İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜNEL KALIP KULLANILARAK İNŞA EDİLECEK 14 KATLI BETONARME BİNANIN PROJELENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Sinan APİ

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2005

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜNEL KALIP KULLANILARAK İNŞA EDİLECEK 14 KATLI BETONARME BİNANIN PROJELENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Sinan APİ
(501021060)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Mayıs 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Mayıs 2005

Tez Danışmanı : Doç.Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ
Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Zekai CELEP (İ.T.Ü.)
Prof.Dr. Feridun ÇILI (İ.T.Ü.)

MAYIS 2005

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezini hazırlamamda yardımlarından ve anlayışından dolayı değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ' e, desteklerini eksik etmeyen sevgili meslektaş arkadaşlarım Aslı S. AÇIKEL'e, Deniz.D. ARDIÇ'a ve Fatih GÜRAN'a ve manevi maddi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Mayıs, 2005 Sinan APİ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
SEMBOL LİSTESİ **ix**
ÖZET **xi**
SUMMARY **xii**

1. GİRİŞ **1**
2. DÖŞEME HESAPLARI **3**
2.1. Hesap yüklerinin bulunması 4
2.2. Döşeme kesit tesirlerinin bulunması ve betonarme hesapları 5
2.3. Minimum donatı ve yerleşim aralığı kontrolleri 9
3. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİNE GÖRE DEPREM YÜKÜ HESABI **10**
3.1. SAP2000 programı ile yapının modellenmesi 11
3.2. SAP 2000 model oluşturma verileri 12
3.3. Yapının titreşim modları ve periyotları 12
3.4. Mod birleştirme yöntemine göre hesap sonuçları 15
3.4.1. Perde taban kuvvetleri ve yapı taban kuvvetleri 15
3.4.2. Bina yer değiştirmeleri ve göreli kat ötelemeleri 17
4. STATİKÇE EŞDEĞER DEPREM KUVVETİ HESABI **20**
5. STATİKÇE EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ HESABI ve MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ HESABI KARŞILAŞTIRMASI **23**
5.1. X doğrultusunda taban kesme kuvvetleri 23
5.2. Y doğrultusunda taban kesme kuvvetleri 23
5.3. Hesapların karşılaştırılması 23
6. DÜZENSİZLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ **24**
7. HESAP YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ **26**
8. PERDELERİN BETONARME HESAPLARI **28**
8.1. Perde kalınlığı hesapları 28
8.2. Kritik perde yüksekliği hesapları 29

8.3. Perdelerde boyuna donatı hesapları 30
8.4. Perdelerde enine donatı hesapları 33
9. TEMELİN MODELLENMESİ 35
9.1. Temelin statik hesap sonuçları 36
9.1.1. Zemin gerilmesi kontrolü 36
9.2. Temelin betonarme hesapları 36
10. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER 38
KAYNAKLAR 39
EKLER 40
ÖZGEÇMİŞ 69

KISALTMALAR

A.B.Y.Y.H.Y. **:** Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (1998)
SAP 2000 **:** Nonlinear 8.0.8 Structural Analysis Program 2000

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2-1 Döşeme kalınlıklarının belirlenmesi 4
Tablo 2-2 Çift doğrultuda çalışan döşemeler için moment hesapları 6
Tablo 2-3 Döşeme açıklık donatısı hesapları 7
Tablo 2-4 Döşeme mesnet donatısı hesapları 8
Tablo 3-1 Deprem yükü azaltma katsayısı hesabı 10
Tablo 3-2 Etkin modal kütle oranları 12
Tablo 3-3 Her mod için etkin modal kütle oranları ve titreşim periyotları 13
Tablo 3-4 Yapının Doğal Titreşim Periyotları 14
Tablo 3-5 Perde taban kuvvetleri 16
Tablo 3-6 Yapının toplam taban kuvvetleri 17
Tablo 3-7 Kat yer değiştirmeleri 18
Tablo 3-8 Göreli kat ötelemelerinin kat yüksekliğine bölünmüş maksimum değerleri 19
Tablo 4-1 Eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı 22
Tablo 6-1 X ve Y doğrultularında burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} hesabı 25
Tablo 8-1 Seçilen kritik perde yükseklikleri ve perde uç bölgesi uzunluğu değerleri 30
Tablo 8-2 Seçilen perde düşey donatısı miktarları 31
Tablo 8-3 Kritik perde yüksekliği boyunca perde düşey donatısı miktarları ve eğilme taşıma gücü momenti değerleri 32
Tablo 8-4 Perde kesme güvenliği hesabı tablosu 34
Tablo 9-1 Temel betonarme hesapları 37
Tablo A-1 Hesap Tanımları 40
Tablo A-2 Kesit Özellikleri, Bölüm 1 / 4 40
Tablo A-3 Kesit Özellikleri, Bölüm 2 / 4 40
Tablo A-4 Kesit Özellikleri, Bölüm 3 / 4 41
Tablo A-5 Kesit Özellikleri, Bölüm 4 / 4 41
Tablo A-6 Sismik – Kullanıcı Tanımlı, Bölüm 1 / 2 41
Tablo A-7 Sismik – Kullanıcı Tanımlı, Bölüm 2 / 2 41
Tablo A-8 Hesap – İvem Spektrumu 1 - Genel 42
Tablo A-9 Hesap – İvem Spektrumu 2 – Yük Atamaları 42
Tablo A-10 Hesap - Statik 1 – Yük Atamaları 42
Tablo A-11 Kombinasyon Tanımları 43
Tablo A-12 Kombinasyon Tanımları - Tablo A-11 Devamı 44
Tablo A-13 Fonksiyon – İvme Spektrumu – Kullanıcı Tanımlı 45
Tablo A-14 Load Case Definitions 46
Tablo A-15 Malzeme Özellikleri 1 - Genel 46
Tablo A-16 Malzeme Özellikleri 3 – Donatı Çeliği 46
Tablo A-17 Malzeme Özellikleri 4 - Beton 46
Tablo A-18 Gruplamalar 1 - Genel, Bölüm 1 / 2 47
Tablo A-19 Gruplamalar 1 - General, Bölüm 1 / 2 Tablo A-18 Devamı 47

Tablo A-20 Gruplamalar 1 - Genel, Bölüm 2 / 2..... 48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil B-1 : Yapının üç boyutlu görünüşü - 1 49
Şekil B-2 : Yapının üç boyutlu görünüşü – 2..... 50
Şekil B-3 : Yapının mesnetlenmesi..... 51
Şekil B-4 : 1.Mod şekli – 1 (X doğrultusunda)..... 52
Şekil B-5 : 1.Mod şekli – 2 (X doğrultusunda)..... 53
Şekil B-6 : 2.Mod şekli – 1 (Z etrafında)..... 54
Şekil B-7 : 2.Mod şekli – 2 (Z etrafında)..... 55
Şekil B-8 : 3.Mod şekli – 1 (Y doğrultusunda)..... 56
Şekil B-9 : 3.Mod şekli – 2 (Y doğrultusunda)..... 57
Şekil B-10 : Perde gruplamaları..... 58
Şekil B-11 : Düşey perde yüklemeleri 59
Şekil B-12 : Temelin üç boyutlu yer değiştirme şekli..... 60
Şekil B-13 : Temel yüklerinin etkitilmesi..... 61
Şekil B-14 : G+Q+Exn yüklemesinde X doğrultusundan bakıldığındaki çökme 62
Şekil B-15 : G+Q+Exn yüklemesinde Y doğrultusundan bakıldığındaki çökme 63
Şekil B-16 : G+Q+Ex yüklemesinde temelde Y etrafındaki moment M11..... 63
Şekil B-17 : G+Q+Ex yüklemesinde temelde X etrafındaki moment M22..... 63

SEMBOLLER

Ac : Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
A_{ch} : Boşluksuz perdenin brüt enkesit alanı
ΣA_g : Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı
ΣA_p : Yapının tüm katlarının plan alanlarının toplamı
A_s : Donatı enkesit alanı
A(T) : Spektral ivme katsayısı
Ao : Etkin yer ivmesi katsayısı
b_w : Kirişin gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı
B_B : Mod Birleştirme Yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile hesaplanan herhangi bir büyüklük
B_D : B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
d : Perdelerde faydalı yükseklik
d_i : Yapının i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
f_{cd} : Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ctd} : Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd} : Donatının tasarım akma dayanımı
F_i : Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
ΔF_N : Yapının N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
g : Normal döşemelerin toplam sabit yükü (kN/m^2)
H_{cr} : Kritik perde yüksekliği
H_N : Yapının temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği [m]
H_w : Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
h_i : Yapının i'inci katının kat yüksekliği
I : Yapı önem katsayısı
K : Zemin yatak katsayısı
ℓ_n : Perde yüzleri arasında kalan serbest açıklık
ℓ_u : Perde uç bölgesi uzunluğu
ℓ_w : Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
M_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti
M_r :Perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{cd} ve f_{yd}'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
N_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
n : Hareketli yük katılım katsayısı
q : Normal döşemelerin toplam hareketli yükü (kN/m^2)
Q : Toplam hareketli yük (kN)

R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Ra(T) : Deprem yükü azaltma katsayısı
S(T) : Spektrum katsayısı
s : Enine donatı aralığı
T : Yapı doğal titreşim periyodu [s]
$\mathbf{T_A}$,$\mathbf{T_B}$: Spektrum karakteristik periyotları [s]
$\mathbf{V_d}$: Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
$\mathbf{V_r}$: Perde kesitinin kesme dayanımı (betonun katkısı dahil)
$\mathbf{V_t}$: Eşdeğer deprem yükü yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$\mathbf{V_{tB}}$: Mod birleştirme yönteminde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan yapı toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
ΣW : Yapının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
$\mathbf{W_i}$: Yapının i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
β : Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δ_i : Yapının i'inci katındaki göreli kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{max}$: Yapının i'inci katındaki maksimum göreli kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$: Yapının i'inci katındaki ortalama göreli kat ötelemesi
η_{bi} : i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
Φ : Donatı çapı
ρ_{min} : Minumum donatı oranı
ρ_{sh} : Perdede yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına oranı $[(\rho_{sh})_{min} = 0.0025]$
σ_z : Zemin emniyet gerilmesi

TÜNEL KALIP KULLANILARAK İNŞA EDİLECEK 14 KATLI BETONARME BİNANIN PROJELENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada 14 katlı ve tünel kalıp sistemi ile inşa edilecek bir betonarme yapı projelendirilmiştir. Yapının kalıp planı Şekil 1-1'de verilmiştir. Yapının plandaki boyutları X doğrultusunda 29.90m ve Y doğrultusunda 15.68m uzunluğundadır. Temelden itibaren yapı 40.53m yüksekliğindedir. Yapının, zemin koşulları ve yüksekliği gözönüne alınarak taşıyıcı sisteminin tamamı perdelerle oluşturulmuştur. Bu sistem kullanılarak tünel kalıplar sayesinde zamandan tasarruf sağlanması da amaçlanmıştır. Döşemelerin yük analizleri TS 498'e göre yapılmış ve bulunan değerlere göre ikinci bölümde Cross yöntemi ile statik hesapları, ardından betonarme hesapları yapılmıştır. Üçüncü bölümde yapının SAP2000 programı ile mod birleştirme yöntemine göre deprem hesapları yapılmıştır. Perdelerin tamamı programda plak elemanlarla tanımlanıp sonlu elemanlara ayrılmış ve katlarda rijit diyafram oluşturularak birbirlerine bağlanmışlardır. Böylece yapının 3 boyutlu modeli kurulmuştur. Dördüncü bölümde yapının eşdeğer statik deprem yüküne göre deprem hesabı yapılmış ve beşinci bölümde iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. Deprem Yönetmeliği'ndeki düzensizlik durumları altıncı bölümde incelenmiş ve yedinci bölümde yapının taşıyıcı sisteminin betonarme hesaplarında kullanılacak olan kesit zorları değerlerinin hangi yönteme göre hesaplanacağı incelenmiştir. Sekizinci bölümde perdelerin betonarme hesapları yapılmıştır. Dokuzuncu bölümde yapının temeli incelenmiştir. Yapının ağırlığı ve zemin koşulları göz önüne alınarak temel radye olarak seçilmiştir. Temel sistemi perdelerden gelen yüklerin temele ters işaretlerle etkitilmesi ile yapıdan ayrı olarak SAP2000 ile modellenmiştir. Temelin betonarme hesapları statik hesaplar sonucu bulunan kesit zorlarına göre yapılmıştır.

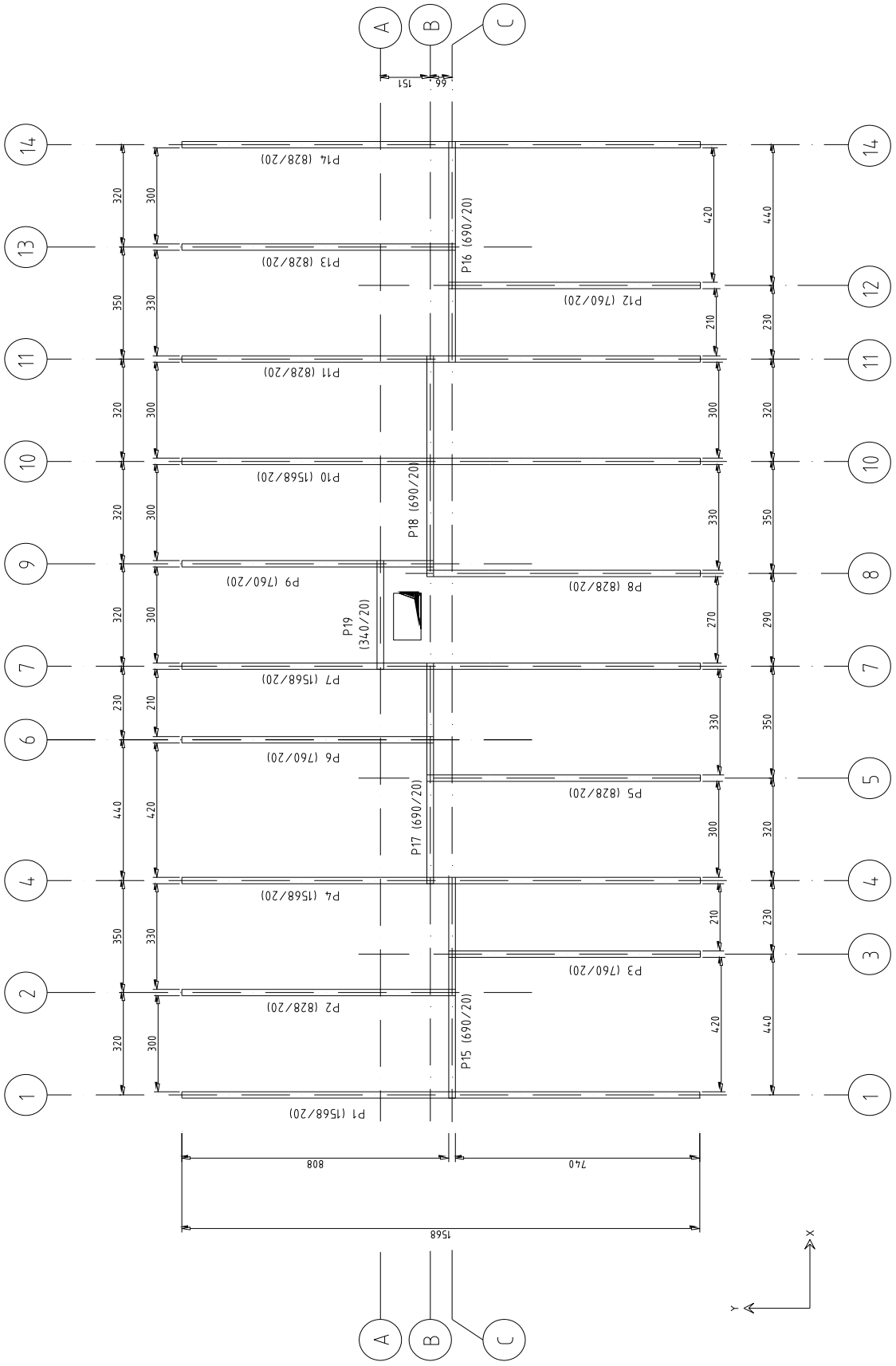
STRUCTURAL DESIGN OF A MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING

SUMMARY

In this master thesis structural design project of a 14 floors multi-storey reinforced concrete building is presented. The normal floor plan of the building is shown in Figure 1-1. The dimensions of the building are along X direction 29.90m and along Y direction is 15.68 m in plane and from the foundation level 40.53m high. In consideration of the height of the building and foundation ground conditions, shear walls are choosen to build of load carrying system. This system also supplies a considerable amount of construction time cut. In the second chapter, slab static and reinforced concrete design calculations are given. The load analyses of the slabs are done according to Turkish Standard TS 498. Static analyses of the slabs are done by Cross method and after that reinforced concrete design calculations are done by using the results of Cross method. In the third chapter, the building is created as a 3D model in SAP2000 by shell elements which have rigid diaphragm definitions at the intersection points with the slabs on floor heights. All the shell elements are meshed into finite elements for mod superposition method and static analyses. The equivalent earthquake load method is presented in chapter four and calculation results of the method are compared to mod superposition method results in chapter five. The irregularity of the structure is analysed with in chapter six and in chapter seven one of the analyses methods is chosen for reinforced concrete design calculations of the shear walls. The reinforced concrete design calculations of the shear walls are given in chapter eight. The foundation is chosen as a thick slab and an individual model of foundation is created with finite elements in SAP2000. The forces from the shear walls are acted on the foundation with opposite signs and static analysis is checked under dead and earthquake static loads. In chapter nine reinforced concrete design calculations of foundation is presented.

1. GİRİŞ

Kat kalıp planı Şekil 1-1'de verilen yapı konut amaçlı kullanılacaktır. Yapı 14 katlı olup kat yükseklikleri bodrum katında 4.00m ve normal katlarda 2.81m uzunluğundadır. Yapının plandaki ölçüleri X doğrultusunda 29.90m ve Y doğrultusunda 15.68 m uzunluğundadır. Yapının taşıyıcı sistemi boşluksuz perdelerden oluşmakta olup döşeme sistemi kirişsiz döşemedir. Döşeme kalınlığı ilgili deprem yönetmeliğindeki kontroller yapılarak 16.00 cm alınmıştır. Tek doğrultuda çalışan döşeme betonarme hesapları Cross yöntemi kullanılarak elde edilen maksimum eğilme momenti değerlerine göre yapılmıştır. Çift doğrultuda çalışan döşemelerin hesap eğilme momentlerinin belirlenmesi için TS 500'de belirtilen yaklaşık yöntem kullanılmıştır. Yapı birinci derece deprem bölgesinde ve Z3 zemin sınıfında yer almaktadır. Deprem yükü hesapları Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen Z3 zemin sınıfı karakteristik değerlerine göre elde edilmiş olan spektrum ivme grafiği kullanılarak mod birleştirme yöntemi ile SAP2000 programında sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Temel sistemi olarak yapının yüksekliği ve ağırlığı gözönüne alınarak radye temel sistemi seçilmiştir. Yapıya etkiyebileceği düşünülen yük kombinasyon durumlarının da hesaba katılması sonucu elde edilen değerlerin maksimumları kullanılarak yapının taşıyıcı sistem betonarme hesapları yapılmıştır. Yapının düşeydeki taşıyıcı elemanlarının tamamı perdelerden oluşmaktadır. Bu sistemin seçilmesindeki amaç imalat kolaylığı ve zamandan tasarruftur. Tünel kalıpların çıkışının sağlanması için cephelere kiriş konulmamıştır. Döşemeler perdelere mesnetlidir.



Şekil 1-1 Kat kalıp planı

2. DÖŞEME HESAPLARI

Düzgün yayılı yük taşıyan ve uzun kenarının kısa kenarına oranı 2 den büyük olan ($\lambda_l / \lambda_s \rangle 2$) betonarme plaklar, bir doğrultuda çalışan plaklar olarak adlandırılır. Uzun kenarının kısa kenarına oranı 2 den küçük olan ($\lambda_l / \lambda_s \langle 2$) betonarme plaklar, çift doğrultuda çalışan plaklar olarak adlandırılır. [TS500]

Bir doğrultuda çalışan plaklar için en küçük kalınlık 80mm dir. Ayrıca plak kalınlığının serbest açıklığa oranı aşağıda verilen değerlerden az olamaz.

1. Basit mesnetli, tek açıklıklı döşemelerde, 1/25
2. Sürekli döşemelerde, 1/30
3. Konsol döşemelerde, 1/12

Çift doğrultuda çalışan kirişli döşemelerin kalınlığı Denk.(2.1) ile hesaplanan değerden az olamaz. Seçilen döşeme kalınlıkları Tablo 2-1'de gösterilmiştir.

$$h \geq \frac{\lambda_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4}\right) ; \quad h \geq 80 \text{ mm} \quad (\text{Deprem bölgesi ise } h \geq 100 \text{ mm}) \qquad (2.1)$$

Bu denklemde, α_s akstan aksa, döşemenin sürekli kenarlarının toplam uzunluğunun döşemenin toplam kenar uzunluğuna oranıdır.

$\boldsymbol{\ell_{sn}}$ = kısa kenar doğrultusunda serbest (net) açıklık (kiriş yüzeyleri arasındaki uzunluk)

$\boldsymbol{\ell_\ell}$ = uzun doğrultuda kiriş eksenleri arasındaki uzunluk

$\boldsymbol{\ell_s}$ = kısa doğrultuda kiriş eksenleri arasındaki uzunluk

m= $\boldsymbol{\ell_\ell / \ell_s \leq 2}$ → çift doğrultuda çalışan döşeme

m= $\boldsymbol{\ell_\ell / \ell_s > 2}$ → tek doğrultuda çalışan döşeme

Tablo 2-1: Döşeme kalınlıklarının belirlenmesi

Döşeme	ℓ_{sn} (m)	ℓ_ℓ (m)	ℓ_s (m)	m= ℓ_ℓ /ℓ_s	α_s	h (mm)	Seçilen h (m)
D101	3	8.18	3.2	2.56	-	-	0.16
D102	3.3	8.18	3.5	2.34	-	-	0.16
D103	4.2	7.5	4.4	1.70	0.82	0.13	0.16
D104	2.1	7.5	2.3	3.26	-	-	0.16
D105	3	7.5	3.2	2.34	-	-	0.16
D106	3	7.5	3.2	2.34	-	-	0.16
D107	4.2	7.5	4.4	1.70	0.82	0.13	0.16
D108	2.1	7.5	2.3	3.26	-	-	0.16
D109	3	8.18	3.2	2.56	-	-	0.16
D110	3.3	8.18	3.5	2.34	-	-	0.16

2.1. HESAP YÜKLERİNİN BULUNMASI

Sabit yükler:

Döşeme betonarme plak	0.16×25		=4.00 kN/m^2
Şap ağırlığı	0.05×22		=1.10 kN/m^2
Herapor	0.03×20		= 0.60 kN/m^2
Hatı kaplama ağırlığı	0.01×20		=0.20 kN/m^2
Toplam sabit yük		g	=5.90 kN/m^2

Hareketli yük ;

Konut, teras oda ve koridorlarda	q	=2.0 kN/m^2

2.2. DÖŞEME KESİT TESİRLERİNİN BULUNMASI VE BETONARME HESAPLARI

Tek doğrultuda çalışan döşeme betonarme hesapları, Y ekseni doğrultusunda 1 metre genişlik için, Cross hesap yöntemi kullanılarak elde edilen açıklık ve mesnet eğilme momentlerine göre yapılmıştır. Çift doğrultuda çalışan döşemelerin açıklık ve mesnet eğilme momentleri TS 500'deki Çizelge 11.1'de verilen α değerleri kullanılarak Tablo 2-2'de gösterildiği gibi Denk.(2.2) ile hesaplanmıştır. Çift ve tek doğrultuda çalışan döşemelere ait hesap eğilme momenti değerleri, seçilen donatı miktarları ve yerleşim açıklıkları Tablo 2-3 ve Tablo 2-4 ' de verilmiştir.

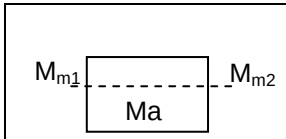
$$M_d = \alpha P_d l_{sn}^2 \qquad (2.2)$$

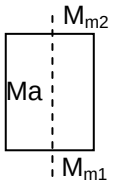
Beton malzeme BS30 (f_{ck}=30 N/mm^2)

Beton çeliği BÇ I (f_{yk} = 220 N/mm^2)

Her iki doğrultuda pas payları 2.0 cm alınmıştır.

Tablo 2-2: Çift doğrultuda çalışan döşemeler için moment hesapları





	ℓ_{sn}	ℓ_{yn}		P_d	(Kısa açıklık X doğrultusu)					(Uzun açıklık Y doğrultusu)				
	(m)	(m)	m	kN/m^2	$\alpha_{sürekli}$	$\alpha_{açıklık}$	$M_{m1\ kNm}$	$M_{a\ kNm}$	$M_{m2\ kNm}$	$\alpha_{sürekli}$	$\alpha_{açıklık}$	$M_{m1\ kNm}$	$M_{a\ kNm}$	$M_{m2\ kNm}$
D103	4.20	7.40	1.76	11.46	0.075	0.056	5.66	11.32	15.16	0.041	0.031	8.29	6.27	8.29
D107	4.20	7.40	1.76	11.46	0.075	0.056	15.16	11.32	5.66	0.041	0.031	8.29	6.27	8.29

Tablo 2-3: Döşeme açıklık donatısı hesapları

Döşeme	Doğ.	M_d (kNm/m)	D (m)	K($\times 10^{-5}$) (m^2/kN)	k_s (mm^2/kN)	A_s (mm^2/m)	Seçilen Donatı BÇI (mm^2/m)
D101		5.48	0.14	357.66	5.35	209	10/165 (476)
D102		5.92	0.14	331.08	5.35	226	10/165 (476)
D103	Y	11.32	0.14	173.14	5.41	437	10/165 (476)
D103	X	6.27	0.13	269.54	5.37	259	10/165 (476)
D104		1.97	0.14	994.92	5.30	75	10/165 (476)
D105		5.59	0.14	350.63	5.35	214	10/165 (476)
D106		5.48	0.14	357.66	5.35	209	10/165 (476)
D107	X	6.27	0.13	269.54	5.37	259	10/165 (476)
D107	Y	11.32	0.14	173.14	5.41	437	10/165 (476)
D108		1.93	0.14	1015.54	5.30	73	10/165 (476)
D109		5.23	0.14	374.76	5.35	200	10/165 (476)
D110		6.56	0.14	298.78	5.36	251	10/165 (476)

Ayrıca tek doğrultuda çalışan döşemelerde kısa doğrultuya dik doğrultuda ve açıklıkta döşeme asal donatısının en az 1/5 ‘i kadar dağıtma donatısı konulacaktır.

Seçilen dağıtma donatısı BÇI 8/200 (251 mm^2)

Tablo 2-4: Döşeme mesnet donatısı hesapları

Döşeme	M_d (kNm/m)	d (m)	K($\times 10^{-5}$) (m^2/kN)	k_s (mm^2/kN)	A_s (mm^2/m)	Seçilen Donatı BÇI (mm^2/m)
D101	8.21	0.14	238.73	5.37	315	10/165 (476)
D101-D102	11.42	0.14	171.63	5.41	441	10/165 (476)
D102-D103	18.50	0.14	105.95	5.46	722	12/150 (754)
D103-D104	17.57	0.14	111.55	5.45	684	12/150 (754)
D103-D109	15.16	0.13	111.48	5.45	636	12/150 (754)
D104-D105	9.13	0.14	214.68	5.38	351	10/165 (476)
D105-D106	10.61	0.14	184.73	5.4	409	10/165 (476)
D106-d106	8.20	0.14	239.02	5.37	315	10/165 (476)
D107	15.94	0.13	106.02	5.46	669	12/150 (754)
D107-D108	18.54	0.14	105.72	5.46	723	12/150 (754)
D107-D101	15.16	0.13	111.48	5.45	636	12/150 (754)
D108-D109	9.02	0.14	217.29	5.38	347	10/165 (476)
D109-D110	12.35	0.14	158.70	5.42	478	10/160 (491)
D110	10.07	0.14	194.64	5.39	388	10/165 (476)

D111 ve D112 döşemelerinde aynı kalınlık değeri alınmış olup açıklık ve mesnet donatıları donatı krokisinde gösterildiği gibi diğer döşemeler ile aynı alınmıştır.

2.3. MİNİMUM DONATI ve YERLEŞİM ARALIĞI KONTROLLERİ

- Tek doğrultuda çalışan döşemelerde ana donatı için ;

$$\min (\rho_x) = 0.003 \quad (2.3)$$

$$\min (A_{sx}) = 0.003 \times b_w \times d \quad (mm^2/m) \ \text{(TS500)} \quad (2.4)$$

$$\min (A_{sx}) = 0.003 \times 1000 \times 140 = 420 \ mm^2$$

Tek doğrultuda çalışan tüm döşemelerde açıklıkta 10/165 (476 mm^2) donatı miktarı kullanılacaktır.

maksimum donatı aralığı : $s \leq 1.5h$; 200 mm (kısa doğrultu)

- Çift doğrultuda çalışan döşemelerde ana donatı için ;

$$\min (\rho_x + \rho_y) = 0.004 \quad (2.5)$$

$$\min (A_{sx} + A_{sy}) = 0.004 \times b_w \times d_{ort} \quad (mm^2/m) \ \text{(TS500)} \quad (2.6)$$

$$\min (A_{sx} + A_{sy}) = 0.004 \times 1000 \times (140+130)/2 = 540 \ mm^2$$

$$\min (A_{sx}) \geq 0.0015 \times 1000 \times 130 = 195 \ mm^2$$

$$\min (A_{sy}) \geq 0.0015 \times 1000 \times 140 = 210 \ mm^2$$

maks. donatı aralığı : $s \leq 1.5h$; 200 mm (kısa doğrultu) ; 250 mm (uzun doğrultu)

Tüm çift ve tek doğrultuda çalışan döşemelerde gerekli koşullar sağlanmaktadır.

3. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİNE GÖRE DEPREM YÜKÜ HESABI

Yapının deprem yükü hesapları, mod birleştirme yöntemine göre SAP2000 programı ile yapılmıştır. Yerel zemin sınıfı Z3 için spektrum karakteristik periyotları Deprem Yönetmeliği'nden seçilmiş ve bu periyotlar kullanılarak elde edilen spektrum ivme grafiği SAP2000 programında tanımlanmıştır. Mod birleştirme yönteminde kullanılması gerekli olan katsayılar ile bunlara ait değerler aşağıda belirtilmiştir:

- Spektral ivme katsayısı $A(T) = A_o \times I \times S(T)$ (3.1)

- Etkin yer ivmesi katsayısı : Ao = 0.40 (Deprem bölgesi 1)
- Yapı önem katsayısı : I = 1.0 (Konutlarda)
- Spektrum katsayısı: $S(T) = 1+1.5/T/T_A$ $(0 \le T \le T_A)$ (3.2a)

  $S(T) = 2.5$ $(T_A \langle T \le T_B)$ (3.2b)

  $S(T) = 2.5\times(T_B/T)^{0.8}$ $(T \rangle T_B)$ (3.2c)
- Spektrum karakteristik periyodları (s):
- $T_A = 0.15$ s $T_B = 0.60$ s (Yerel zemin sınıfı Z3)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı:
  Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı yapılarda; süneklik düzeyi yüksek sistemler için R=6
- Deprem yükü azaltma katsayısı aşağıda belirtilen denklemlere göre belirlenecektir.

  $R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)T/ T_A$ $(0 \le T \le T_A)$ (3.3a)

  $R_a(T) = R$ $(T \rangle T_A)$ (3.3b)

  Tablo 3-1 'e göre $R_a(T) = 6$ alınacaktır.

Tablo 3-1: Deprem yükü azaltma katsayısı hesabı

T	S(T)	Ra(T)
0.00	1.00	1.50
0.05	1.50	3.00
0.10	2.00	4.50
0.15	2.50	6.00
0.20	2.50	6.00

3.1. SAP2000 PROGRAMI İLE YAPININ MODELLENMESİ

- Deprem yükü hesapları mod birleştirme yöntemine göre yapılmıştır.
- Perdeler panel eleman olarak tanımlanıp, bu elemanların döşemelerle kesiştikleri kat yüksekliklerindeki düğüm noktaları, her bir kat için seçilerek rijit diyafram tanımları oluşturulmuştur.
- BS30 ve BÇIII için elastisite modülleri, poisson oranları ve kütle değerleri tanımlanmıştır.
- Betonarme hacim ağırlığı olarak 25 kN/m^3 alınmıştır.
- Döşeme yükleri, döşemelerin tek doğrultuda çalışmaları göz önüne alınarak mesnetlendikleri iki perdeye ölü (G) ve hareketli (Q) yükleri olmak üzere yarı yarıya etkitilmiştir.
- Her kattaki döşeme toplam kütleleri, programın deprem yükü hesaplarında kütleleri ilgili deprem yönünde toplaması ve rijit diyafram özelliği gözönüne alınarak, yapının kat planındaki P15, P16, P17, P18, P19 perdelerine eşit olarak dağıtılmıştır.
- Panel elemanlar yerel X ekseni doğrultusunda 6 ve Z ekseni doğrultusunda 2 parça olmak üzere 12 parçaya bölünmüşlerdir.
- Perde ölü ağırlıkları program tarafından hesaplanmıştır.
- Radye temel , yapıdan ayrı olarak modellenen temel sistemi ile incelenmiştir.
- Denklemler (3.2a), (3.2b) ve (3.2c) ile elde edilen spektrum katsayıları programda spektrum fonksiyonunda tanımlanarak spektrum ivme grafiği elde edilmiştir.
- Yapının betonarme hesabında kullanılacak olan kesit tesirlerinin belirlenmesi için gerekli olan 15 yükleme kombinasyonu tanımlanmıştır.
- Her perdede, panel elemanlar, yapının en çok zorlandığı ilk katında, kesit tesirlerinin hesapları için gruplandırılmıştır.

3.2. SAP 2000 MODEL OLUŞTURMA VERİLERİ

SAP2000 programı ile tanımlanan yapının program verileri, program tarafından sağlanan özellikler yardımı ile programın oluşturduğu tablolar halinde eklerde TabloA serisi olarak verilmiştir. İngilizce olan tablo başlıkları ve sütün başlıkları Türkçe olarak değiştirilmiştir. Düğüm noktalarına ait veriler sayılarının dörtbinden çok olmasından dolayı yazılmamıştır ancak gerekli olabileceği düşünülen analiz, yük ve yükleme kombinasyonlarını, kesit ve malzeme ile ivme spektrum fonksiyonuna ait değerleri gösteren tablolara yer verilmiştir.

3.3. YAPININ TİTREŞİM MODLARI VE PERİYOTLARI

Yapının mod birleştirme yöntemine göre hesabı her katta iki öteleme ve bir dönme hareketi gözönüne alınarak yapılmıştır. Buna göre 30 titreşim moduna ait değerler hesaplanmıştır. Deprem Yönetmeliği'ne göre [6.8.3, sayfa 23] hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, hem X hem de Y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının yapı toplam kütlesinin %90 'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, yapı toplam kütlesinin %5'inden büyük olan bütün titreşim modları göz önüne alınacaktır. SAP2000 programı ile hesabı yapılan yapının etkin modal kütlelerine ilişkin değerleri Tablo3-2 ve Tablo 3-3'de verilmiştir.

Tablo 3-2: Etkin modal kütle oranları

Hesap Yöntemi	Tip	Doğrultu	Statik	Dinamik
			Yüzde	Yüzde
MODAL	Acceleration	UX	1	0.9907
MODAL	Acceleration	UY	0.9998	0.9363
MODAL	Acceleration	UZ	0.9857	0.8308

Tablo 3-3: Her mod için etkin modal kütle oranları ve titreşim periyotları

Hesap Yöntemi	Mod	Periyot	UX	UY	RZ	∑UX	∑UY	∑RZ
		s	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz
MODAL	Mode 1	0.636	0.688	0.000	0.001	0.688	0.000	0.001
MODAL	Mode 2	0.436	0.001	0.009	0.654	0.689	0.009	0.655
MODAL	Mode 3	0.360	0.001	0.647	0.009	0.690	0.657	0.664
MODAL	Mode 4	0.156	0.200	0.000	0.000	0.889	0.657	0.664
MODAL	Mode 5	0.092	0.000	0.002	0.215	0.890	0.658	0.879
MODAL	Mode 6	0.076	0.001	0.213	0.002	0.891	0.871	0.880
MODAL	**Mode 7**	0.074	0.051	0.003	0.000	**0.941**	0.874	0.881
MODAL	Mode 8	0.048	0.023	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 9	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 10	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 11	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 12	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 13	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 14	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 15	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 16	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 17	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 18	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 19	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 20	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	Mode 21	0.045	0.000	0.000	0.000	0.965	0.874	0.881
MODAL	**Mode 22**	0.042	0.000	0.000	0.061	0.965	0.874	**0.941**
MODAL	Mode 23	0.036	0.013	0.000	0.000	0.978	0.874	0.941
MODAL	**Mode 24**	0.034	0.000	0.062	0.000	0.978	**0.936**	0.942
MODAL	Mode 25	0.030	0.013	0.000	0.000	0.991	0.936	0.942
MODAL	Mode 26	0.029	0.000	0.000	0.000	0.991	0.936	0.942
MODAL	Mode 27	0.029	0.000	0.000	0.001	0.991	0.936	0.942
MODAL	Mode 28	0.029	0.000	0.000	0.000	0.991	0.936	0.942
MODAL	Mode 29	0.029	0.000	0.000	0.000	0.991	0.936	0.942
MODAL	Mode 30	0.029	0.000	0.000	0.000	0.991	0.936	0.942

Tablo 3-3 ‘de de görüldüğü gibi X doğrultusunda her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamı 7.Mod % 94 , Y doğrultusunda her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamı 24.Mod %93 ve Z doğrultusunda her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamı 22.Mod %94 olarak bulunmuştur. Ayrıca 24. titreşim modundan sonra yapı toplam kütlesinin %5’inden büyük olan titreşim modu bulunmamaktadır.

Tablo 3-4: Yapının Doğal Titreşim Periyotları

Hesap Yöntemi	Mod	Periyot
		s
MODAL	**Mode 1**	**0.636**
MODAL	**Mode 2**	**0.436**
MODAL	**Mode 3**	**0.360**
MODAL	Mode 4	0.156
MODAL	Mode 5	0.092
MODAL	Mode 6	0.076
MODAL	Mode 7	0.074
MODAL	Mode 8	0.048
MODAL	Mode 9	0.045
MODAL	Mode 10	0.045
MODAL	Mode 11	0.045
MODAL	Mode 12	0.045
MODAL	Mode 13	0.045
MODAL	Mode 14	0.045
MODAL	Mode 15	0.045
MODAL	Mode 16	0.045
MODAL	Mode 17	0.045
MODAL	Mode 18	0.044
MODAL	Mode 19	0.044
MODAL	Mode 20	0.044
MODAL	Mode 21	0.044
MODAL	Mode 22	0.041
MODAL	Mode 23	0.035
MODAL	Mode 24	0.034
MODAL	Mode 25	0.029
MODAL	Mode 26	0.029
MODAL	Mode 27	0.029
MODAL	Mode 28	0.029
MODAL	Mode 29	0.029
MODAL	Mode 30	0.029

Yapıda depremin hangi yönde etkili olduğu modlardaki etkin kütlelerin toplamının hangi doğrultuda olduğuna bakılarak ilgili moddaki en büyük değere göre belirlenmiştir. Yapının farklı modlardaki yerdeğiştirme animasyonlarından da periyodun hangi yönde etkin olduğu kontrol edilmiştir. Buna göre Tablo 3-4 kontrol edilerek X, Y ve Z doğrultularındaki periyotlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1.Mod X doğrultusundaki periyodu vermektedir ve Tx = 0.636 s

3.Mod Y doğrultusundaki periyodu vermektedir ve Ty = 0.360 s

2.Mod Z doğrultusundaki periyodu vermektedir ve Tz = 0.436 s

Yapı, Y doğrultusundaki perdelerin sayılarının ve uzunluklarının X doğrultusundakilerden fazla olmasından dolayı Y doğrultusunda daha rijid davranmaktadır. Buna bağlı olarak da yapının Y doğrultusunda hesaplanan 1.mod doğal titreşim periyodu X doğrultusunda hesaplanan 1.mod doğal titreşim periyodundan daha küçük çıkmaktadır.

3.4. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİNE GÖRE HESAP SONUÇLARI

3.4.1. PERDE TABAN KUVVETLERİ ve YAPI TABAN KUVVETLERİ

SAP2000 programı ile yapının mod birleştirme yöntemine göre deprem hesapları yapılırken perdeler sonlu elemanlara ayrılmıştır. Her perdede en alt kattaki ilk sıra sonlu elemanlar ve bunlara ait düğüm noktaları seçilerek gruplandırılmıştır. Bu sayede SAP2000 hesap sonuçlarında bu eleman gruplarına ait kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri kolayca hesaplanmıştır. Tablo 3-5 ‘de verilen Max ve Min değerleri yapının çözümünde tanımlanmış olan yükleme kombinasyonlarından elde edilen değerler olup eksi değerler sadece yön belirtmektedir. Buna göre her grup için hesaplarda kullanılacak olan değerler koyu renkli olarak Tablo 3-5’de belirtilmiştir.

Ayrıca programda yapının hesap sonuçlarında yer alan Base Reactions bölümünden elde edilen veriler, yapının geneline ait toplam taban kuvvetlerini vermektedir. Bu değerler Tablo 3-6’da verilmiştir. Bu kesit zorları, A.B.Y.Y.H.Y’de [6, syf 17] belirtilen eşdeğer deprem yükü yöntemiyle hesaplancak olan değerler ile karşılaştırılarak, gerekiyorsa SAP2000 hesaplarından bulunmuş olan Tablo 3-5’deki değerler ve Tablo 3-7’ deki değerler, A.B.Y.Y.H.Y’de [6,syf 24] belirtildiği gibi bir katsayı ile arttıralarak yapının betonarme hesaplarında kullanılacaktır.

Tablo 3-5: Perde taban kuvvetleri

Grup	Adım	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kNm	MY kNm	MZ kNm
P1	Max	**26.44**	800.21	**17850.74**	**29619.84**	**66.76**	**2.27**
P1	Min	-21.93	**-825.10**	-6736.01	-27887.91	-62.89	-1.27
P2	Max	7.68	299.11	**6572.36**	**5353.02**	28.21	**0.42**
P2	Min	**-7.69**	**-300.82**	3461.23	-5333.83	**-28.64**	-0.36
P3	Max	**7.00**	261.27	**6034.51**	4267.47	25.53	**0.37**
P3	Min	-7.00	**-262.51**	3178.97	**-4276.33**	**-25.80**	-0.31
P4	Max	21.98	**882.50**	**19209.54**	**30826.31**	62.26	4.75
P4	Min	**-26.65**	-839.14	-5832.88	-28520.99	**-67.69**	**-5.61**
P5	Max	**7.63**	**316.39**	**6572.36**	5475.63	27.86	**0.42**
P5	Min	-7.63	-316.15	3461.21	**-5629.68**	**-28.16**	-0.36
P6	Max	7.03	**276.97**	**6034.51**	4381.38	25.87	**0.37**
P6	Min	**-7.04**	-276.59	3178.97	**-4524.83**	**-26.27**	-0.31
P7	Max	16.67	**909.78**	**11076.21**	29002.62	56.92	**3.53**
P7	Min	**-20.39**	-885.25	-525.90	**-32874.21**	**-61.39**	-3.14
P8	Max	**10.60**	405.99	**6454.36**	5165.29	**31.46**	9.29
P8	Min	-8.94	**-427.57**	-1749.06	**-5627.97**	-30.07	**-15.19**
P9	Max	7.03	**292.39**	**5642.38**	**5582.17**	25.87	**2.18**
P9	Min	**-7.04**	-290.67	2995.67	-3876.07	**-26.27**	-2.12
P10	Max	14.40	937.87	**10473.24**	**29408.76**	53.75	**2.04**
P10	Min	**-14.41**	**-964.70**	5770.21	-35693.74	**-54.46**	-1.90
P11	Max	**26.06**	975.43	**17609.87**	31723.98	**66.38**	**2.20**
P11	Min	-22.13	**-985.47**	-6932.74	**-34678.21**	-63.09	-1.15
P12	Max	**7.00**	**320.39**	**6034.51**	4771.45	25.53	**0.37**
P12	Min	-7.00	-316.56	3178.96	**-5200.16**	**-25.80**	-0.31
P13	Max	7.68	**374.69**	**6572.36**	6037.64	28.21	**0.42**
P13	Min	**-7.69**	-369.61	3461.22	**-6620.91**	**-28.65**	-0.36
P14	Max	21.98	**1052.52**	**17931.41**	33502.85	62.39	1.40
P14	Min	**-26.41**	-1043.39	-6664.49	**-36661.10**	**-67.56**	**-2.11**
P15	Max	**2304.99**	**1.74**	**3919.97**	5.41	**9457.12**	**0.54**
P15	Min	-2277.42	-1.72	2016.42	**-5.42**	-9382.48	-0.17
P16	Max	2277.41	2.08	**3527.87**	6.51	9124.24	**0.55**
P16	Min	**-2305.45**	**-2.25**	1814.32	**-6.65**	**-9790.20**	-0.48
P17	Max	**1673.74**	**1.47**	**7317.08**	5.29	12227.50	**1.36**
P17	Min	-1642.35	-1.45	-3470.48	**-5.39**	**-12264.93**	-1.24
P18	Max	1543.43	1.19	**5832.27**	**7.18**	12680.28	**4.56**
P18	Min	**-1570.95**	**-3.04**	-2240.83	-5.51	**-14079.00**	0.23
P19	Max	324.88	**1.33**	**907.87**	2.76	1996.95	**0.12**
P19	Min	**-325.51**	-1.33	583.63	**-2.83**	**-2035.53**	-0.10

Tablo 3-6: Yapının toplam taban kuvvetleri

GlobalFX kN	GlobalFY kN	GlobalFZ kN	GlobalMX kNm	GlobalMY kNm	GlobalMZ kNm
KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
8290.34	8018.62	117226.67	916270.13	1719174.72	125614.96

3.4.2. BİNA YER DEĞİŞTİRMELERİ ve GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİ

Herhangi bir kolon veya perde için, ardaşık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesi Denk.(3.4) ile hesaplanır.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \qquad (3.4)$$

Her bir deprem doğrultusu için, yapının herhangi i'inci katındaki kolon veya perdelerde Denk.(3.4) ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük $(\Delta_i)_{max}$ Denk.(3.5) ile verilen koşulların elverişsiz olanını sağlamalıdır.

$$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.0035 \qquad (3.5a)$$

$$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.02/R \qquad (3.5b)$$

Tablo 3-8'deki değerler $(\Delta_i)_{max}/h_i$ değerlerini vermekte olup SAP2000 ile hesaplatılmış ve bulunan değerlerin maksimum olanları seçilmiştir. Buna göre Denk.(3.5) ile gerekli kontroller yapılırsa hiçbir değerin $0.02/R = 0.02/6 = 0.00333$ veya 0.0035 değerini geçmediği görülmektedir. Yapı yer değiştirmeleri A.B.Y.Y.H.Y'in öngördüğü göreli kat ötelemeleri sınırları içerisinde kalmaktadır. Ayrıca yapı kat yer değiştirmeleri Tablo 3-7'de verilmiştir.

Tablo 3-7: Kat yer değiştirmeleri

Kat No	Adım	ΔX m	ΔY m	ΔZ m	Rx radian	Ry radian	Rz radian
14	Max	0.025476	0.007539	0.000822	0.000229	0.000697	0.000103
14	Min	-0.023914	-0.007333	-0.003042	-0.000233	-0.000639	-0.000156
13	Max	0.023445	0.006870	0.000826	0.000231	0.000741	0.000095
13	Min	-0.022044	-0.006685	-0.003036	-0.000234	-0.000683	-0.000142
12	Max	0.021360	0.006194	0.000834	0.000232	0.000753	0.000086
12	Min	-0.020121	-0.006031	-0.003011	-0.000235	-0.000696	-0.000128
11	Max	0.019231	0.005515	0.000841	0.000232	0.000769	0.000077
11	Min	-0.018150	-0.005372	-0.002964	-0.000235	-0.000714	-0.000114
10	Max	0.017071	0.004837	0.000843	0.000230	0.000776	0.000068
10	Min	-0.016143	-0.004715	-0.002890	-0.000233	-0.000723	-0.000099
9	Max	0.014902	0.004167	0.000836	0.000225	0.000775	0.000059
9	Min	-0.014121	-0.004065	-0.002787	-0.000228	-0.000724	-0.000085
8	Max	0.012749	0.003514	0.000820	0.000218	0.000764	0.000050
8	Min	-0.012107	-0.003429	-0.002651	-0.000220	-0.000716	-0.000072
7	Max	0.010642	0.002884	0.000790	0.000208	0.000742	0.000041
7	Min	-0.010129	-0.002817	-0.002481	-0.000210	-0.000698	-0.000059
6	Max	0.008610	0.002289	0.000745	0.000194	0.000709	0.000033
6	Min	-0.008216	-0.002237	-0.002275	-0.000196	-0.000669	-0.000046
5	Max	0.006688	0.001737	0.000683	0.000177	0.000663	0.000025
5	Min	-0.006400	-0.001699	-0.002031	-0.000178	-0.000627	-0.000035
4	Max	0.004913	0.001240	0.000603	0.000157	0.000603	0.000018
4	Min	-0.004717	-0.001214	-0.001748	-0.000157	-0.000573	-0.000025
3	Max	0.003323	0.000808	0.000505	0.000132	0.000531	0.000012
3	Min	-0.003203	-0.000793	-0.001425	-0.000132	-0.000507	-0.000016
2	Max	0.001964	0.000454	0.000386	0.000104	0.000432	0.000007
2	Min	-0.001902	-0.000446	-0.001062	-0.000104	-0.000415	-0.000009
1	Max	0.000883	0.000190	0.000247	0.000072	0.000352	0.000003
1	Min	-0.000861	-0.000187	-0.000654	-0.000067	-0.000341	-0.000004

Tablo 3-8: Göreli kat ötelemelerinin kat yüksekliğine bölünmüş maksimum değerleri

GenDepls	Adım	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
GDISP1	Max	0.000221
GDISP1	Min	-0.000215
GDISP2	Max	0.000394
GDISP2	Min	-0.000378
GDISP3	Max	0.000497
GDISP3	Min	-0.000474
GDISP4	Max	0.000583
GDISP4	Min	-0.000553
GDISP5	Max	0.000653
GDISP5	Min	-0.000616
GDISP6	Max	0.000709
GDISP6	Min	-0.000666
GDISP7	Max	0.000751
GDISP7	Min	-0.000703
GDISP8	Max	0.000781
GDISP8	Min	-0.000729
GDISP9	Max	0.000799
GDISP9	Min	-0.000743
GDISP10	Max	0.000806
GDISP10	Min	-0.000747
GDISP11	Max	0.000804
GDISP11	Min	-0.000742
GDISP12	Max	0.000793
GDISP12	Min	-0.000729
GDISP13	Max	0.000776
GDISP13	Min	-0.000712
GDISP14	Max	0.000757
GDISP14	Min	-0.000692

4. STATİKÇE EŞDEĞER DEPREM KUVVETİ HESABI

- Kat ağırlıkları

  $W_i = G_i + nQ_i$

  $W_1 = 6124.5$ kN

  $W_{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14} = 5136.5$ kN

  $\sum W = 72899$ kN

- Yapı periyotları:

  Tx = 0.636 s

  Ty = 0.360 s

- Etkin yer ivmesi katsayısı : Ao = 0.40 (Deprem bölgesi 1)
- Yapı önem katsayısı : I = 1.0 (Konutlarda)
- $T_A = 0.15$ $T_B = 0.60$ (Yerel zemin sınıfı Z3)

- Toplam eşdeğer deprem yükü V_t Denk.(4.1) ile hesaplanır.

$$\mathbf{V_t} = \frac{W.A.(T_1)}{R_a(T)} \geq 0.10 A_o I W \qquad (4.1)$$

- Denk. (3.2b) ile $S(T_y) = 2.50$
- Denk. (3.2c) ile $S(T_x) = 2.38$
- Denk. (3.3a) ile $R_a(T) = 6$ olarak bulunur.

- Bu değerler Denk.(4.2) de yerlerine konarak spektral ivme katsayısı A(T) bulunur. Bu değer de Denk.(4.1) de yerine konularak X ve Y doğrultularındaki taban kesme kuvvetleri hesaplanır.

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \qquad (4.2)$$

$$A(T_X) = 0.4 \times 1 \times 2.3863$$
$$A(T_X) = 0.9545$$

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.5$$
$$A(T_y) = 1$$

$$\mathbf{V_{tx}} = \frac{72899 \times 0.9545}{6} \geq 0.10 \times 0.4 \times 1 \times 72899$$
$$11597 \ \text{kN} \geq 2915 \ \text{kN}$$

$$\mathbf{V_{ty}} = \frac{72899 \times 1}{6} \geq 0.10 \times 0.4 \times 1 \times 72899$$
$$12149 \ \text{kN} \geq 2915 \ \text{kN}$$

Bulunan taban kesme kuvvetleri katlara Denk.(4.3) ile dağıtılmıştır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} W_j H_j} \qquad (4.3)$$

Yapının yüksekliği $H_N \geq 25$ m olduğu için yapının N'inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri Denk.(4.4) ile hesaplanmıştır.

$$\Delta F_N = 0.07 \ T_1 V_t \leq 0.2 V_t \qquad (4.4)$$

$$\Delta F_{NX} = 0.07 \times 0.635957 \times 11597.02 \leq 0.2 \times 11597.02$$
$$516 \ \text{kN} \ \leq 2319 \ \text{kN}$$

$\mathbf{V_{tx}} = 11597 - 516 = 11081$ kN

$$\Delta F_{NY} = 0.07 \times 0.360398 \times 12149.33 \leq 0.2 \times 12149.33$$
$$306 \ \text{kN} \ \leq 2319 \ \text{kN}$$

$\mathbf{V_{ty}} = 12149 - 306 = 11843$ kN

Her katın kütlesi ve her kata etki eden X ve Y yönündeki eşdeğer deprem kuvvetleri Tablo 4-1'de verilmiştir.

Tablo 4-1: Eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat No	H_i	W_i	W_i x H_i	W_iH_i /$\sum W_iH_i$	V_{tx} ($W_iH_i/\sum W_iH_i$) (kN)	V_{ty} (W_i $H_i/\sum W_iH_i$) (kN)
14	40.53	5136	208182	0.13	1437	1536
13	37.72	5136	193748	0.12	1337	1429
12	34.91	5136	179315	0.11	1237	1323
11	32.10	5136	164881	0.10	1138	1216
10	29.29	5136	150448	0.09	1038	1110
9	26.48	5136	136014	0.08	939	1003
8	23.67	5136	121580	0.08	839	897
7	20.86	5136	107147	0.07	739	790
6	18.05	5136	92713	0.06	640	684
5	15.24	5136	78280	0.05	540	577
4	12.43	5136	63846	0.04	440	471
3	9.62	5136	49413	0.03	341	364
2	6.81	5136	34979	0.02	241	258
1	4.00	6124	24498	0.02	169	180
		$\sum W_iH_i$ =	1605050		$\sum V_{tx}$=11080	$\sum V_{ty}$ =11842

5. STATİKÇE EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ HESABI ve MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ HESABI KARŞILAŞTIRMASI

5.1. X DOĞRULTUSUNDA TABAN KESME KUVVETLERİ

- Vt = Eşdeğer deprem yüklemesinde yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

V_t = 11081 kN

- V_{tB} = Mod birleştirme yöntemiyle yapılan hesaplar sonucu elde edilen yapının toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)

V_{tB} = 8290 kN

5.2. Y DOĞRULTUSUNDA TABAN KESME KUVVETLERİ

- Vt = Eşdeğer Deprem yüklemesinde yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

V_t = 11843 kN

- V_{tB} = Mod birleştirme yöntemiyle yapılan hesaplar sonucu elde edilen yapının toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)

V_{tB} = 8018 kN

5.3. HESAPLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Her iki deprem doğrultusunda da statikçe eşdeğer deprem yükü yöntemiyle bulunan taban kesme kuvvetleri, modların birleştirilmesi yöntemiyle elde edilen taban kesme kuvvetlerinden büyüktür. Yapımızın düzensizlik durumları da incelendikten sonra bu değerlendirmelere bağlı olarak hesapta kullanılacak kesit kuvvetlerinin ve kat yerdeğiştirmelerinin A.B.Y.Y.H.Y'de [6, syf 24, Blm 6.8.5] tanımlanan katsayı ile hesaplaması yapılacaktır.

6. DÜZENSİZLİK DURUMLARININ İNCELENMESİ

Yapıda A.B.Y.Y.H.Y ‘de [6,syf 8, Tablo 6.1] belirtilmiş olan hiçbir düzensizlik yoktur. Ancak A.B.Y.Y.H.Y ‘de [6,syf 24, Blm 6.8.5] belirtilen hesap büyüklüklerine ilişkin alt sınır değerlerinin bulunmasında kullanılacak olan β değerinin belirlenmesi amacı ile A1 türü burulma düzensizliği incelenmiştir. Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} ’nin 1.2’den büyük olması durumunda A1 türü düzensizlik vardır.

$$\eta_{bi} = (\Delta i)_{max} / (\Delta i)_{ort} > 1.2 \qquad (6.1a)$$

$$(\Delta_i)ort = \frac{(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}}{2} \qquad (6.1b)$$

Göreli kat ötelemelerinin hesabı, ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Her iki doğrultudaki deprem için burulma düzensizliği katsayısına ilişkin değerler Tablo 6-1 ‘de verilmiştir. Bulunan değerlerin hiçbiri 1.2 değerinden büyük değildir. Buna göre yapı A1 türü düzensiz yapılar sınıfına girmiyor.

Tablo 6-1: X ve Y doğrultularında burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} hesabı

Kat No	ΔX_{max}	ΔY_{max}	ΔX_{min}	ΔY_{min}	$(\Delta_i)_x$ ort	$(\Delta_i)_y$ ort	η_{bix}	η_{biy}
14	0.025476	0.007539	0.023914	0.007333	0.024695	0.007436	1.03	1.01
13	0.023445	0.00687	0.022044	0.006685	0.022745	0.006778	1.03	1.01
12	0.02136	0.006194	0.020121	0.006031	0.020741	0.006113	1.03	1.01
11	0.019231	0.005515	0.01815	0.005372	0.018691	0.005444	1.03	1.01
10	0.017071	0.004837	0.016143	0.004715	0.016607	0.004776	1.03	1.01
9	0.014902	0.004167	0.014121	0.004065	0.014512	0.004116	1.03	1.01
8	0.012749	0.003514	0.012107	0.003429	0.012428	0.003472	1.03	1.01
7	0.010642	0.002884	0.010129	0.002817	0.010386	0.002851	1.02	1.01
6	0.00861	0.002289	0.008216	0.002237	0.008413	0.002263	1.02	1.01
5	0.006688	0.001737	0.0064	0.001699	0.006544	0.001718	1.02	1.01
4	0.004913	0.00124	0.004717	0.001214	0.004815	0.001227	1.02	1.01
3	0.003323	0.000808	0.003203	0.000793	0.003263	0.000801	1.02	1.01
2	0.001964	0.000454	0.001902	0.000446	0.001933	0.00045	1.02	1.01
1	0.000883	0.00019	0.000861	0.000187	0.000872	0.000189	1.01	1.01

7. HESAP YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ

Yapıların ve yapı türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; A.B.Y.Y.H.Y 'de verilen Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi [6, syf 17, Blm 6.7] , Mod Birleştirme Yöntemi [6, syf 22, Blm 6.8] ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi [6, syf 24, Blm 6.9] olarak tanımlanmıştırlar. Birinci derece deprem bölgesinde bulunan, yüksekliği $H_N \leq 60$ m olan yapılarda ve A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan yapılarda eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanabilir.

Mod birleştirme ve zaman alanında hesap yöntemleri tüm yapıların ve yapı türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir. Ancak hangi hesap türü seçilirse seçilsin belirtilen alt sınır değerlerinin altında hesap yükleri ile hesap yapılamaz.

Yapının deprem yükü hesapları mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, mod birleştirme yöntemine göre birleştirilerek elde edilen yapı toplam deprem yükü V_{tB}'nin, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre hesaplanan yapı toplam deprem yükü Vt'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta\ V_t$), mod birleştirme yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denk.(7.1) ile büyütülecektir.

$$B_D = (\beta\ V_t / V_{tB})\ B_B \qquad (7.1)$$

Yapıda A.B.Y.Y.H.Y'te [6, syf 8, Tablo 6.1] tanımlanan A1, B2, veya B3 türü düzensizlik bulunmadığından A.B.Y.Y.H.Y' de [6, syf 24, Blm 6.8.5] belirtilen $\beta = 0.90$ alınacaktır.

- X doğrultusunda depremde hesaplanan yapı büyüklükleri (B_B) 1.20 ile çarpılarak arttırılacaktır.

V_{tx} = 11081 kN

V_{tB} = 8290 kN

β = 0.90

B_D = (0.90 × 11081 / 8290) B_B

B_D = 1.20 × B_B

- Y doğrultusunda depremde hesaplanan yapı büyüklükleri (B_B) 1.33 ile çarpılarak arttırılacaktır.

V_{ty} = 11843 kN

V_{tB} = 8018 kN

β = 0.90

B_D = (0.90 × 11843 / 8018) B_B

B_D = 1.33 × B_B

8. PERDELERİN BETONARME HESAPLARI

Perdelerin betonarme hesapları A.B.Y.Y.H.Y'e ve TS500'e göre yapılmıştır. Yapıdaki deprem yüklerinin tamamı süneklik düzeyi yüksek boşluksuz perdelerle taşınmaktadır ve buna göre deprem yönetmeliğinde belirtilen taşıyıcı sistem katsayısı R = 6 olarak seçilmiştir. A.B.Y.Y.H.Y'de belirtilen [6, syf 47] perdelere ait alt sınır değerlerinin kontrollerinden sonra bunlara bağlı olarak betonarme hesapları yapılmıştır.

8.1. PERDE KALINLIĞI HESAPLARI

Deprem yüklerinin tümünün yapı yüksekliği boyunca sadece perdeler tarafından taşındığı yapılarda, Denk.(8.1) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde duvar kalınlığı, yapıdaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 150 mm'den az olmayacaktır.

$$\sum Ag / \sum Ap \geq 0.002 \qquad (8.1a)$$

$$Vt / \sum Ag \leq 0.5\, f_{ctd} \qquad (8.1b)$$

- Y doğrultusunda gerekli koşulların kontrölü ve perde kalınlığı seçimi aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır.

$\sum A_g = 31.24\ m^2$

$\sum Ap = 5320\ m^2$

$V_{ty} = 11843\ kN$

$fctd = 1250\ kN/m^2$ (BS 30)

$31.24 / 5320 = 0.0059 \geq 0.002$

$11843 / 31.24 = 379.09 \leq 0.5*1250 = 625\ kN$

$bw \geq 4.0\ m / 20 = 0.20\ m$ veya $0.15\ m$

Perde kalınlığı $bw = 0.20\ m$ seçilmiştir.

- X doğrultusunda gerekli koşulların kontrölü ve perde kalınlığı seçimi aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır.

$\sum A_g = 6.02\ m^2$

$\sum Ap = 5320\ m^2$

$V_{tx} = 11081\ kN$

$fctd = 1250\ kN/m^2$ (BS 30)

$6.02 / 5320 = 0.0011 \leq 0.002$

$11081 / 6.02 = 1840.65 \geq 0.5 \times 1250 = 625\ kN$

$bw \geq 4.0\ m / 20 = 0.20\ m$ veya $0.15\ m$

Bu doğrultuda koşullar sağlanmamaktadır. A.B.Y.Y.H.Y'de bu durumla ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Deprem yüklerinin sadece perdelerle taşındığı sistemlerle ilgili olarak tek bölüm bulunmaktadır [6, syf 47, Blm7.6.1.2], diğer koşullar karma sistemler için geçerlidir. Bu yüzden döşemelerin ve yapıda kullanılacak olan prekast duvar elemanların rijitlikleri de göz önüne alınarak X doğrultusuna paralel olan tüm perde kalınlıkları b_w = 0.20m olarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda da görüldüğü gibi yapı X doğrultusunda depreme karşı Y doğrultusuna göre zayıf kalmıştır.

8.2. KRİTİK PERDE YÜKSEKLİĞİ HESAPLARI

A.B.Y.Y.H.Y'e göre [6, syf 47, Blm7.6.2.1] $H_w / \ell_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulacaktır. Kritik perde yüksekliği boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmayacaktır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10'undan ve perde kalınlığından az olmayacaktır.

Temel üstünden itibaren kritik perde yüksekliği, $2\ell_w$ değerini aşmamak üzere, aşağıda verilen Denk.(8.2) ile belirtilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde hesaplanacaktır. Her perde için kritik perde yüksekliği ve perde uç bölgeleri değerleri Tablo 8-1'de verilmiştir.

$$H_{cr} \geq \ell_w \qquad (8.2a)$$

$$H_{cr} \geq H_w / 6 \qquad (8.2b)$$

Tablo 8-1: Seçilen kritik perde yükseklikleri ve perde uç bölgesi uzunluğu değerleri

Perde No	bw (m)	l_w (m)	Min Lu (m)	Lu (m)	H_{cr} (m)
P1	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P2	0.20	8.18	1.64	1.80	8.20
P3	0.20	7.50	1.50	1.50	7.50
P4	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P5	0.20	8.18	1.64	1.80	8.20
P6	0.20	7.50	1.50	1.50	7.50
P7	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P8	0.20	8.18	1.64	1.80	8.20
P9	0.20	7.50	1.50	1.50	7.50
P10	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P11	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P12	0.20	7.50	1.50	1.50	7.50
P13	0.20	8.18	1.64	1.80	8.20
P14	0.20	15.68	3.14	3.20	15.70
P15	0.20	6.70	1.34	1.50	6.70
P16	0.20	6.70	1.34	1.50	6.70
P17	0.20	6.70	1.34	1.50	6.70
P18	0.20	6.70	1.34	1.50	6.70
P19	0.20	3.20	0.64	0.80	6.70

8.3. PERDELERDE BOYUNA DONATI HESAPLARI

Perdelerde boyuna donatı hesaplarının sonuçları Tablo 8-3' de verilmiştir. Buna göre perdelerde minumum donatı kullanılması yeterli gelmektedir. Minumum donatı kullanılması halinde tüm perdelerde M_r eğilme kapasite momentlerinin M_d hesap eğilme momentlerinden büyük olduğu görülmektedir. Düşey donatı miktarının 1/6 'sı gövde donatısı olarak düzenlenmiştir. Tablo 8-3'de belirtilen m_1 değeri boyutsuz olup Denk.(8.3) ile hesaplanmıştır. Ancak m_1 değerine bağlı ω değeri ilgili abaktan okunamadığı için öncelikle Denk.(8.4) kullanılarak minimum donatı hesabı yapılmış buna bağlı olarak bir ω değeri bulunmuştur. Bu ω değeri kullanılarak yine abaktan m_2 değeri bulunmuştur. M_r eğilme taşıma kapasitesi momenti m_2 değeri kullanılarak Denk.(8.3) ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre kritik perde yüksekliğinden sonra uç ve gövde donatısı miktarlarının yarıya düşürülerek

kullanılması uygun görülmüşse dahi donatıların azaltılması durumunda, düşey gövde donatılarının ve uç donatılarının aralarındaki yatay mesafelerin 250mm'den büyük olmasından dolayı bundan vazgeçilmiştir. Konstrüktüf kurallara uyulması açısından minumum donatı miktarlarının üzerinde donatı seçilmiştir. Seçilen donatı miktarları Tablo 8-2'de verilmiştir. Seçilen donatı miktarlarının alanlarının minumum donatı alanlarından az farklarla büyük olmasından dolayı yeniden M_r eğilme taşıma kapasitesi momentleri hesaplanmamıştır.

$$m_i = \frac{M_i}{bh^2 f_{cd}} \tag{8.3}$$

$$As_{min} = 0.002 \times b_w \times l_w \times 2.66 \tag{8.4}$$

Tablo 8-2: Seçilen perde düşey donatısı miktarları

Perde No	Uç Φ14 Adet	Gövde Φ10 Adet	Alan mm^2	Perde No	Uç Φ14 Adet	Gövde Φ10 Adet	Alan mm^2
P1	40	36	179	P15	18	14	78
P2	22	17	95	P16	18	14	78
P3	20	17	88	P17	18	14	78
P4	40	36	179	P18	18	14	78
P5	22	17	95	P19	10	6	40
P6	20	17	88				
P7	40	36	179				
P8	22	17	95				
P9	20	17	88				
P10	40	36	179				
P11	40	36	179				
P12	20	17	88				
P13	22	17	95				
P14	40	36	179				

Tablo 8-3: Kritik perde yüksekliği boyunca perde düşey donatısı miktarları ve eğilme taşıma gücü momenti değerleri

Perde No	b_w (m)	l_w (m)	Min L_u (m)	L_u (m)	H_{cr} (m)	N_d (kN)	M_d (kN-m)	M_r (kN-m)	As Min mm^2	Uç Φ14 Adet	Gövde Φ10 Adet	n (boyutsuz)	m_1 (boyutsuz)	ω (boyutsuz)	m_2 (boyutsuz)
P1	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	23741	39394	167186	163	40	26	0.38	0.04	0.09	0.17
P2	0.20	8.18	1.64	1.80	9.6	8741	7120	40147	85	21	13	0.27	0.03	0.09	0.15
P3	0.20	7.50	1.50	1.50	9.6	8026	5688	33750	78	19	12	0.27	0.03	0.09	0.15
P4	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	25549	40999	167186	163	40	26	0.41	0.04	0.09	0.17
P5	0.20	8.18	1.64	1.80	9.6	8741	7487	40147	85	21	13	0.27	0.03	0.09	0.15
P6	0.20	7.50	1.50	1.50	9.6	8026	6018	33750	78	19	12	0.27	0.03	0.09	0.15
P7	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	14731	43723	147517	163	40	26	0.23	0.04	0.09	0.15
P8	0.20	8.18	1.64	1.80	9.6	8584	7485	40147	85	21	13	0.26	0.03	0.09	0.15
P9	0.20	7.50	1.50	1.50	9.6	7504	7424	33750	78	19	12	0.25	0.03	0.09	0.15
P10	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	13929	47473	147517	163	40	26	0.22	0.05	0.09	0.15
P11	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	23421	46122	167186	163	40	26	0.37	0.05	0.09	0.17
P12	0.20	7.50	1.50	1.50	9.6	8026	6916	33750	78	19	12	0.27	0.03	0.09	0.15
P13	0.20	8.18	1.64	1.80	9.6	8741	8806	40147	85	21	13	0.27	0.03	0.09	0.15
P14	0.20	15.68	3.14	3.20	18.1	23849	48759	167186	163	40	26	0.38	0.05	0.09	0.17
P15	0.20	6.70	1.34	1.50	6.8	4704	11349	25138	70	17	11	0.18	0.06	0.09	0.14
P16	0.20	6.70	1.34	1.50	6.8	4233	11748	25138	70	17	11	0.16	0.07	0.09	0.14
P17	0.20	6.70	1.34	1.50	6.8	8780	14718	30525	70	17	11	0.33	0.08	0.09	0.17
P18	0.20	6.70	1.34	1.50	6.8	6999	16895	26934	70	17	11	0.26	0.09	0.09	0.15
P19	0.20	3.20	0.64	0.80	6.8	1089	2443	4506	33	8	5	0.09	0.06	0.09	0.11

8.4. PERDELERDE ENİNE DONATI HESAPLARI

Perdelerde enine donatı hesabı A.B.Y.Y.H.Y'e göre [6,syf 49] yapılmıştır. V_d hesap kesme kuvveti tüm perdelerde aşağıda Denk.(8.4) ile tanımlanan koşulları sağlamaktadır.

$$V_d \leq A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{yd}) = V_r \quad (8.4a)$$

$$V_d \leq 0.22 A_{ch} f_{cd} = V_{max} \quad (8.4b)$$

Perdeler için kritik perde yüksekliği boyunca yatay donatı aralığı $b_w/2$ değerinden büyük olamaz. Seçilen yatay donatı aralığı s = 100 mm dir. Tüm perdelerde H_{cr} kritik perde yüksekliği boyunca yatay gövde donatısı olarak Φ10/100 seçilmiştir.
Perdeler için H_{cr} dışında yatay donatı aralığı $b_w/2$ veya 200 mm değerlerinden büyük olamaz. Kritik perde yüksekliği dışında seçilen yatay donatı aralığı s = 200 mm dir. Buna göre H_{cr} dışında yatay gövde donatısı olarak Φ10/200 seçilmiştir.
Ach : Perdenin brüt enkesit alanıdır ve her perde için Denk. (8.5) ile hesaplanacaktır.

$$A_{ch} = b_w \times l_w \quad (8.5)$$

ρ_{sh} : Perde yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt kesit alanına (A_{ch}) oranıdır. Hesaplaması Denk.(8.6) ile yapılacaktır.

$$\rho_{sh} = \frac{n \times A_0}{s \times b_w} \quad (8.6)$$

A_o: seçilen donatı için enkesit alanıdır. Φ10 için kesit alanı 79 mm^2 dir.
n : Etriye kolu sayısıdır. Yatayda gövde donatıları 2 kolludur, bu drumda n = 2 alınacaktır.
s : Yatay donatı aralığıdır.

Denk. (8.5) ve Denk.(8.6) kullanılarak oluşturulan perdelerin kesme güvenlik değerleri Tablo 8-4'de verilmiştir. Tablo 3-5'den alınan V_d hesap kesme değerleri Y doğrultusunda 1.33 ve X doğrultusunda 1.20 katsayılarıyla çarpılarak arttırılmıştır. V_d değeri V_r ve V_{max} değerlerinden daha küçük olduğu için kesme güvenliği sağlanmaktadır.

Tablo 8-4: Perde kesme güvenliği hesabı tablosu

Perde No	b_w (m)	l_w (m)	L_u (m)	V_d (kN)	V_r (kN)	V_{max} (kN)
P1	0.20	15.68	3.20	1097.38	7280	13798
P2	0.20	8.18	1.80	400.09	3798	7198
P3	0.20	7.50	1.50	349.14	3482	6600
P4	0.20	15.68	3.20	1173.72	7280	13798
P5	0.20	8.18	1.80	420.80	3798	7198
P6	0.20	7.50	1.50	368.37	3482	6600
P7	0.20	15.68	3.20	1210.00	7280	13798
P8	0.20	8.18	1.80	568.67	3798	7198
P9	0.20	7.50	1.50	388.88	3482	6600
P10	0.20	15.68	3.20	1283.05	7280	13798
P11	0.20	15.68	3.20	1310.68	7280	13798
P12	0.20	7.50	1.50	426.11	3482	6600
P13	0.20	8.18	1.80	498.33	3798	7198
P14	0.20	15.68	3.20	1399.85	7280	13798
P15	0.20	6.70	1.50	2765.99	3111	5896
P16	0.20	6.70	1.50	2766.54	3111	5896
P17	0.20	6.70	1.50	2008.49	3111	5896
P18	0.20	6.70	1.50	1885.14	3111	5896
P19	0.20	3.20	0.80	390.62	1486	2816

9. TEMELİN MODELLENMESİ

Yapının ağırlığı ve zeminin yapısı gözönünde bulundurularak temel radye olarak seçilmiştir. Temel yüksekliği 1.5m olarak alınmış ve yapının planında her kenardan 2.00m ampatman çıkılarak temel plağı oluşturulmuştur. SAP2000 programında yapı modelinde perdelerin sonlu elemanlara ayrılması sonucu tabanda oluşan ve ankastre mesnet olarak tanımlanan düğüm noktaları aynen temel üzerinde tanımlanmış ve bu düğüm noktalarına yapı modelindeki yükleme hesapları sonucu elde edilen mesnet reaksiyonları ters işaretli olarak ölü yük şeklinde etkitilmiştir. Programda temeli oluşturan plak elemanlar kalın plak olarak tanımlanmıştır. Ayrıca temelin sonlu elemanlara ayrılması sonucu oluşan düğüm noktalarının hepsinde X ve Y doğrultusunda öteleme ve Z ekseni etrafındaki dönmeler tutularak düzlemine dik yükler altındaki plak davranışı tanımlanmıştır. Son olarak tüm bölünmüş parçaların altında zemini idailize etmek amacıyla yaylar tanımlanmış ve bu yaylara ait yay rijitlikleri, zemin yatak katsayısı olarak tanıtılmıştır. Zemin yatak katsayısı K = 5000 kN/m^3 ve zemin emniyet gerilmesi σ_z = 300 kN/m^2 olarak alınmıştır. Temele etki eden yüklerin statik hesap ve mod birleştirme yöntemi hesabından bulunmuş olmasından dolayı, temelin bu yükler altında, SAP 2000 programında sadece statik hesaplaması yapılmıştır.

9.1. TEMELİN STATİK HESAP SONUÇLARI

Yapılan statik hesaplar sonucunda temelin her noktada yüklerle aynı yönde çökme gösterdiği belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak zeminin hiçbir noktasında çekme kuvveti oluşmamaktadır. Temel hesapları yapı sisteminin çözümünde kullanılan ve Tablo A-11'de verilmiş olan yükleme kombinasyonları ile yapılmıştır. Bu yükleme kombinasyonlarından olan $G+Q+E_x$ ve $G+Q+E_y$ yüklemesinde en olumsuz kesit tesirleri bulunmuştur. Hesaplar yapılırken beş farklı temel kalınlığı seçilerek hesaplar tekrarlanmış bunun sonucunda en az zemin gerilmesinin 1.5m kalınlıkta oluştuğu gözlenmiştir. Seçilen diğer temel kalınlık değerleri 1.0m, 1.2m, 1.6m, ve 2.0m dir.

9.1.1. ZEMİN GERİLMESİ KONTROLÜ

En büyük zemin gerilmeleri iki doğrultuda da depremli durumda oluşmuştur. Zemin gerilmelerinin kontrolleri aşağıda gösterildiği gibi yapılmıştır. Zemin emniyet gerilmesi değeri depremli durum göz önüne alınarak 1.25 katsayısı ile arttırılmıştır.

- $G+Q+E_x$ yüklemesi için

Maksimum zemin gerilmesi = 355.36 kN/m^2 $\leq 300 \times 1.25 = 375$ kN/m^2

- $G+Q+E_y$ yüklemesi için

Maksimum zemin gerilmesi = 297.54 kN/m^2 $\leq 300 \times 1.25 = 375$ kN/m^2

9.2. TEMELİN BETONARME HESAPLARI

Temelin betonarme hesapları sonlu elemanlara ayrılan parçalarda oluşan en büyük eğilme momenti değerlerine göre yapılmıştır. X ve Y doğrultularındaki eşilme momentlerin en büyükleri seçilmiş negatif değerli olanlar basınç olarak alınmıştır. En büyük kesit zorları altta $G+Q+E_x$ ve üstte $0.9G-E_x$ yüklemelerinde oluşmuştur. Temelin betonarme hesapları çift doğrultuda çalışan döşeme plaklarının hesaplarıyla aynı olarak yapılmıştır. Temelde beton örtüsü kalınlığı 5 cm alınmıştır. Minimum donatı koşulları incelenmiş ve buna göre Tablo 9.1 'de ki donatı miktarları ve yerleşimleri seçilmiştir.

$$\min (\rho_x + \rho_y) = 0.004 \qquad (9.1)$$

$$\min (A_{sx} + A_{sy}) = 0.004 \times b_w \times d_{ort} \quad (\text{mm}^2/\text{m}) \ (\text{TS500}) \qquad (9.2)$$

$$\min (A_{sx} + A_{sy}) = 0.004 \times 1000 \times \left(\frac{1450 + 1440}{2} \right) = 5780 \ \ mm^2$$

$$\min (A_{sx}) \geq 0.0015 \times 1000 \times 1450 = 2175 \ mm^2$$

$$\min (A_{sy}) \geq 0.0015 \times 1000 \times 1440 = 2160 \ mm^2$$

maks. donatı aralığı : $s \leq 1.5h$; 200 mm (kısa doğrultu) ; 250 mm (uzun doğrultu)
s = 200 mm olarak alınmıştır. M-N akslari arasi Y doğrultusunda ek donatı kullanılmıştır.

Tablo 9-1: Temel betonarme hesapları

Döşeme	Doğ.	M_d (kNm/m)	D (m)	K(x10^{-5}) (m^2/kN)	k_s (mm^2/kN)	A_s (mm^2/m)	Seçilen Donatı BÇIII (mm^2/m)
Radye	X üst	617.00	1.45	340.76	2.79	1187	Φ 22/200 (1901)
Radye	X alt	2104.00	1.44	98.56	2.87	4193	Φ24/100 (4524)
Radye	Y üst	1613.00	1.44	128.56	2.85	3192	Φ 22/100 (3801)
Radye	Y alt	4506.00	1.45	46.66	2.95	9167	Φ 24/100 (4524) + Φ 24/95 (4762)

10. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmasda 14 katlı tünel kalıp ile inşaa edilecek bir betonarme yapının projelendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmayla ilgili sonuçlar ve değerlendirmeler maddeler halinde sıralanmıştır.

1. Yapının taşıyıcı sisteminin özellikleri, üzerinde yapıldığı zemin, yapının kullanımdaki önemi, yüksekliği vb. gibi unsurlar gözönüne alınarak belirlenmelidir. Yapının taşıyıcı sistemi olarak tamamen perdelerden oluşan bir sistem seçilmiştir. Bu sayede kesit büyüklükleri azaltılmış ve yer kazancı sağlanmıştır. Yapım aşamasında tünel kalıp kullanılması sayesinde zamandan tasarruf sağlanılması amaçlanmıştır.
2. Statik ve dinamik hesaplar iyi yapılsa da uygulamada konstrüktüf kurallara uyulmaması yapının planlandığı gibi çalışmamasına sebep olacaktır.
3. Süneklik koşulları yapının kullanım amacına göre düzenlenmelidir.
4. Yüksek veya alçak bir yapının depremde büyük hasar göremesinin önemli sebeplerinden birisi de zemine uygun yapının yapılmamasıdır. Bu nedenle yapının yapılacağı zemin özellikleri iyi bilinmelidir. Bu sayede yapının nekadar sünek ve rijit olması gerektiğine karar verilebilir. Taşıyıcı sistemde bu özelliklere bağlı olarak öngörülen koşulları en iyi şekilde sağlayacak biçimde seçilir. Ayrıca temel sisteminin seçimi de buna bağlıdır.
5. Bir yapının taşıyıcı sisteminin tamamının perdelerden oluşması yapının yıkılmayacağı anlamına gelmez. Donatı aderansı tam sağlanmamış, rijitliği ve kütle merkezi düzgün düzenlenmemiş, uygun temel modeli seçilmemiş her yapı depremde büyük hasar görebilir.

KAYNAKLAR

[1] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.,** 2005. Betonarme Yapılar, Beta Matbaacılık, İstanbul.

[2] **Hasgür, Z. ve Gündüz, N.,** 1996. Betonarme Çokkatlı Yapılar, Beta Yayınları, İstanbul.

[3] **Aka, İ., Keskinel, F. ve Çılı, F.,** 2001. Betonarme, Birsen Yayınevi, İstanbul.

[4] **Özden, K. ve Kumbasar, N.,** 1993. Betonarme Yüksek Yapılar, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul**.**

[5] **Ayık, G.**, 1999. Yüksek Katlı Tünel Kalıplı Betonarme Yapının Projelendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[6] **A.B.Y.Y.H.Y**, 1998. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.

[7] **TS-500**, 2000. Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[8] **TS-498**, 1987. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında kullanılacak yükler, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

EKLER

Tablo A-1: Hesap Tanımları

YükTürü	Hesap	BaşlangıçKoşul.	ModalDurum
G	LinStatic	Zero	
MODAL	LinModal	Zero	
Q	LinStatic	Zero	
Ex	LinRespSpec		MODAL
Ey	LinRespSpec		MODAL
Exn	LinRespSpec		MODAL
Eyn	LinRespSpec		MODAL

Tablo 10A-2: Kesit Özellikleri, Bölüm 1 / 4

Kesit	Malzeme	MalzAçı	AlanTipi	Tip	Kalınlık	Eğilme Kalın.
	Yazı	Derece	Yazı	Yazı	m	m
CONC	0.000	Shell	Shell-Thin	0.200000	0.200000	0.200000

Tablo 10A-3: Kesit Özellikleri, Bölüm 2 / 4

Kesit	KoordSis	Renk	Toplm Ağırlık	Toplam Kütle	F11Mod	F22Mod
	Yazı	Yazı	KN	KN-s2/m	Birimsiz	Birimsiz
P		Cyan	37855.020	3858.79	1.000000	1.000000

Tablo A-4: Kesit Özellikleri, Bölüm 3 / 4

Kesit	F12Mod	M11Mod	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod	MMod
	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz	Birimsiz
P	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Tablo A-5: Kesit Özellikleri, Bölüm 4 / 4

Kesit	WMod
	Birimsiz
P	1.000000

Tablo 10A-6: Sismik – Kullanıcı Tanımlı, Bölüm 1 / 2

YükTürü	Doğrultu	EksntYüzdesi	EksntTekrarı	MaxZ	MinZ	C	K
		Birimsiz	Yes/No	m	m	Birimsiz	Birimsiz
Ex	X	0.050000	No	40.53000	0.00000	0.100000	1.000000
Ey	Y	0.050000	No	40.53000	0.00000	0.100000	1.000000
Exn	X	-0.050000	No	40.53000	0.00000	0.100000	1.000000
Eyn	Y	-0.050000	No	40.53000	0.00000	0.100000	1.000000

Tablo 10A-7: Sismik – Kullanıcı Tanımlı, Bölüm 2 / 2

YükTürü	Ağırlık	TabnKesme
	KN	KN
Ex	72899.316	7289.932
Ey	72899.316	7289.932
Exn	72899.316	7289.932
Eyn	72899.316	7289.932

Tablo 10A-8: Hesap – İvme Spektrumu 1 - Genel

YükTürü	ModKombn	KombnDoğ.	SönümTipi	SabitSönüm
				Birimsiz
Ex	CQC	SRSS	Constant	0.0500
Ey	CQC	SRSS	Constant	0.0500
Exn	CQC	SRSS	Constant	0.0500
Eyn	CQC	SRSS	Constant	0.0500

Tablo 10A-9: Hesap – İvme Spektrumu 2 – Yük Atamaları

YükTürü	YüklemeÇeşidi	YükİsmiKoordSis	Fonksiyon	Açı	İvmeFaktörü
				Derece	m/sec2
Ex	ivme	U1	GLOBAL	SPEC	0.000	0.65410
Ey	ivme	U2	GLOBAL	SPEC	0.000	0.65410

Tablo A-10: Hesap - Statik 1 – Yük Atamaları

YükTürü	Yük.Çeş.	Yük ismi	YükFaktör.
			Birimsiz
G	Load case	G	1.000000
Q	Load case	Q	1.000000

Tablo 10A-11: Kombinasyon Tanımları

KombinİsmYazı	KombinTürYazı	HesapTürYazı	YükİsmYazı	KatsayıBirimsiz
Statik	Linear Add	Linear Static	G	1.4
Statik		Linear Static	Q	1.6
G+Q+Ex	Linear Add	Response Spectrum	Ex	1
G+Q+Ex		Linear Static	Q	1
G+Q+Ex		Linear Static	G	1
G+Q-Ex	Linear Add	Response Spectrum	Ex	-1
G+Q-Ex		Linear Static	G	1
G+Q-Ex		Linear Static	Q	1
G+Q+Ey	Linear Add	Response Spectrum	Ey	1
G+Q+Ey		Linear Static	G	1
G+Q+Ey		Linear Static	Q	1
0.9G+Ex	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G+Ex		Response Spectrum	Ex	1
0.9G-Ex	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G-Ex		Response Spectrum	Ex	-1
0.9G+Ey	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G+Ey		Response Spectrum	Ey	1
0.9G-Ey	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G-Ey		Response Spectrum	Ey	-1
G+Q-Ey	Linear Add	Linear Static	G	1
G+Q-Ey		Linear Static	Q	1
G+Q-Ey		Response Spectrum	Ey	-1

Tablo 10A-12: Kombinasyon Tanımları - Tablo A-11 Devamı

KombinİsmYazı	KombinTürYazı	HesapTürYazı	YükİsmYazı	KatsayıBirimsiz
G+Q	Linear Add	Linear Static	G	1
G+Q		Linear Static	Q	1
G+Q-Eyn	Linear Add	Response Combo	G+Q	1
G+Q-Eyn		Response Spectrum	Eyn	-1
G+Q-Exn	Linear Add	Response Combo	G+Q	1
G+Q-Exn		Response Spectrum	Exn	-1
G+Q+Eyn	Linear Add	Response Combo	G+Q	1
G+Q+Eyn		Response Spectrum	Eyn	1
G+Q+Exn	Linear Add	Response Combo	G+Q	1
G+Q+Exn		Response Spectrum	Exn	1
0.9G-Eyn	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G-Eyn		Response Spectrum	Eyn	-1
0.9G-Exn	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G-Exn		Response Spectrum	Exn	-1
0.9G+Eyn	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G+Eyn		Response Spectrum	Eyn	1
0.9G+Exn	Linear Add	Linear Static	G	0.9
0.9G+Exn		Response Spectrum	Exn	1
MAX	Envelope	Response Combo	0.9G+Ex	1
MAX		Response Combo	0.9G+Ey	1
MAX		Response Combo	0.9G-Ey	1
MAX		Response Combo	G+Q+Ex	1
MAX		Response Combo	G+Q+Ey	1
MAX		Response Combo	G+Q-Ex	1
MAX		Response Combo	Statik	1
MAX		Response Combo	G+Q-Ey	1
MAX		Response Combo	G+Q-Eyn	1
MAX		Response Combo	G+Q-Exn	1
MAX		Response Combo	G+Q+Eyn	1
MAX		Response Combo	G+Q+Exn	1

Tablo 10A-13: Fonksiyon – İvme Spektrumu – Kullanıcı Tanımlı

İsim	Periyot	İvme
Yazı	s	Birimsiz
SPEC	0.000000	1.000000
SPEC	0.150000	2.500000
SPEC	0.600000	2.500000
SPEC	0.700000	2.209900
SPEC	0.800000	1.986000
SPEC	0.900000	1.807400
SPEC	1.000000	1.661000
SPEC	1.100000	1.539000
SPEC	1.200000	1.435900
SPEC	1.300000	1.346800
SPEC	1.400000	1.269300
SPEC	1.500000	1.201100
SPEC	1.600000	1.140600
SPEC	1.700000	1.086700
SPEC	1.800000	1.038100
SPEC	1.900000	0.994000
SPEC	2.000000	0.954000
SPEC	2.500000	0.798200
SPEC	3.000000	0.689900

Tablo 10A-14: Yük Tanımları

YükTürü	DizaynTipi	Ağırlık Çarpanı	OtomatikYük
		Birimsiz	Yazı
G	DEAD	1.000000	
Q	LIVE	0.000000	
Ex	QUAKE	0.000000	USER COEFF
Ey	QUAKE	0.000000	USER COEFF
Exn	QUAKE	0.000000	USER COEFF
Eyn	QUAKE	0.000000	USER COEFF

Tablo 10A-15: Malzeme Özellikleri 1 - Genel

Malzeme	Tip	DizaynTip	BirimKütle	BirimAğırlık	E	U	A
			KN-s2/m4	KN/m3	KN/m2	Birimsiz	1/C
CONC	Isotropic	Concrete	2.5484E+00	2.5000E+01	32000000.00	0.200000	0.0000E+00

Tablo A-16: Malzeme Özellikleri 3 – Donatı Çeliği

Malzeme	Fy	Fu
	KN/m2	KN/m2
STEEL	248211.28	399895.96

Tablo A-17: Malzeme Özellikleri 4 - Beton

Malzeme	Fc	DonatıFy	DonatıFys	LtWtConc	LtWtFact
	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Yes/No	Birimsiz
CONC	25500.00	420000.00	280000.00	No	1.000000

Tablo A-18: Gruplamalar 1 - Genel, Bölüm 1 / 2

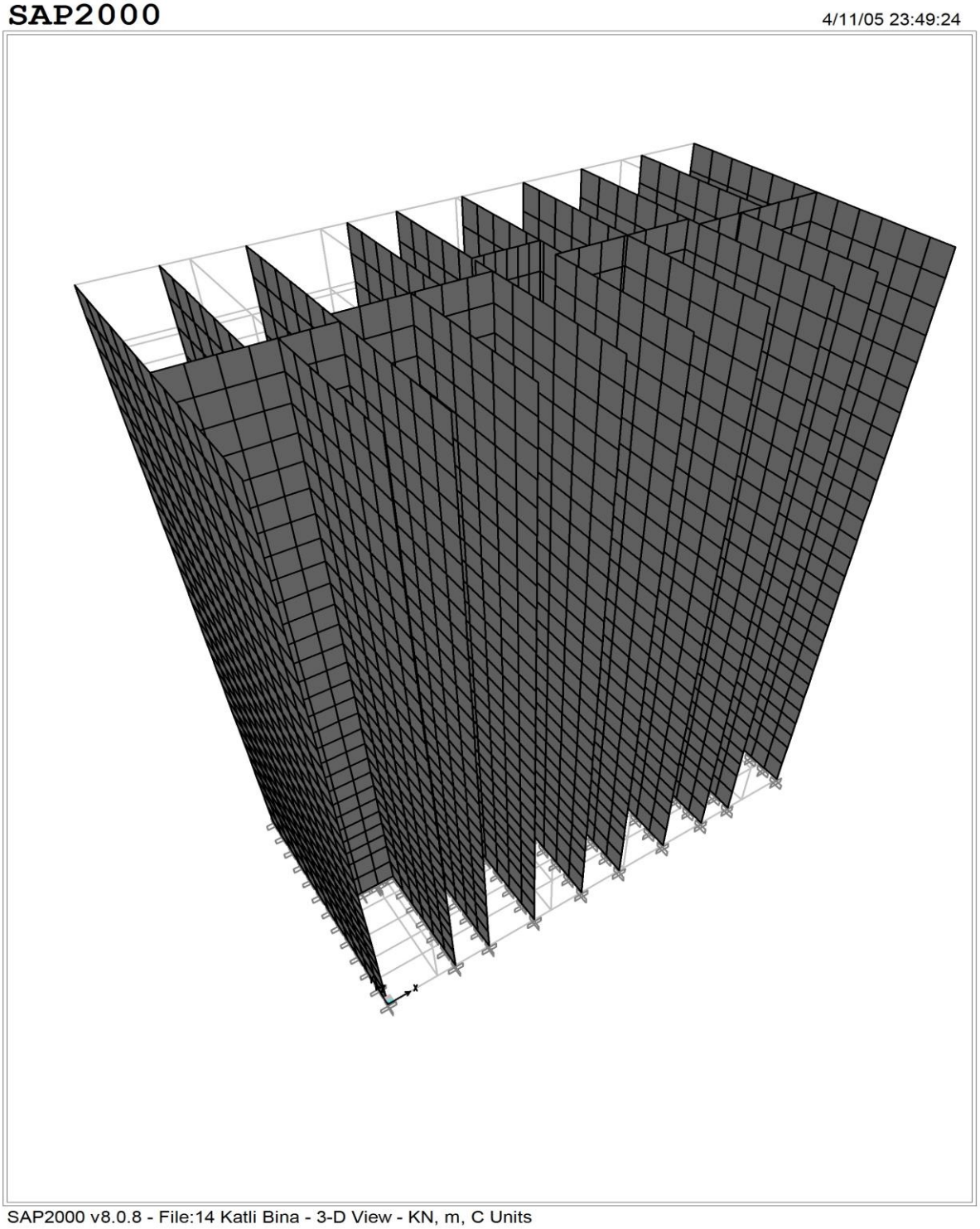
GrupİsmiGrup	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	AngleA	AngleB
	m	m	m	Derece	Derece
P1	0.00000	7.68308	0.00000	0.000	0.000
P10	19.80000	7.99692	0.00000	0.000	0.000
P11	23.00000	7.71857	0.00000	0.000	0.000
P12	25.30000	3.75000	0.00000	0.000	0.000
P13	26.50000	11.59000	0.00000	0.000	0.000
P14	29.70000	7.68308	0.00000	0.000	0.000
P15	3.45000	7.50000	0.00000	0.000	0.000
P16	26.25000	7.50000	0.00000	0.000	0.000
P17	10.15000	8.18000	0.00000	0.000	0.000
P18	19.32778	8.18000	0.00000	0.000	0.000
P19	15.00000	9.67000	0.00000	0.000	0.000

Tablo A-19: Gruplamalar 1 - Genel, Bölüm 1 / 2 Tablo A-18 Devamı

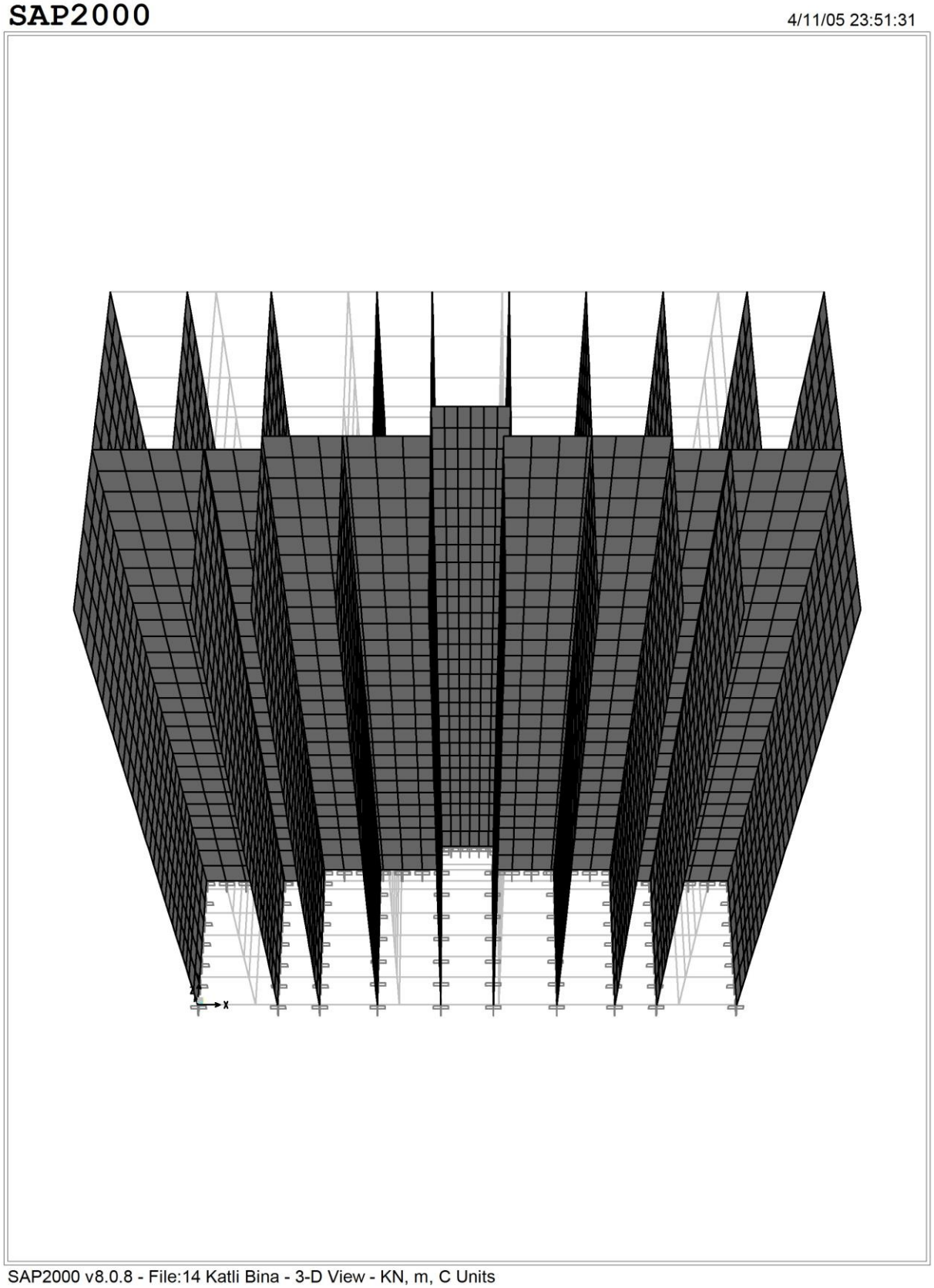
GrupİsmiGrup	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	AngleA	AngleB
	m	m	m	Derece	Derece
P2	320.000	1.159.000	0	0	0
P3	440.000	375.000	0	0	0
P4	670.000	771.857	0	0	0
P5	990.000	409.000	0	0	0
P6	1.110.000	1.193.000	0	0	0
P7	1.340.000	811.643	0	0	0
P8	1.630.000	409.000	0	0	0
P9	1.660.000	1.164.750	0	0	0

Tablo A-20: Gruplamalar 1 - Genel, Bölüm 2 / 2

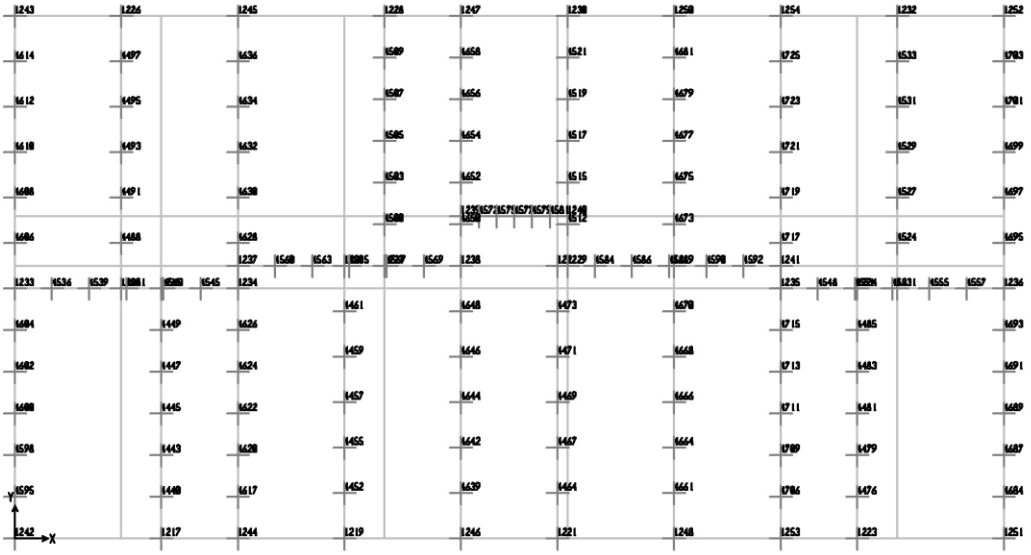
GrupİsmiYazı	AngleCDerece	AdvanceAxesYes/No
P1	0.000	No
P10	0.000	No
P11	0.000	No
P12	0.000	No
P13	0.000	No
P14	0.000	No
P15	0.000	No
P16	0.000	No
P17	0.000	No
P18	0.000	No
P19	0.000	No
P2	0.000	No
P3	0.000	No
P4	0.000	No
P5	0.000	No
P6	0.000	No
P7	0.000	No
P8	0.000	No
P9	0.000	No



Şekil 0B-1: Yapının üç boyutlu görünüşü - 1

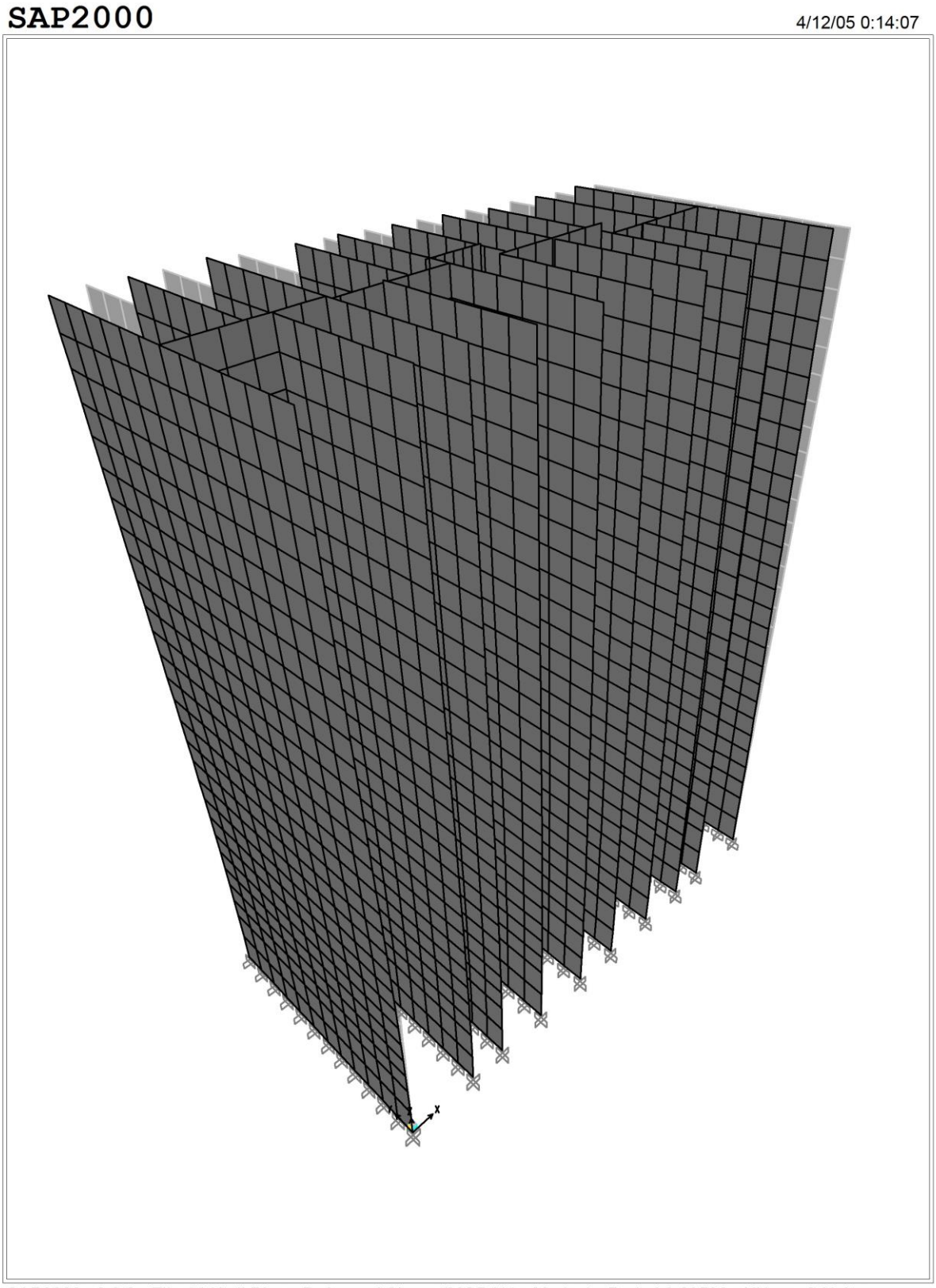


Şekil 0B-2: Yapının üç boyutlu görünüşü – 2

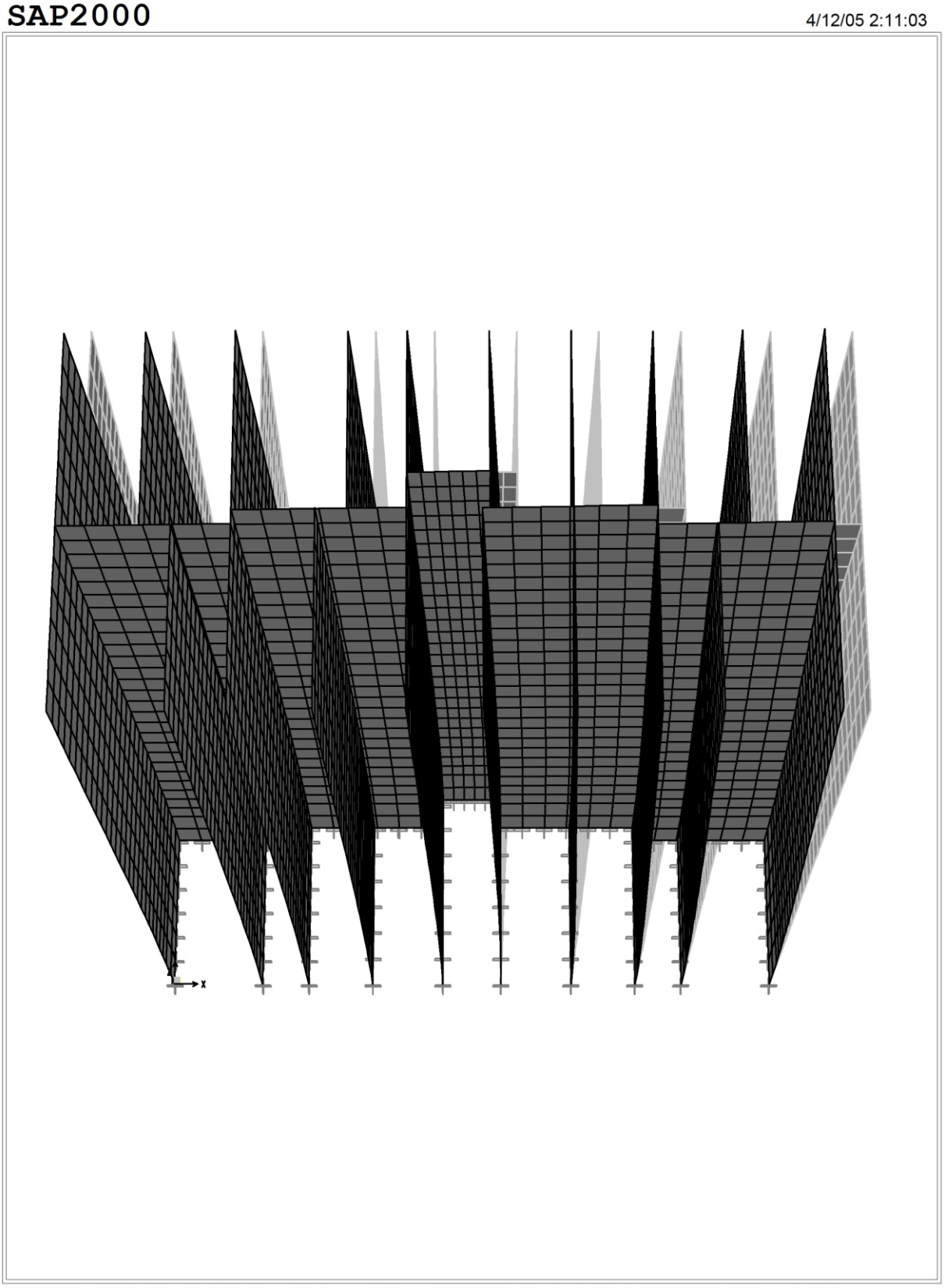


SAP2000 v8.0.8 - File:14 Katli Bina - X-Y Plane @ Z=0 - KN, m, C Units

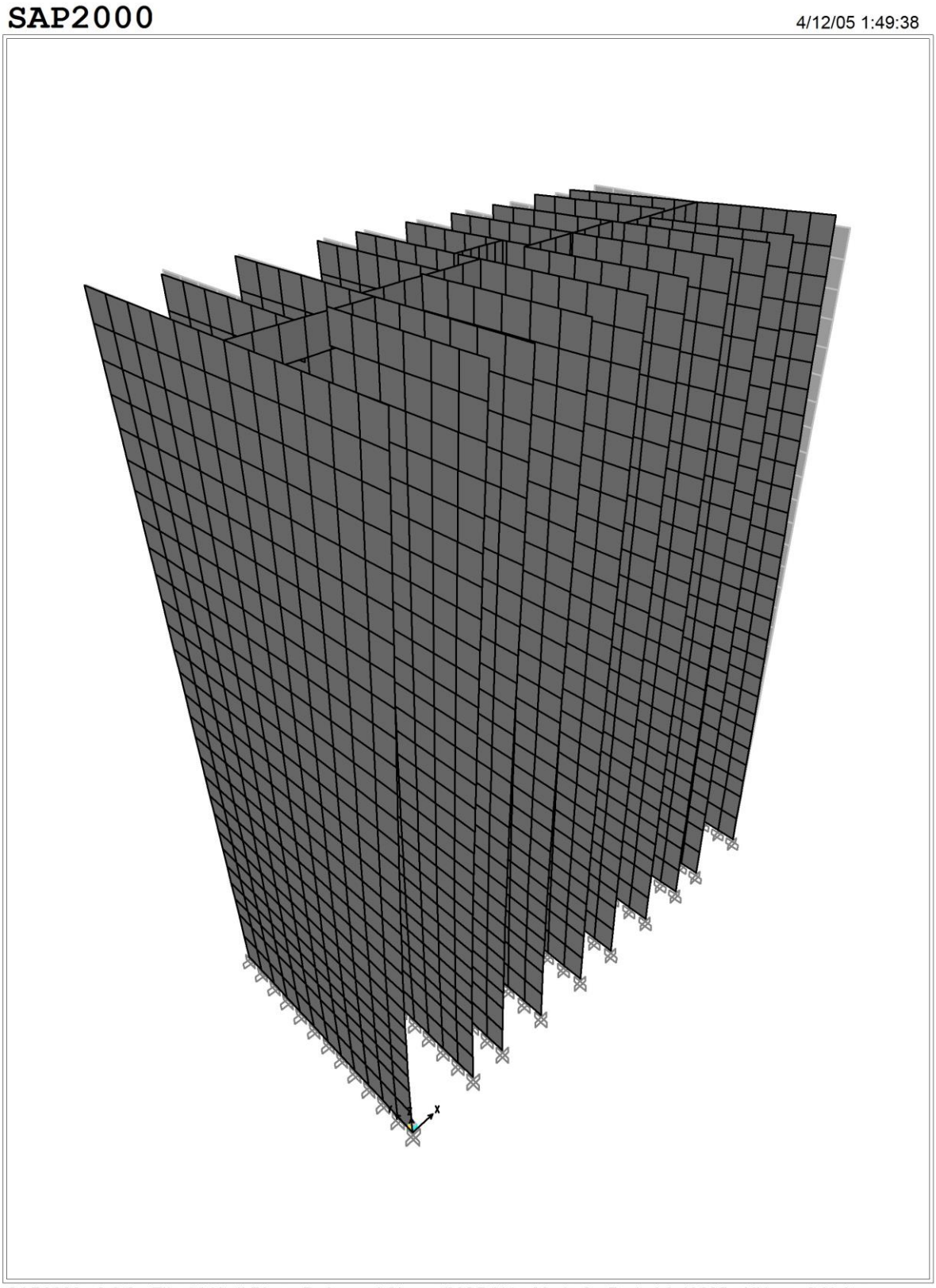
Şekil 0B-3: Yapının mesnetlenmesi



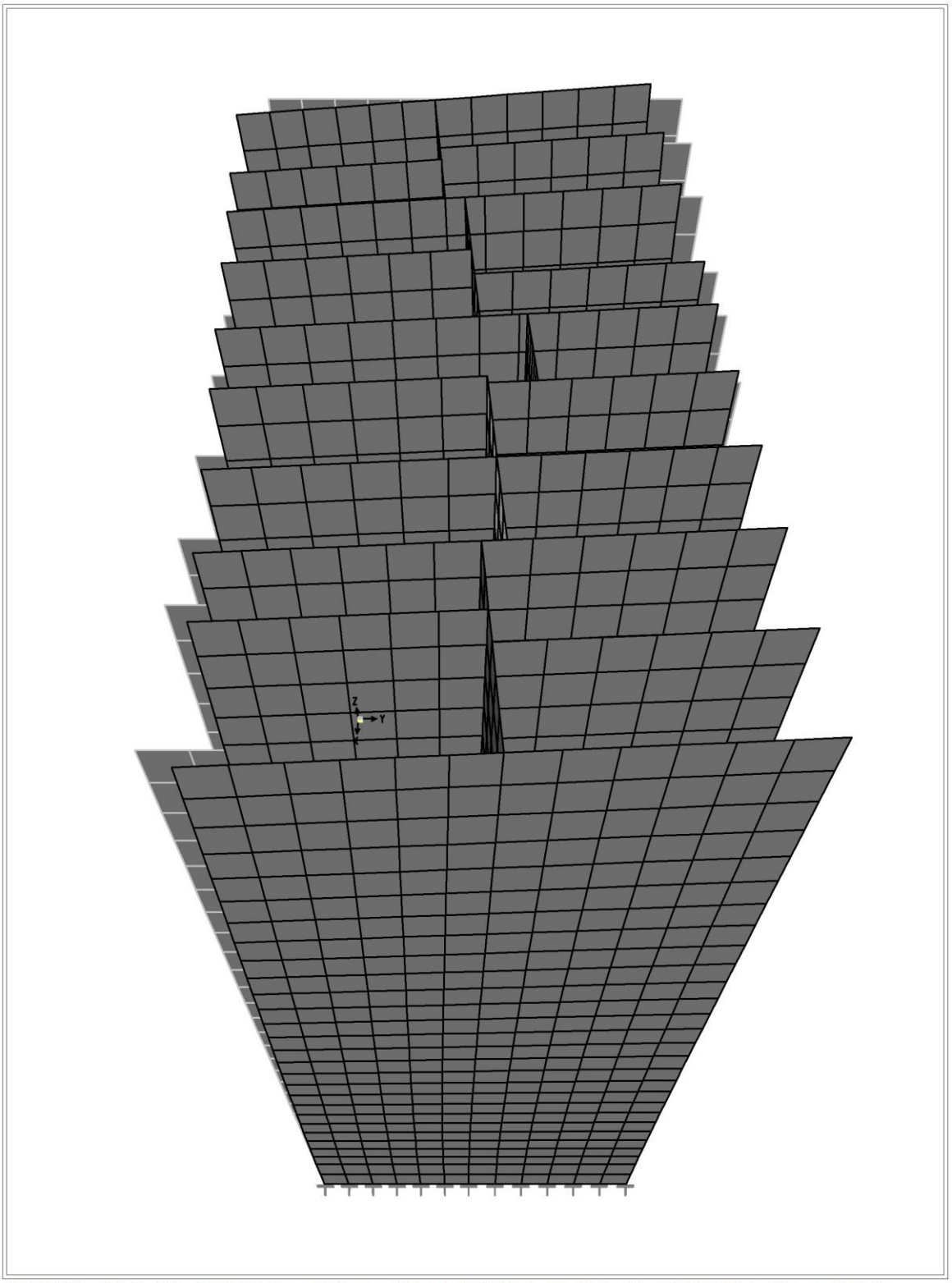
Şekil 0B-4: 1. Mod şekli – 1 (X doğrultusunda)



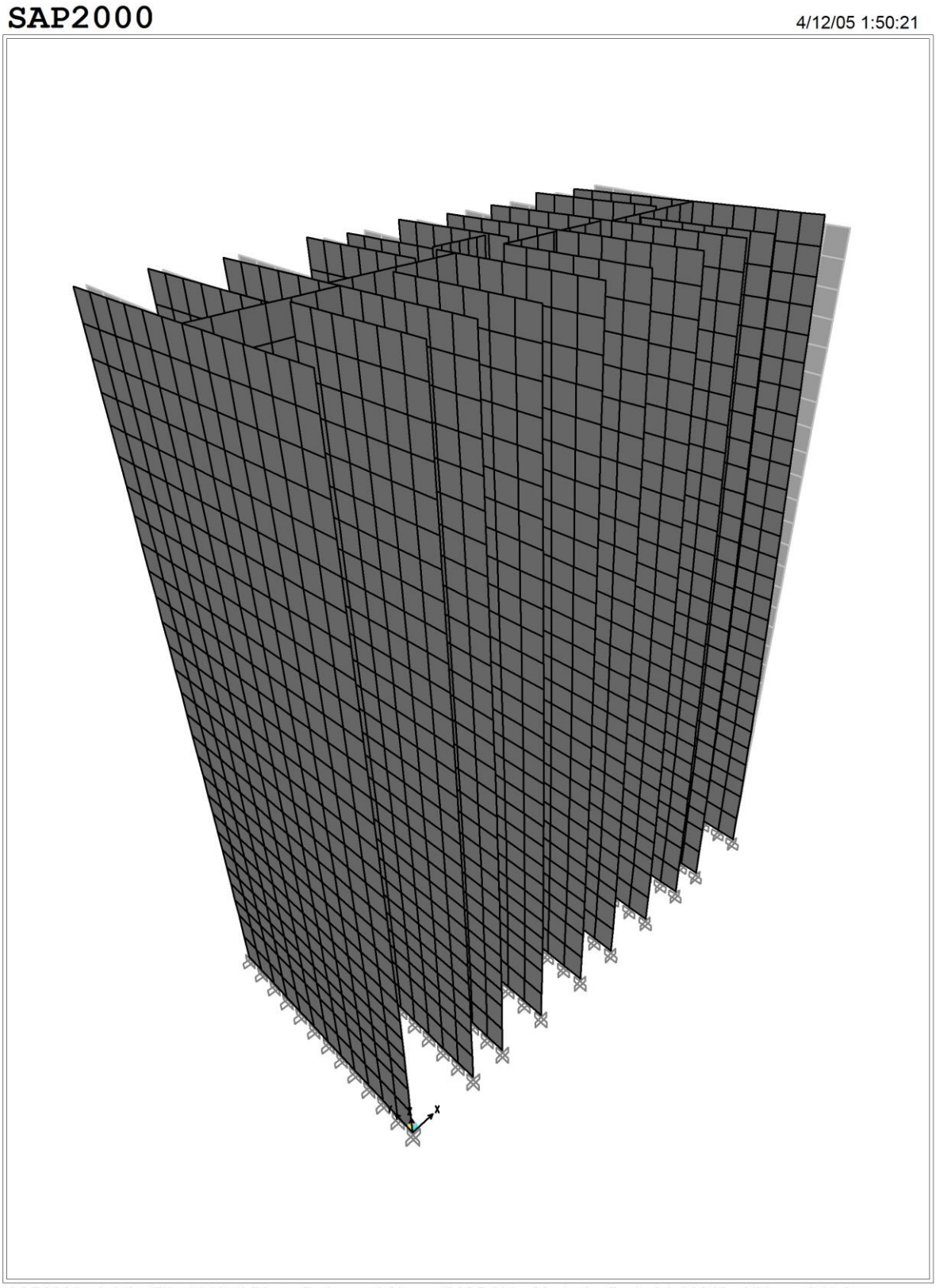
Şekil B-5: 1.Mod şekli – 2 (X doğrultusunda)



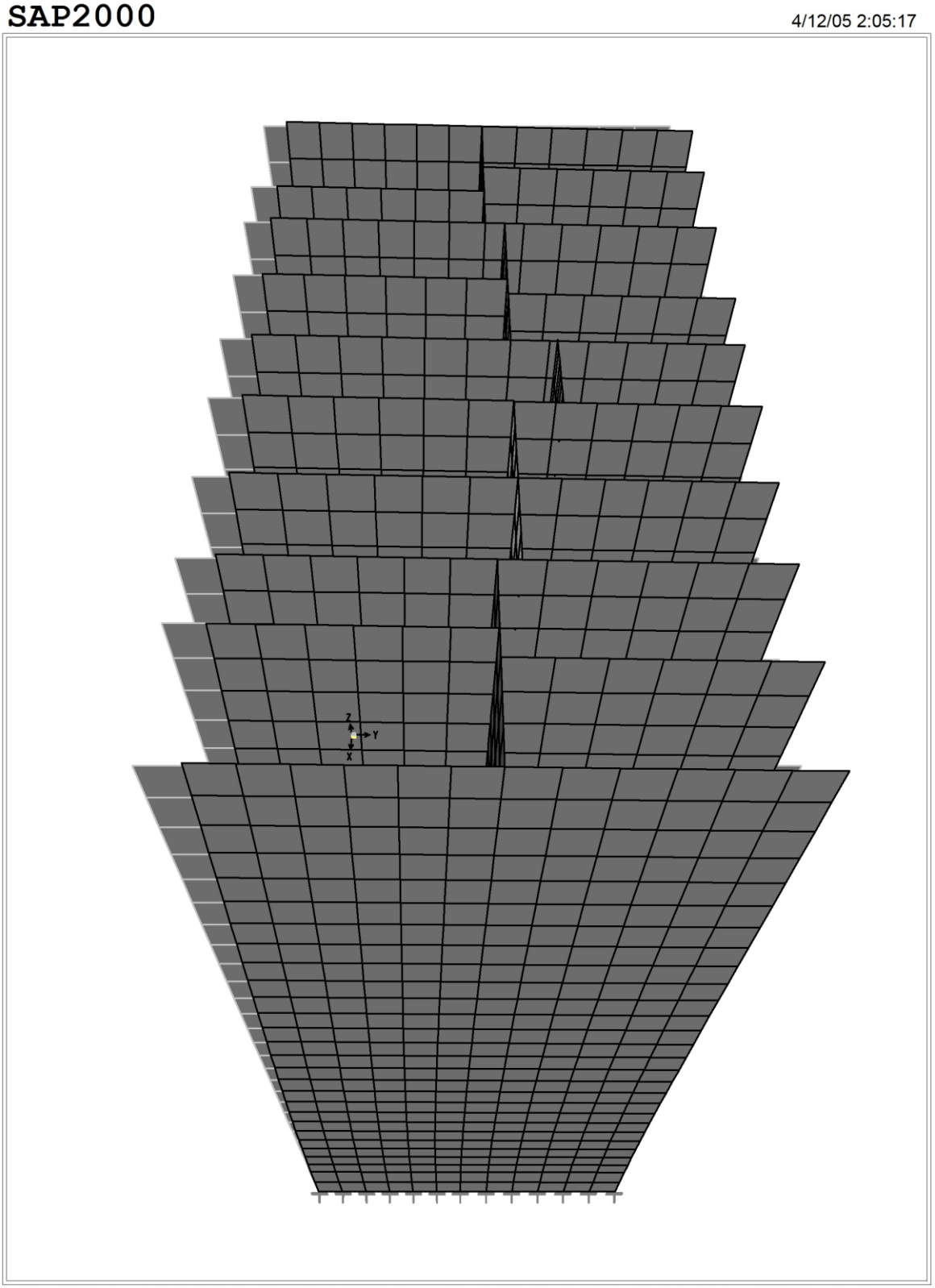
Şekil 0B-6: 2.Mod şekli – 1 (Z etrafında)



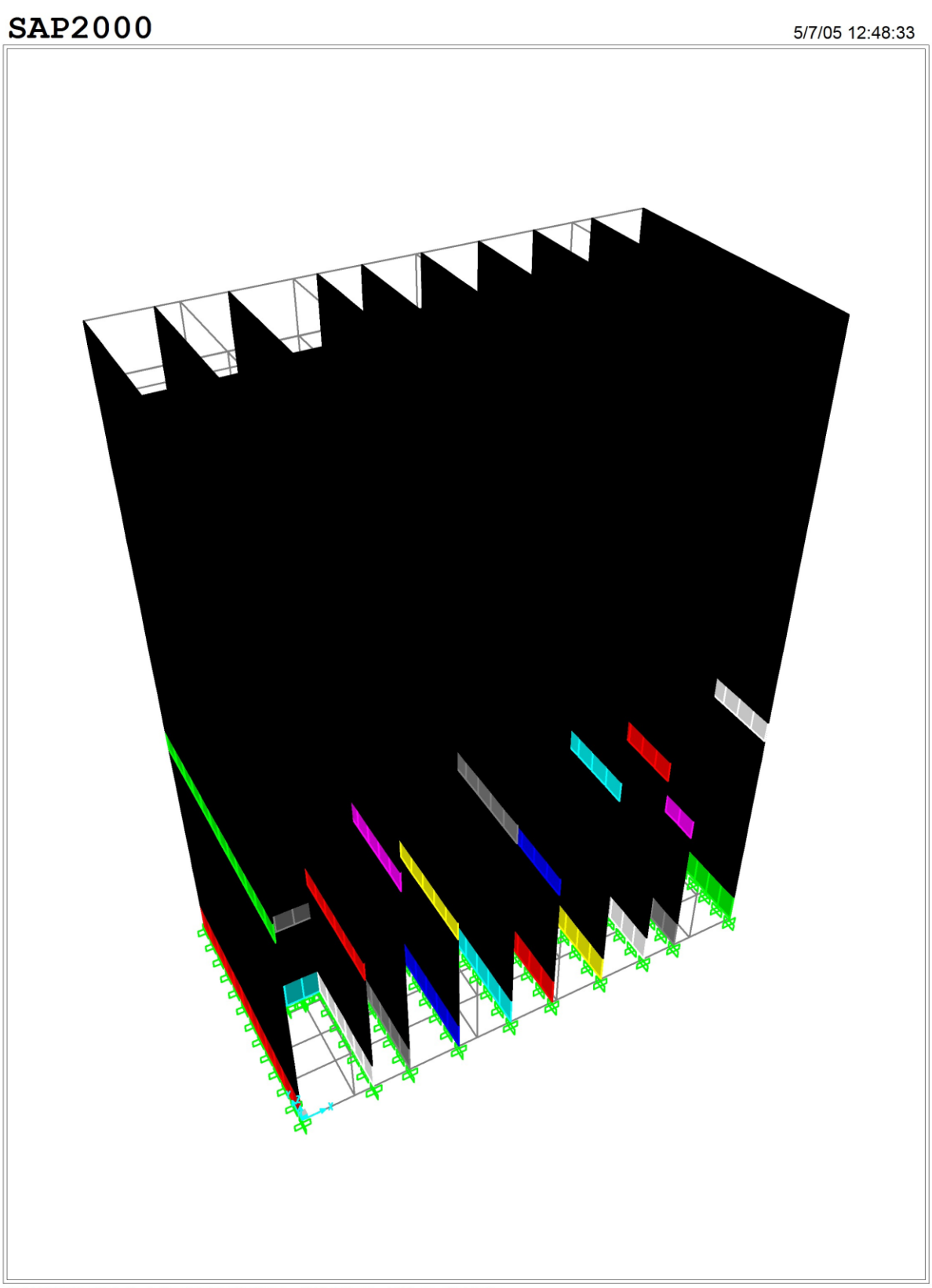
Şekil 0B-7: 2.Mod şekli – 2 (Z etrafında)



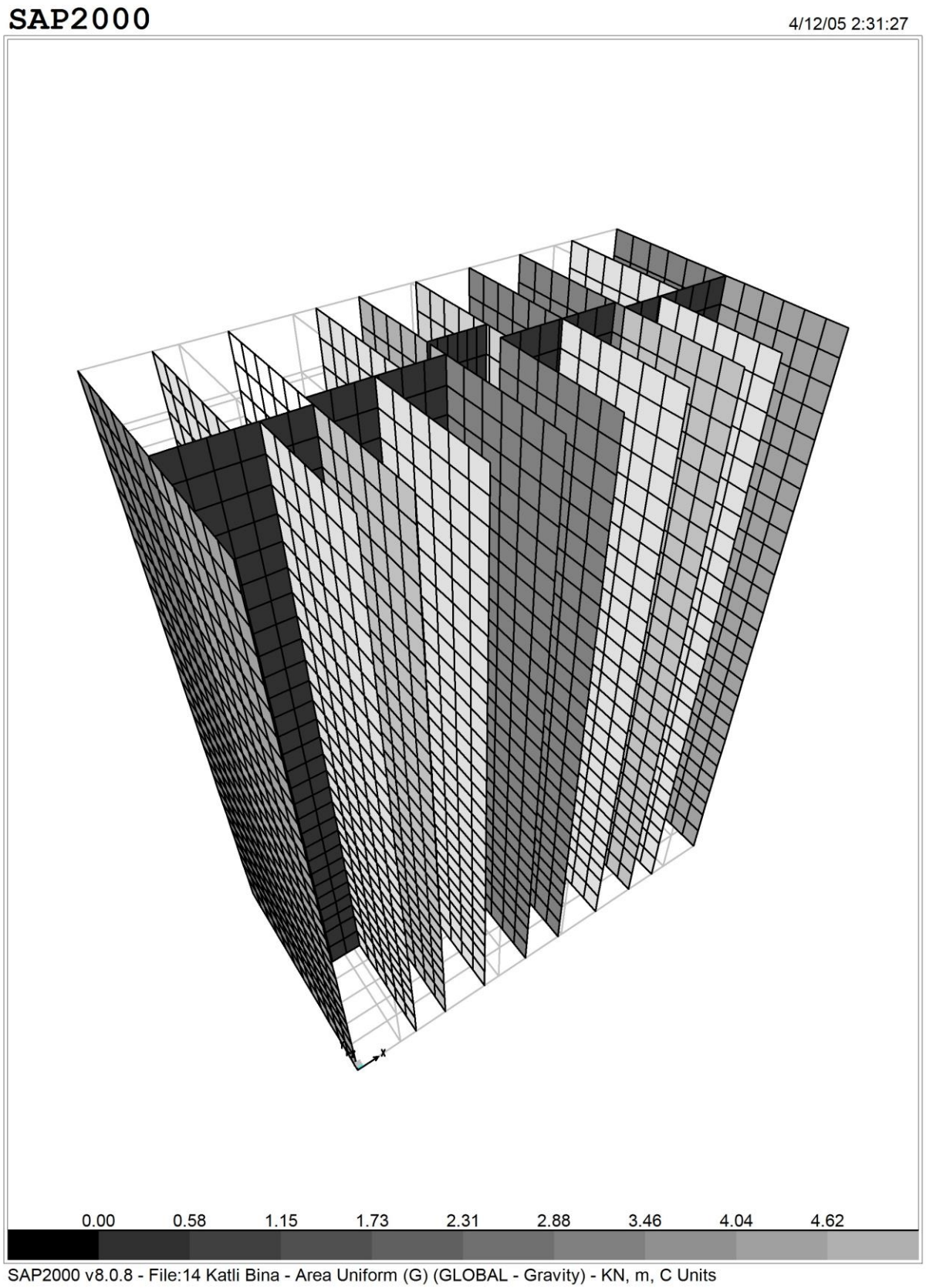
Şekil 0B-8: 3.Mod şekli – 1 (Y doğrultusunda)



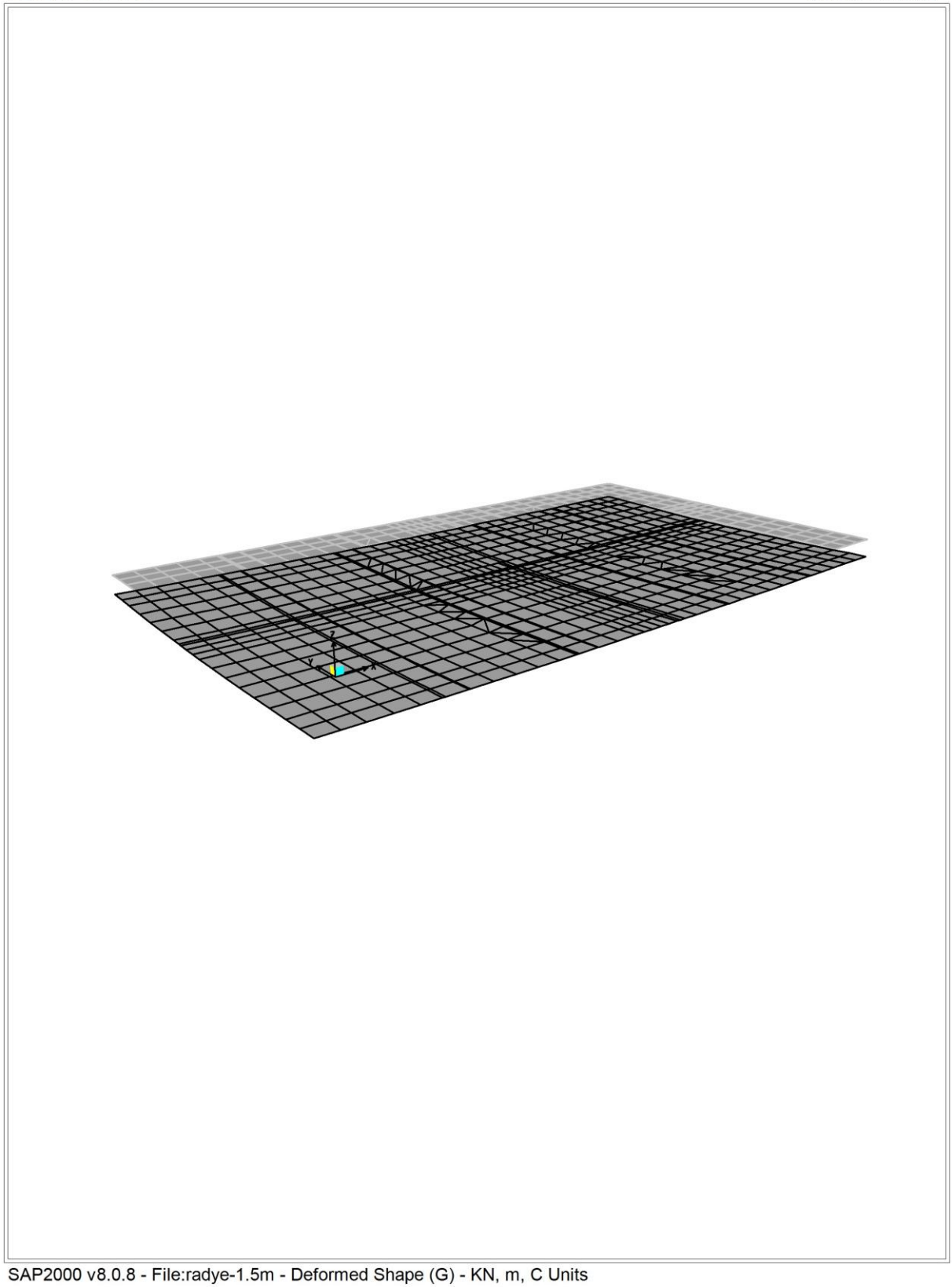
Şekil 0B-9: 3.Mod şekli – 2 (Y doğrultusunda)



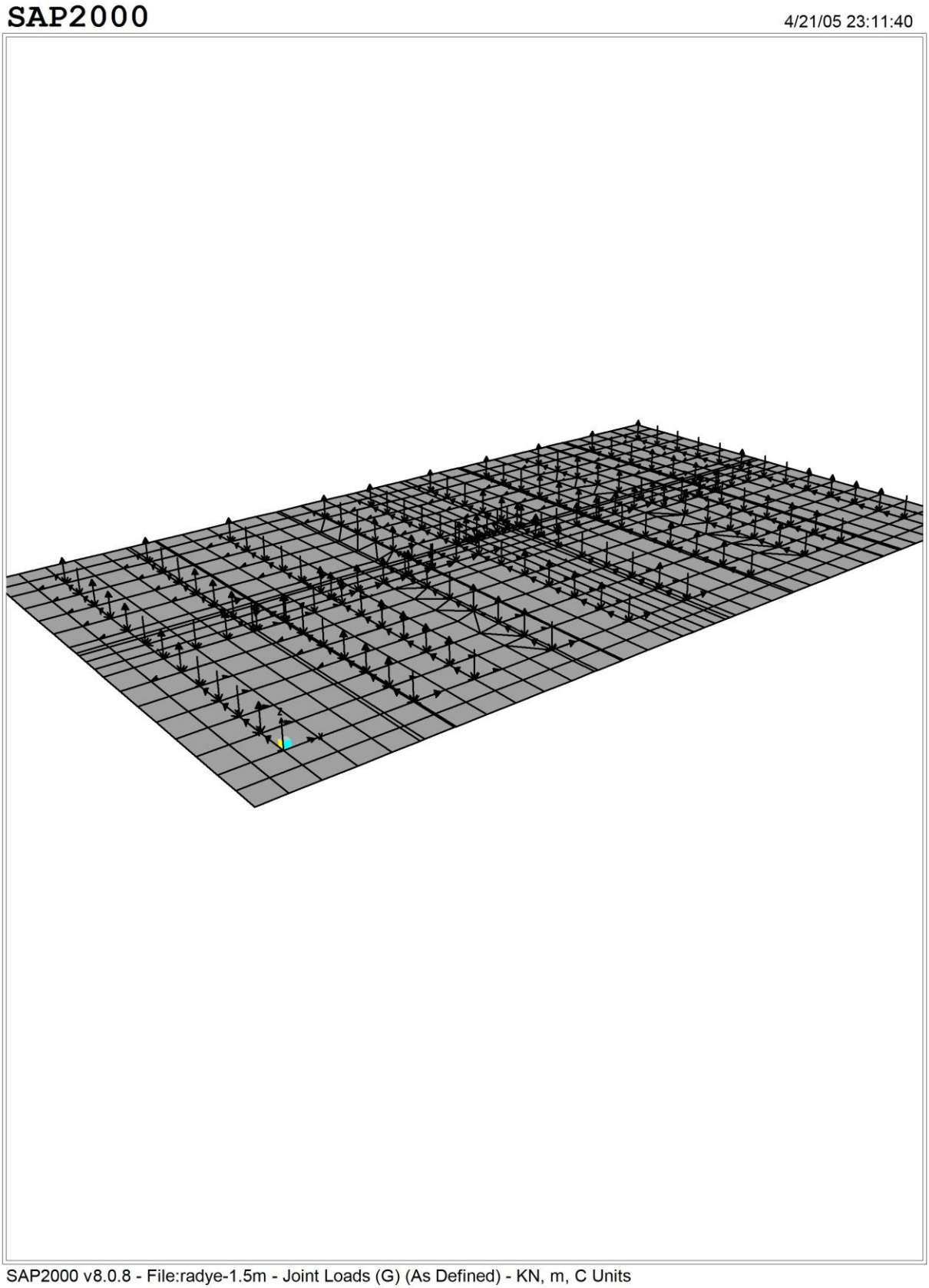
Şekil 0B-10: Perde gruplamaları



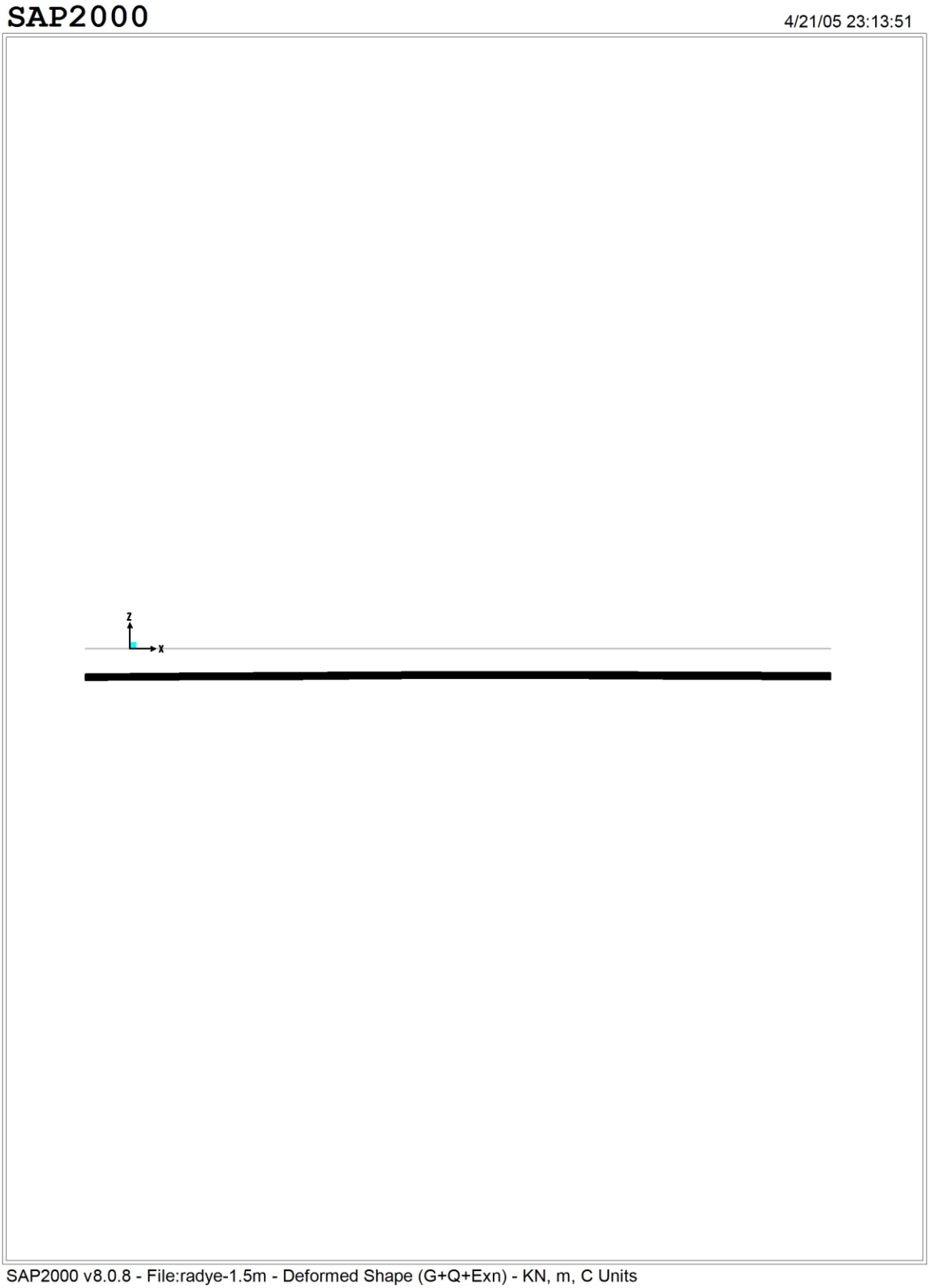
Şekil 0B-11: Düşey perde yüklemeleri



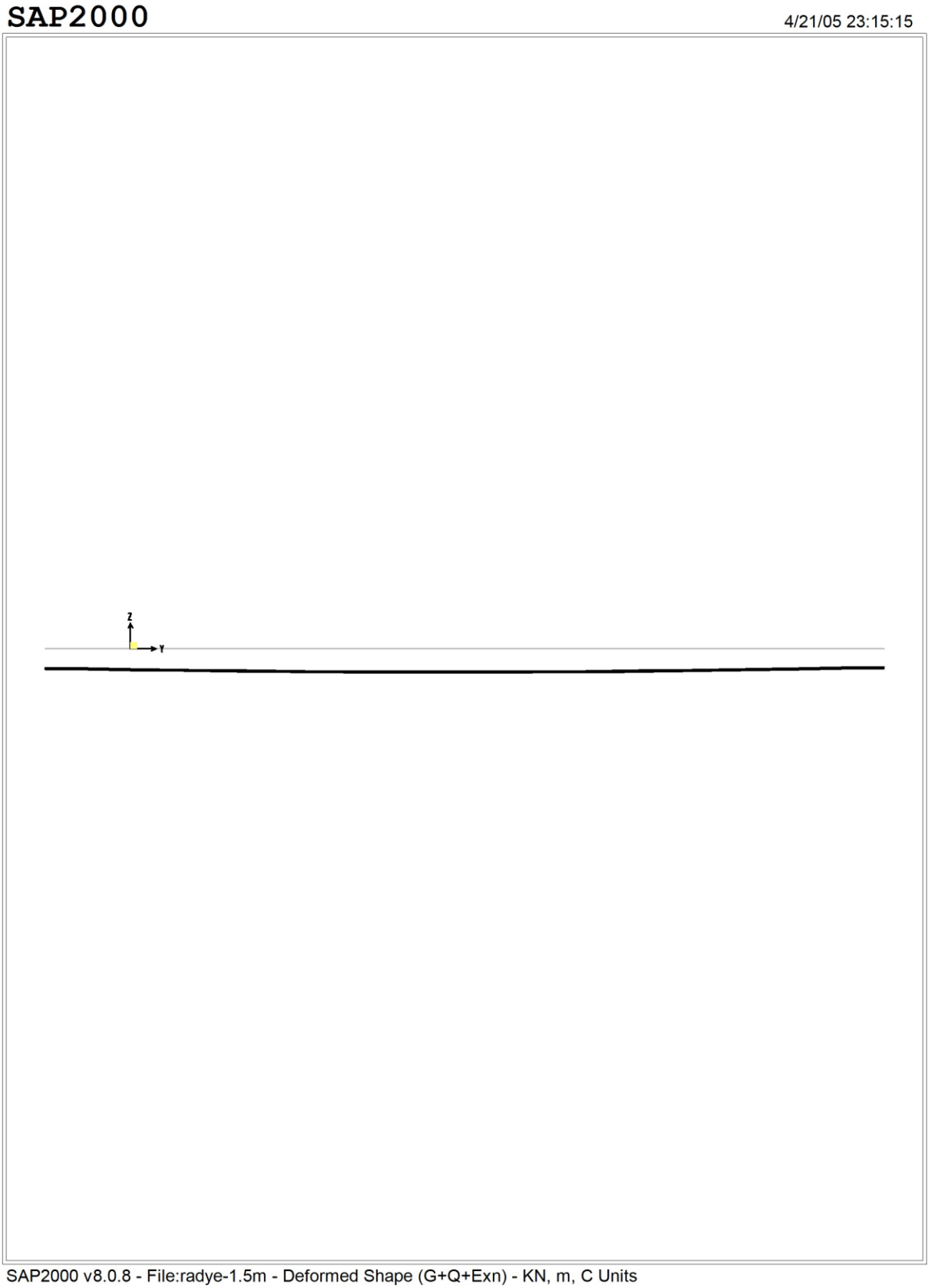
Şekil 0B-12: Temelin üç boyutlu yer değiştirme şekli



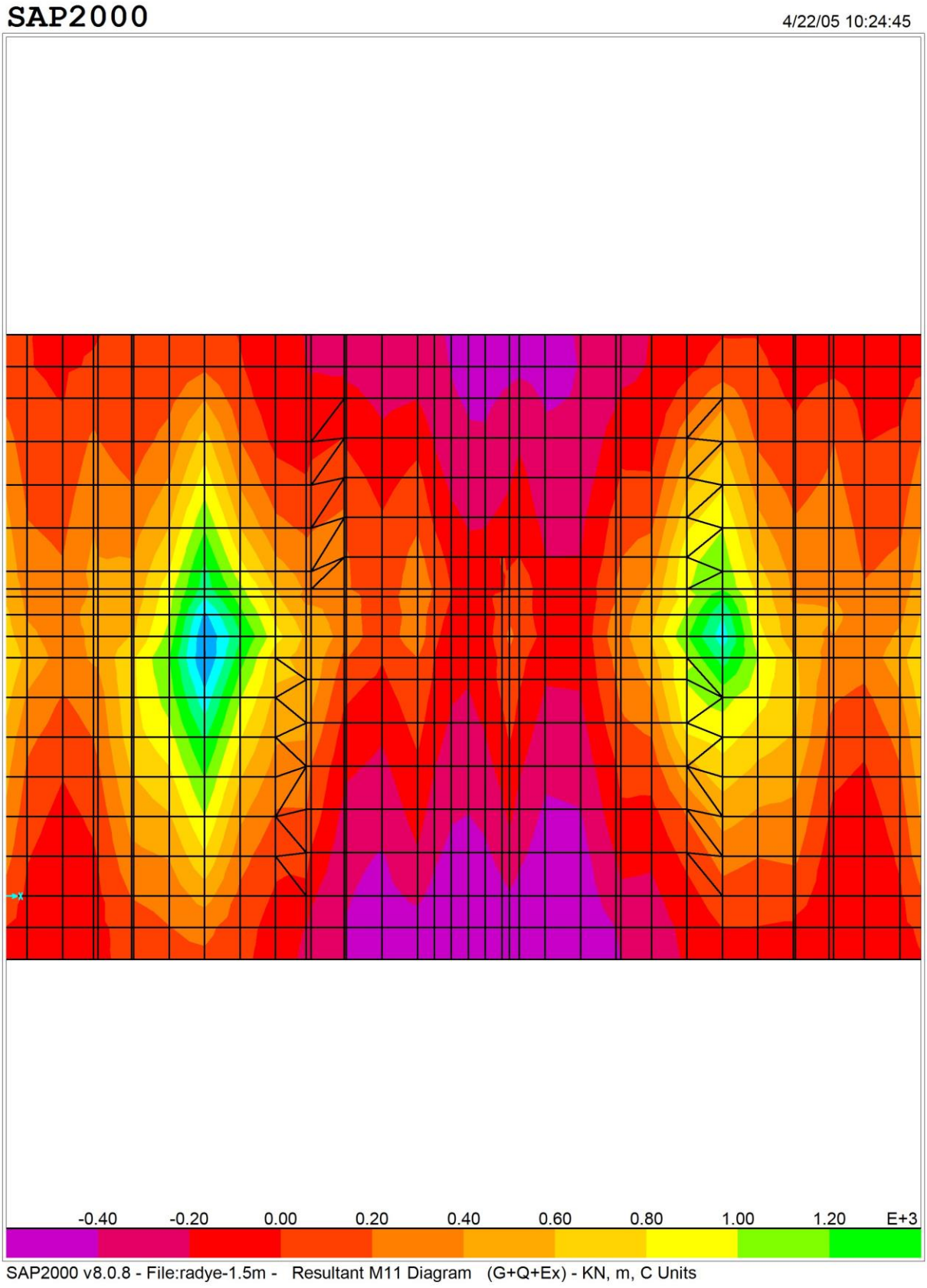
Şekil 0B-13: Temel yüklerinin etkitilmesi



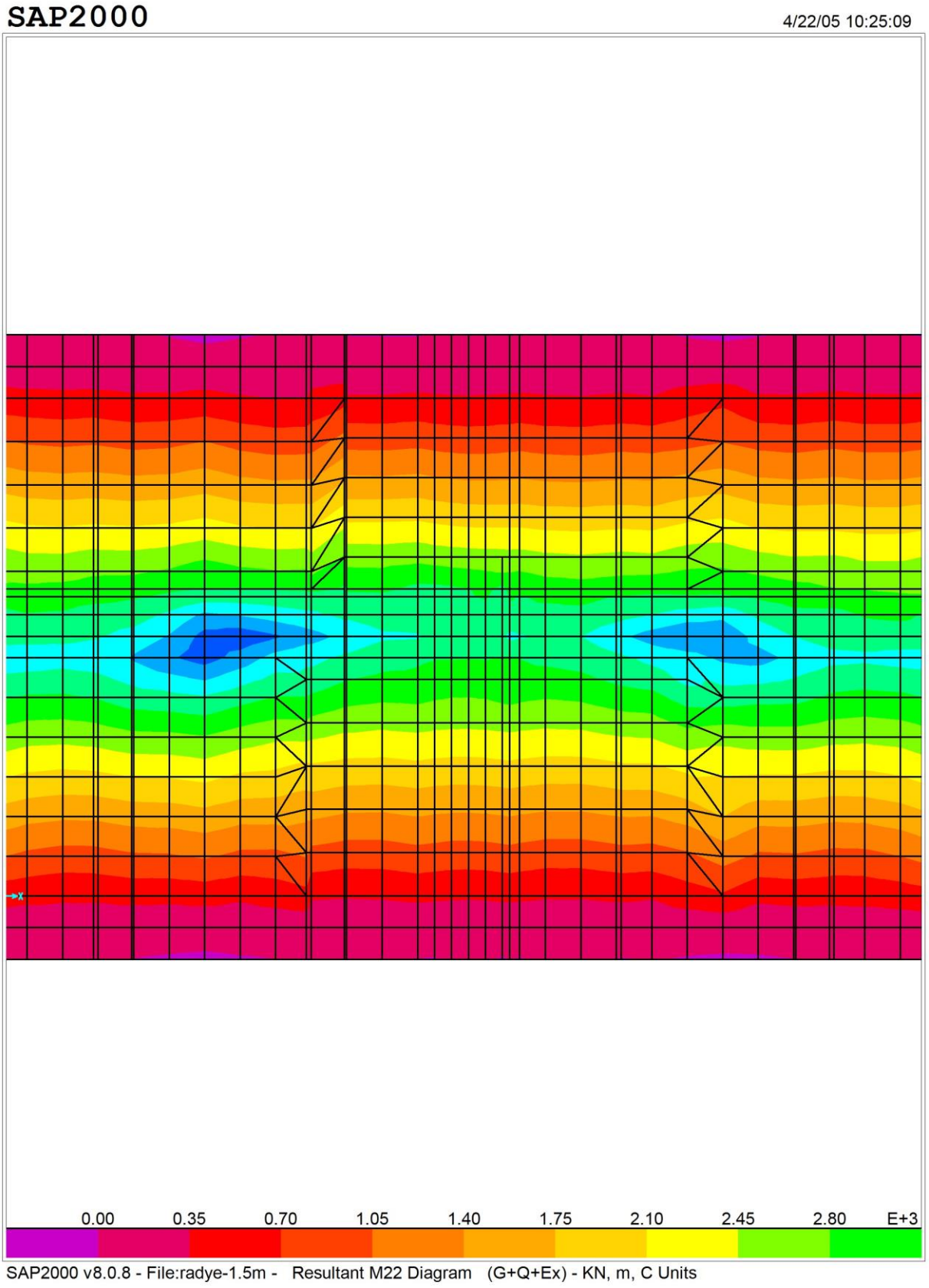
Şekil 0B-14: G+Q+Exn yüklemesinde X doğrultusundan bakıldığındaki çökme



Şekil 0B-15: G+Q+Exn yüklemesinde Y doğrultusundan bakıldığındaki çökme



Şekil 0B-16: G+Q+Ex yüklemesinde temelde Y ekseni etrafındaki moment M11



Şekil B-17: G+Q+Ex yüklemesinde temelde X ekseni etrafındaki moment M22

ÖZGEÇMİŞ

Sinan APİ, 18 Ocak 1979 tarihinde Gaziantep'in Şehitkamil ilçesinde doğmuştur. İlk öğrenimini Gaziantep Akyol İlköğretim Okulu'nda tamamlamış ve 1989 yılında bu okuldan mezun olmuştur. Orta okul ve liseyi Gaziantep Anadolu Lisesi'nde tamamlamış ve 1997 yılında mezun olmuştur. AFS (American Field Service) Intercultural Exchange Programs ile 1997 yılında Hong Kong'a gitmiş ve Wah Yan College Hong Kong'da bir yıl boyunca eğitim görmüştür. 1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde lisans öğrenimine başlamıştır. 2002 yılında İ.T.Ü'den onur derecesiyle İnşaat Mühendesi ünvanı alarak mezun olmuş ve aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı Yapı Analizi bölümünde yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.