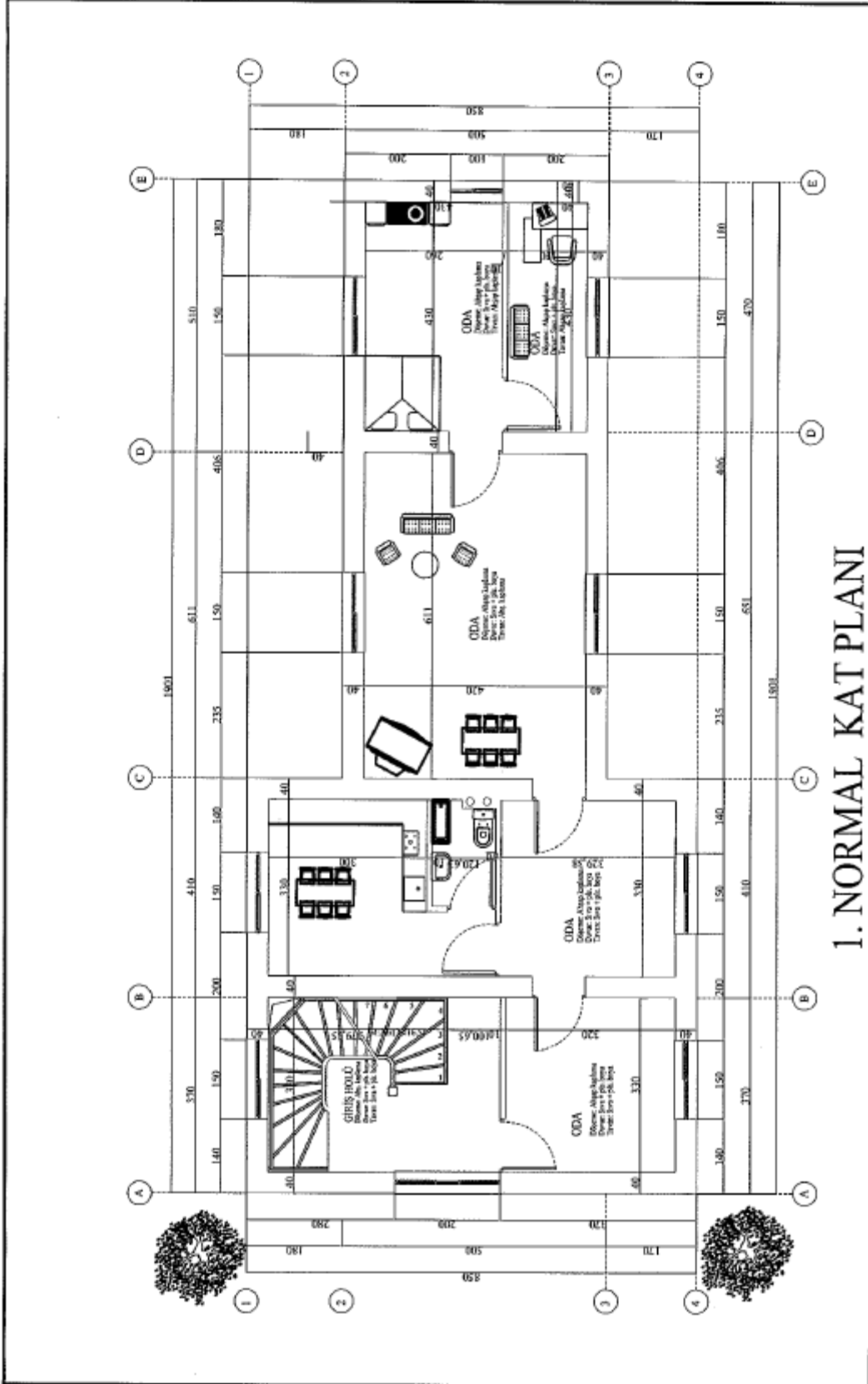


Şekil A.5 : Örnek I. Sağ Yan Görünüş

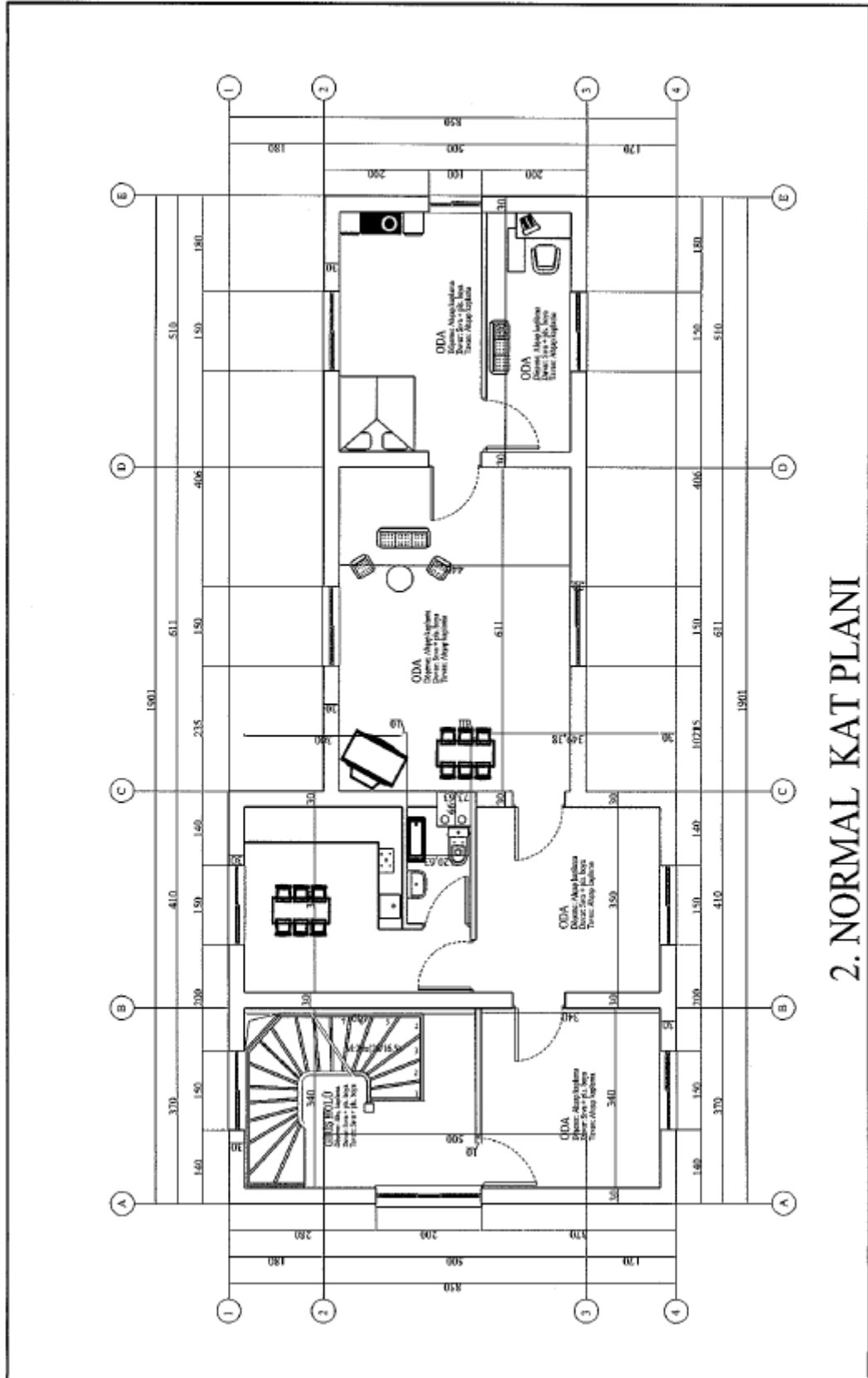


Şekil A.6 : Örnek I. Sol Yan Gö

Şekil A.7 : Örnek II. Zemin Kat Plan

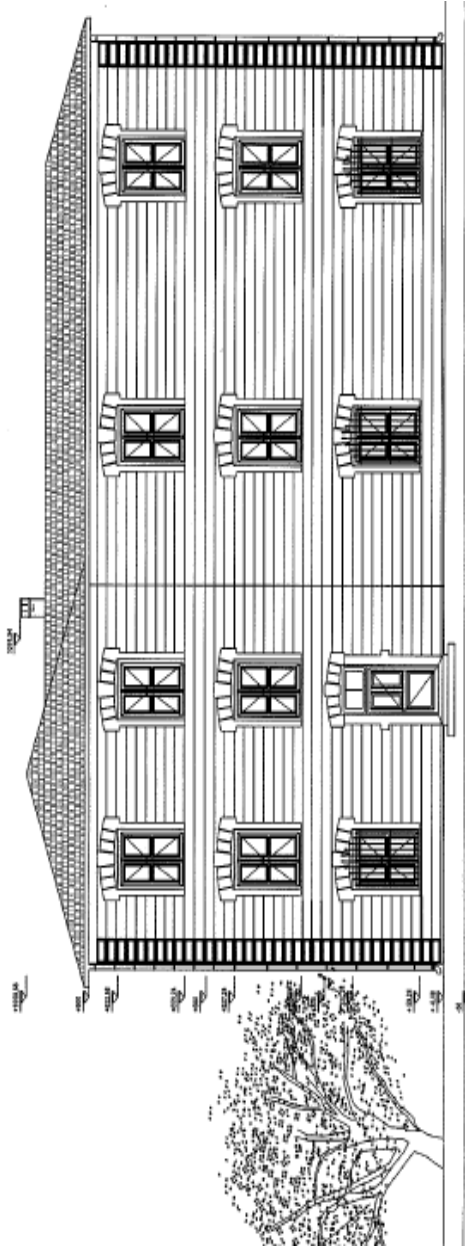


Şekil A.8 : Örnek II. Zemin Kat Plan

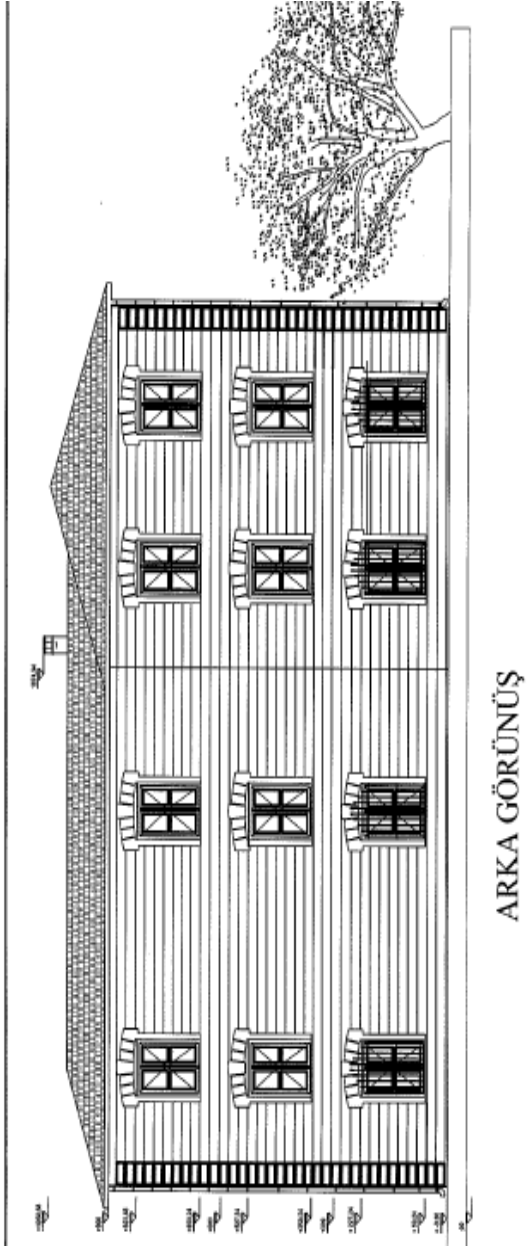


2. NORMAL KAT PLANI

Şekil A.9 : Örnek II. Zemin Kat Plan

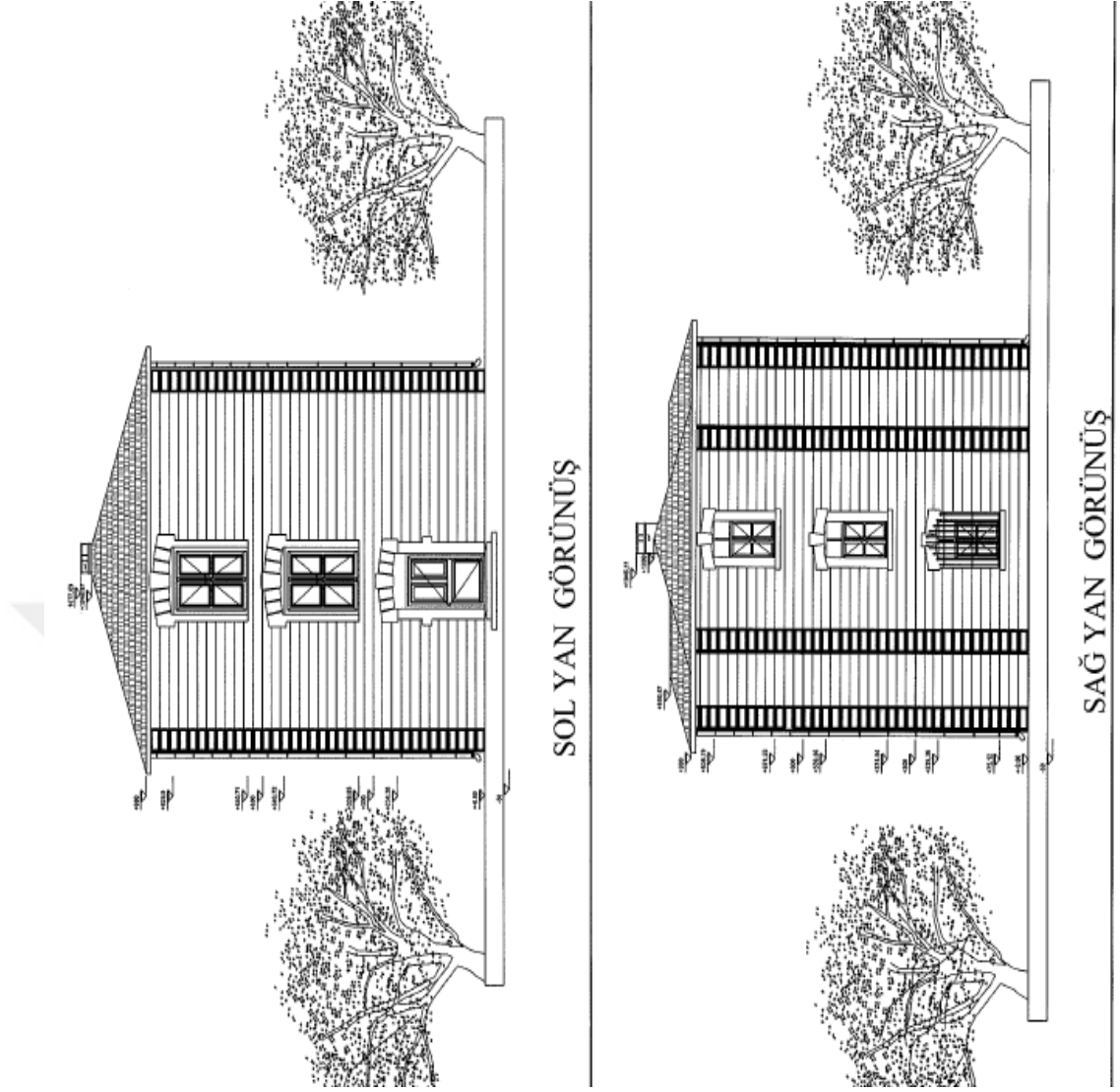


ÖN GÖRÜNÜŞ



ARKA GÖRÜNÜŞ

Şekil A.10 : Örnek II. Ön Ve Arka Görünüşleri



Şekil A.11 : Örnek II. Sağ Ve Sol Görünüşleri

Çizelge B : Birim Çevirme Tablosu

Birim Çevirme Tablosu		
kg	N	9.807
tf	kN	9.807
kg/cm ²	tf/m ²	10
kN/m ² (kPa)	tf/m ²	0.102
kN/m ² (kPa)	kg/m ²	101.97
kN/cm ²	tf/m ²	1019.7
MPa	kN/cm ²	0.1
MPa	kN/m ²	1000
MPa	kg/cm ²	10.2
MPa	tf/m ²	101.97
tf/m ²	kN/m ² (kPa)	9.807
tf/m ²	kg/cm ²	0.1
tf/m ³	kN/m ³	9.807

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Cevdet ŞENTÜRK
Doğum Tarihi ve Yeri : 15.07.1966 Malatya
E-posta : cvds@mynet.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lise** : Karabük D.Ç Lisesi
- **Lisans** : 1989, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 1985-1989 Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü,
- 1993-2016 Yılları arası, sayısız betonarme, ahşap ve yığma bina hesap ve çizimi,
- 2011 İnşaat Mühendisleri Odası, Geoteknik Mesleki Eğitim Kursu Başarı Belgesi,
- 2014 İnşaat Mühendisliği Hizmetinde 25. Yıl Plaketi

