

## ÇOK KATLI BİNALARIN DEPREM ANALİZİ

M. Sami DÖNDÜREN<sup>a</sup> Adnan KARADUMAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Konya

### Özet

Bu çalışmada elips, daire, L, T, üçgen, dikdörtgen ve kare şeklinde geometriye sahip bina modellerinin deprem davranışlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Her model perde sistemli olarak çözülmüştür. Bu analizlerde çözülen modeller, 15 katlı olarak seçilmiştir. Modellerin yerdeğiştirme, periyot, taban kesme ve devrilme momenti, katlardaki burulma düzensizliği sonuçları araştırılmıştır. Sonuç olarak en büyük yerdeğiştirme, taban kesme kuvveti ve periyot elips şeklindeki modelde, en düşük yerdeğiştirme, taban kesme kuvveti ve periyot daire şeklindeki modelde ortaya çıkmıştır. Dinamik analizlerin yapılmasında SAP2000 Nonlinear programından faydalanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Perdeli sistem, Dinamik analiz, Deprem davranışı

## SEISMIC ANALYSIS OF THE MULTI-STOREY BUILDINGS

### Abstract

In this study, response of elliptical, circular, L,T, triangular, rectangular and square shaped buildings against earthquake forces were compared. Each buildings models were evaluated as a curtain walled system. All the floors had three meters of height in a fifteen-floor building in all models. Results of displacement, period, base shear and base overturning moment, floor the torsional irregularity of the buildings models were analyzed. Consequently, the maximum displacement, base shear force and period occurred in the elliptical model, and the minimum displacement, base shear force and period occurred in the circular model. The SAP 2000 programme for was used for dynamic analysis. Curtain walled system, dynamic analysis, earthquake response.

Keywords: Walled system, Dynamic analysis, Earthquake

### 1.Giriş

Yüksek yapıların projelendirilmesinde yapı mühendisliği bakımından, deprem ve rüzgar gibi yatay etkiler daha çok önem kazanmaktadır. Bu nedenle yüksek binalara özgü yatay yük taşıyıcı sistemler geliştirilmiştir. Genelde normal binalardaki taşıyıcı sistemler kiriş ve kolonlardan oluşmaktadır. Bu tür sistemler gereği gibi hesaplandıkları takdirde düşey yükleri sorunsuz bir biçimde taşıyabilmektedirler. Ancak, yapıya tesir eden rüzgar ve deprem gibi yatay yükler altında, oluşan olumsuz durumu giderebilmek ve yatay ötelenmeyle birlikte 2. mertebe momentleri azaltmak için perdelerin kullanılması gerekmektedir. [2] Yapı yüksekliği boyunca devam eden perdeler, planda ve düşeyde bulunan düzensizlikleri telafi ederler. Çerçevesiz yapıların yanal rijitlikleri yeterli olmadığından, deprem yüklerini kolon-kiriş birleşim bölgelerinde yapacakları deformasyon ve enerji yutmaları ile karşılayacaklardır. Bunun gerçekleşmesi için, kolon-kiriş birleşim yerlerinde gerekli etriye sıklaştırması yapılmalıdır.[3]

Yüksek yapılar ağırlıklarının fazla olmasına bağlı olarak önemli miktarlardaki düşey ve yatay yükü temel zeminine güvenle aktarmak durumundadır. Bu nedenle önemli temel sorunları ile karşılaşmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu sorunlar değişik temel türleri kullanılarak, mevcut paket programlar ile çözülebilir. [4]

Bu çalışmanın amacı, değişik geometriye sahip yedi adet yüksek yapının deprem davranışlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışmada 15 katlı, 400 m<sup>2</sup> alana oturan yapı modelleri dikkate alınmıştır. Zemin kat yüksekliği 3 m olarak seçilen modeller perdeli taşıyıcı sistemler için çözülmüştür.

Modellerin statik ve dinamik analizinde, Sonlu Elemanlar Metodu kullanılmıştır. Dinamik Analizde, kesin analiz yöntemlerinden, Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi dikkate alınmıştır.

## 2. Malzeme ve Modellerle İlgili Kabuller

### 2.1. Malzeme kabulleri

Malzeme sınıfları ve davranışı ile ilgili özellikler aşağıdaki gibidir.

1. Zemin emniyet gerilmesinin 15 N/cm<sup>2</sup> olduğu,
2. Modellerde kullanılan beton sınıfının C 25 ve donatı sınıfının S420 olduğu,
3. Deprem hesabında, yapı elemanları süneklik düzeyinin yüksek olduğu kabul edilmiştir.[5]

### 2.2. Model kabulleri ve özellikleri

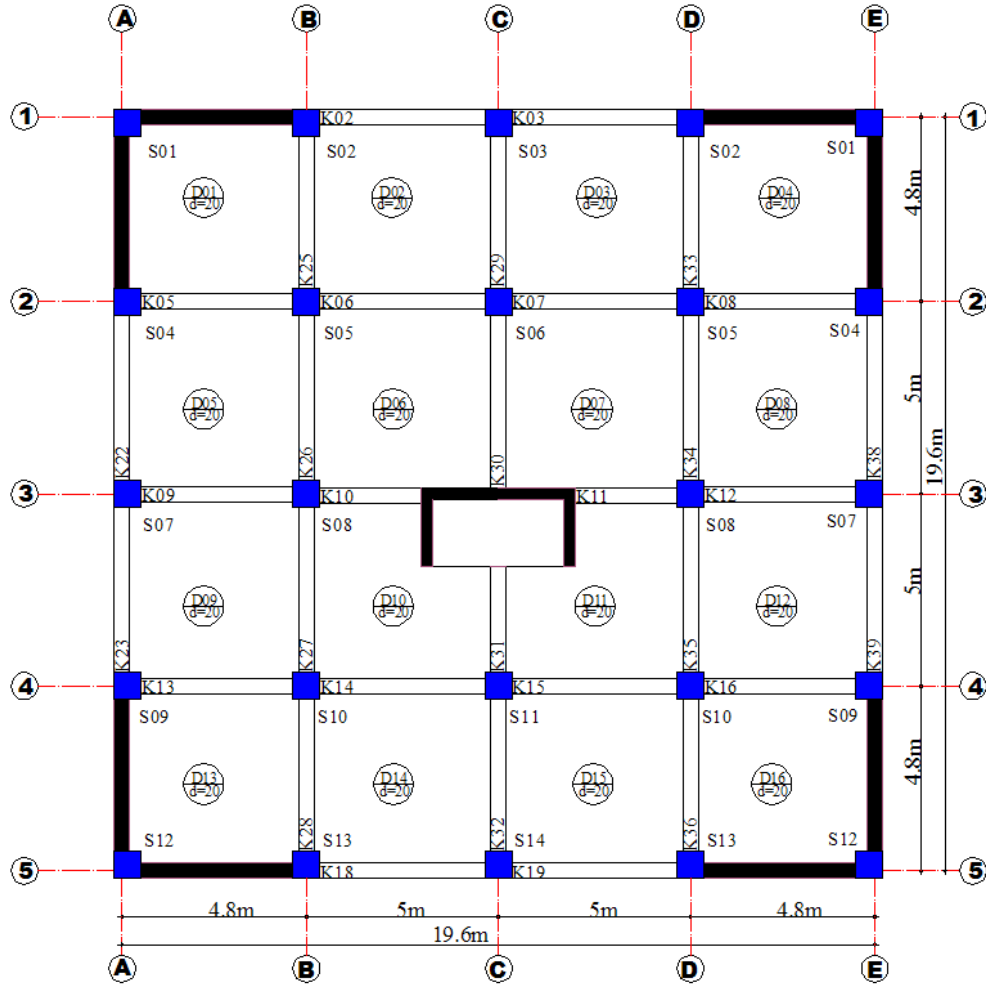
Bu kısımda, yapı modelleri ile ilgili yapılan kabuller ve modellerin hesabında dikkate alınan özellikler aşağıdaki gibidir.

1. Modellerin Kocaeli deprem bölgesinde olduğu kabul edilmiştir.
2. Zaman-Tanım Alanında hesap yapılırken, Kocaeli Yarımca Petro Kimya Tesislerinden alınan deprem yer ivme kayıtları esas alınmıştır.
3. Bu ivme kayıtlarında, depremin 135 saniyelik kısmının etkili olduğu ve 0,01 saniye aralığı için toplam 13500 adım dikkate alınmıştır.
4. Dinamik analizde, her mod için %5 sönüm oranı olduğu kabul edilmiştir. Bu değer A.B.Y.Y.H.Y'den alınmıştır. [1]
5. Döşemelerin kendi düzleminde rijit diyafram olduğu kabul edilmiştir.
6. Kat kütlelerinin, kat kütle merkezinde toplandığı kabul edilmiştir.
7. Statik ve dinamik analizler, SAP2000 programı kullanılarak yapılmıştır.
8. Hesaplamalar için, kare, elips, dikdörtgen, üçgen, T, L ve daire olmak üzere yedi farklı model seçilmiştir.

## 3. ANALİZ SONUÇLARI

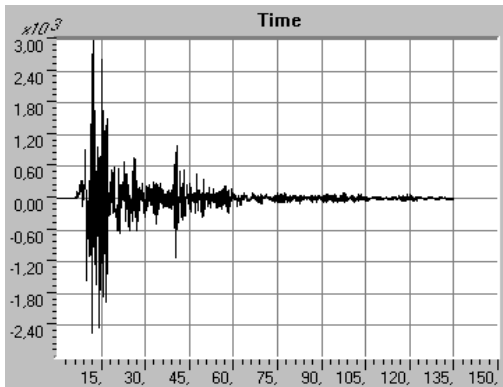
### 3.1 Örnek olarak seçilen kare kesit için analiz sonuçları

Kare şeklinde seçilen binanın ölçüleri 20×20m olarak belirlenmiştir. Asansör boşluğunun etrafı perde olarak çözülmüştür. Binanın planı Şekil 1'de gösterilmiştir. Kolon boyutları 80×80 cm, kiriş boyutları 40×50 cm' dir. A-B, DE, 1-2 ve 3-4 aksları ile asansör etrafındaki perdelerin kalınlığı 25cm. olarak seçilmiştir.



Şekil 1 Perde-çerçeve sistemli kare kesitin kalıp planı.

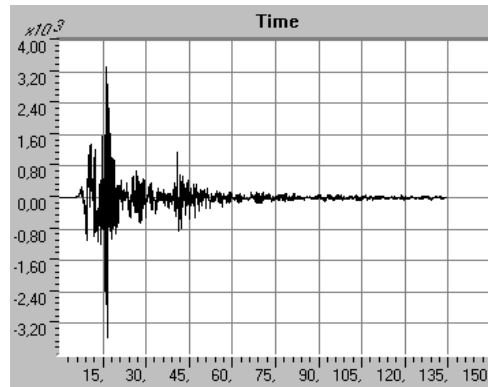
Kare kesite ait taban kesme ve normal kuvveti ile taban kesme ve burulma momenti sonuçları aşağıdaki Şekil 2'de verilmiştir. Bu şekillerde yatay eksen zamanı, dikey eksen ise yükü göstermektedir.



Max: 29820 kn  
Min: 25480 kn

Zaman (sn)

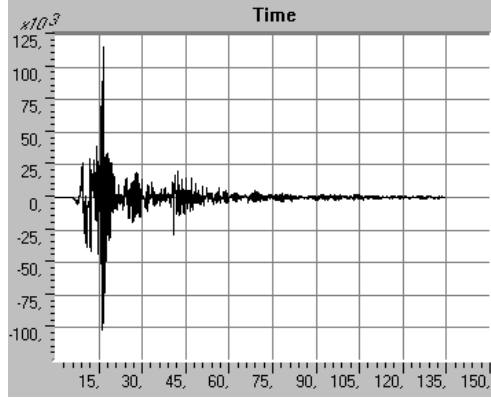
a) Taban Kesme Kuvveti (X) (kn)



Max: 33150 kn  
Min: 35540 kn

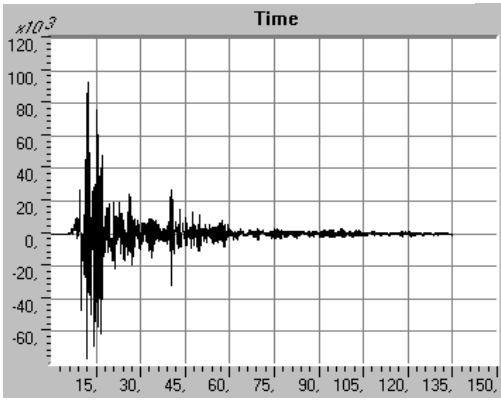
Zaman (sn)

b) Taban Kesme Kuvveti (Y) (kn)



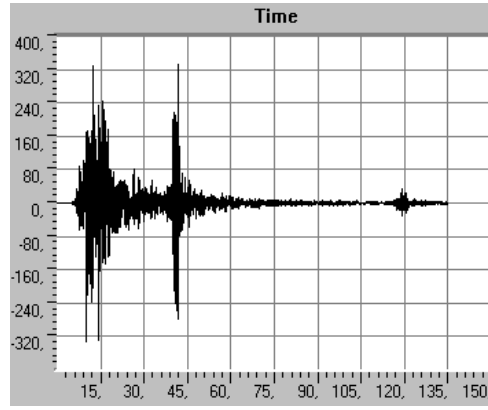
Max: 1150000 knm  
Min: 1018000 knm Zaman (sn)

c) Taban Devrilme Momenti (X) (knm)



Max: 927400 knm  
Min: 768300 knm Zaman (sn)

d) Taban Devrilme Momenti (Y) (knm)

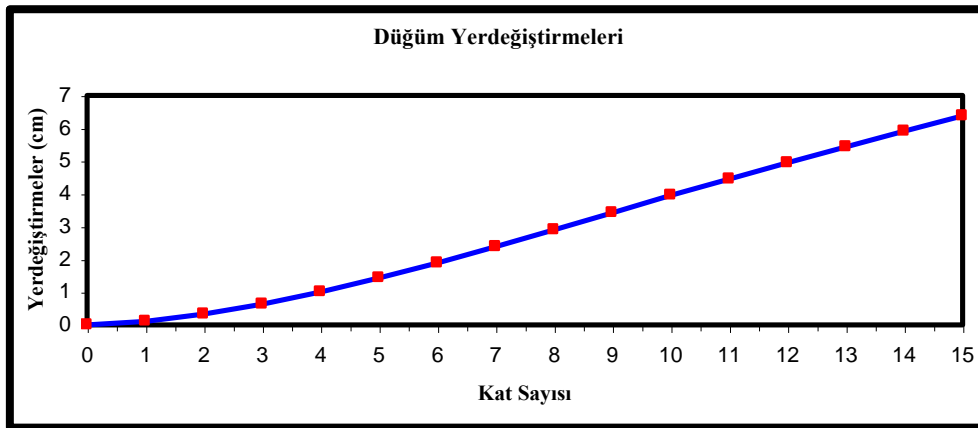


Max: 3331 knm  
Min: 3305 knm Zaman (sn)

e) Taban Burulma Momenti (Z) (knm)

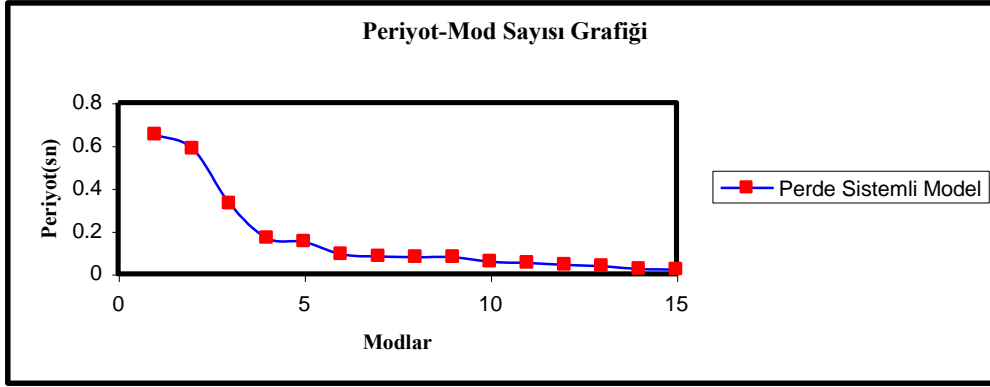
Şekil 2 Perde-çerçeve sistemli kare modelin taban kesme kuvveti, Taban devrilme ve taban burulma momenti.

Her katta Y yönünde oluşan yer değiştirmelerin maksimum değerleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3 Perde-çerçeve sistemli kare modele ait yerdeğiştirmesi-kat Sayısı değişim grafiği.

Kare sistemde seçilen modelde periyot-mod sayısı grafiği verilmiştir. Burada mod sayısı 15 olarak seçilmiştir. Grafik sonuçları Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4 Perde-çerçeve sistemli kare modelin periyot- mod sayısı grafiği.

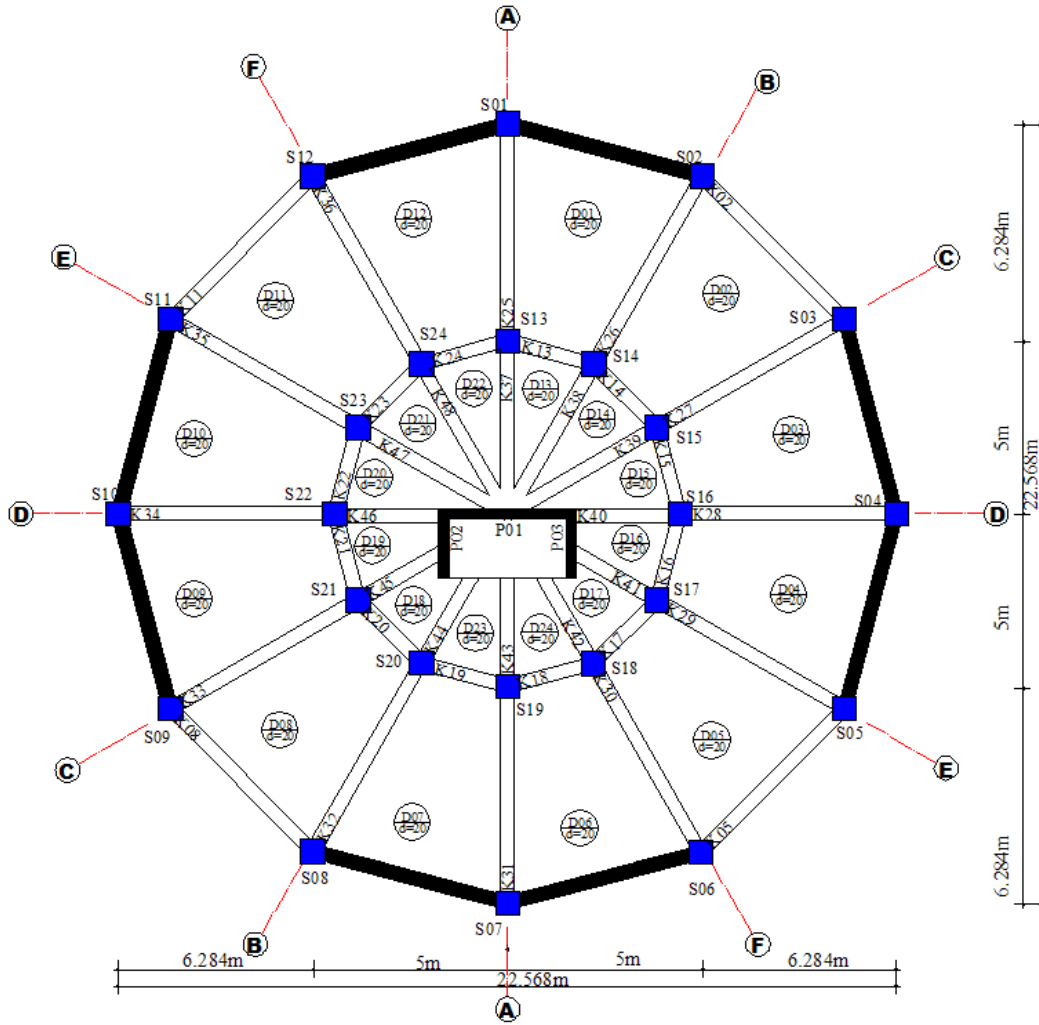
Perde sistemli kare modelde oluşan kesme kuvvetleri ve moment değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Kare modele ait maksimum ve minimum kesme kuvveti ve moment değerleri.

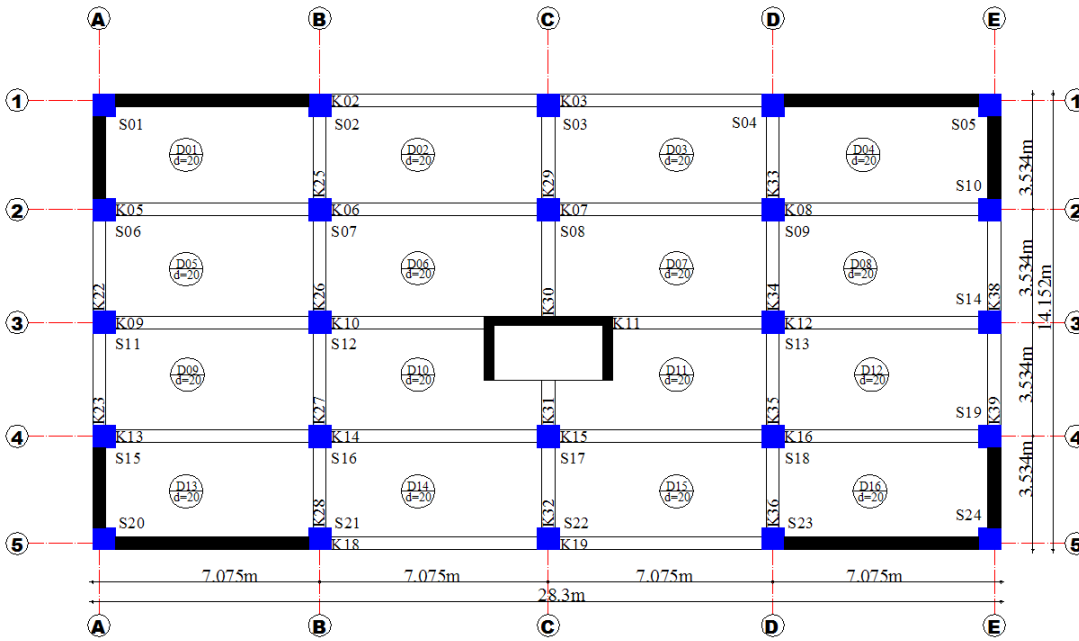
Kare Model SI Kolonu							
	Kesit Tesiri Yeri	Normal Kuv. (KN)	Vy (KN)	Vx (KN)	Burulma Momenti (KNm)	My (KNm)	Mx (KNm)
<b>Maksimum</b>	h=0	6026.8	410.1	476.4	13.9	1847.7	1402.9
	h=1,5 m	6026.8	410.1	476.4	13.9	1133.1	789.9
	h=3 m	6026.8	410.1	476.4	13.9	419.4	291.9
<b>Minimum</b>	h=0	-5997.9	-434.8	-442.1	-13.8	-1737.9	-1533.4
	h=1,5 m	-5997.9	-434.8	-442.1	-13.8	-1075.5	-881.2
	h=3 m	-5997.9	-434.8	-442.1	-13.8	-413.9	-231.4

### 3.2. Değişik geometrideki diğer planlar

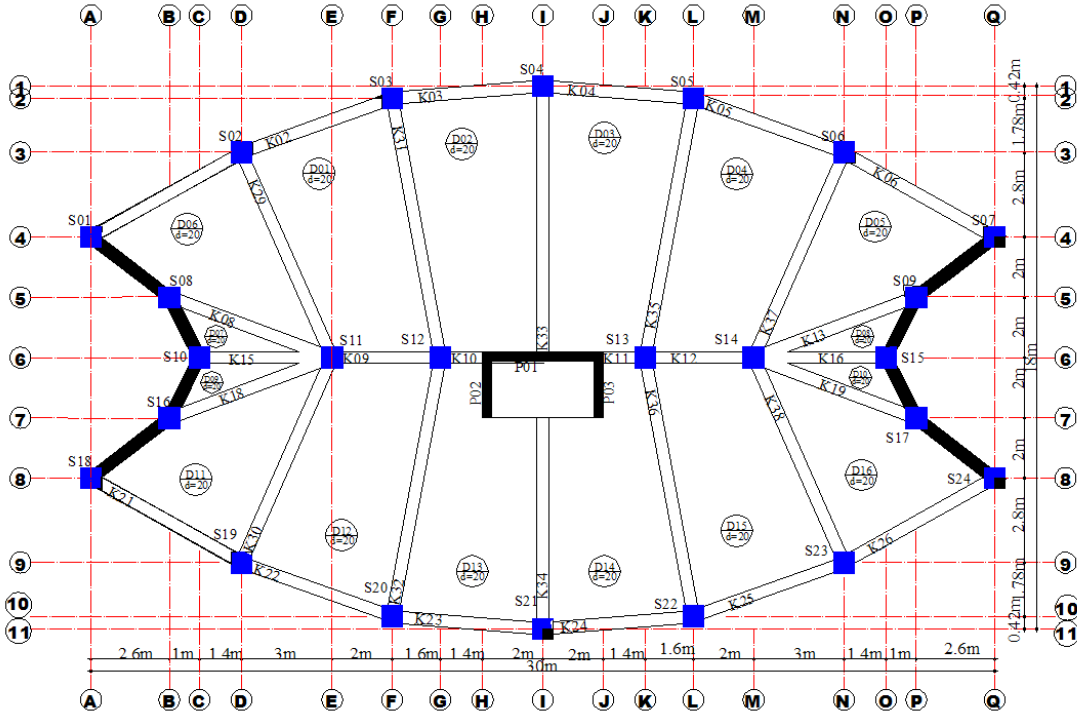
Şekil 5’de değişik şekilde geometriye sahip diğer planlar verilmiştir. Kare plan için yapılan bütün hesaplamalar bu planlar içinde yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırılmıştır.



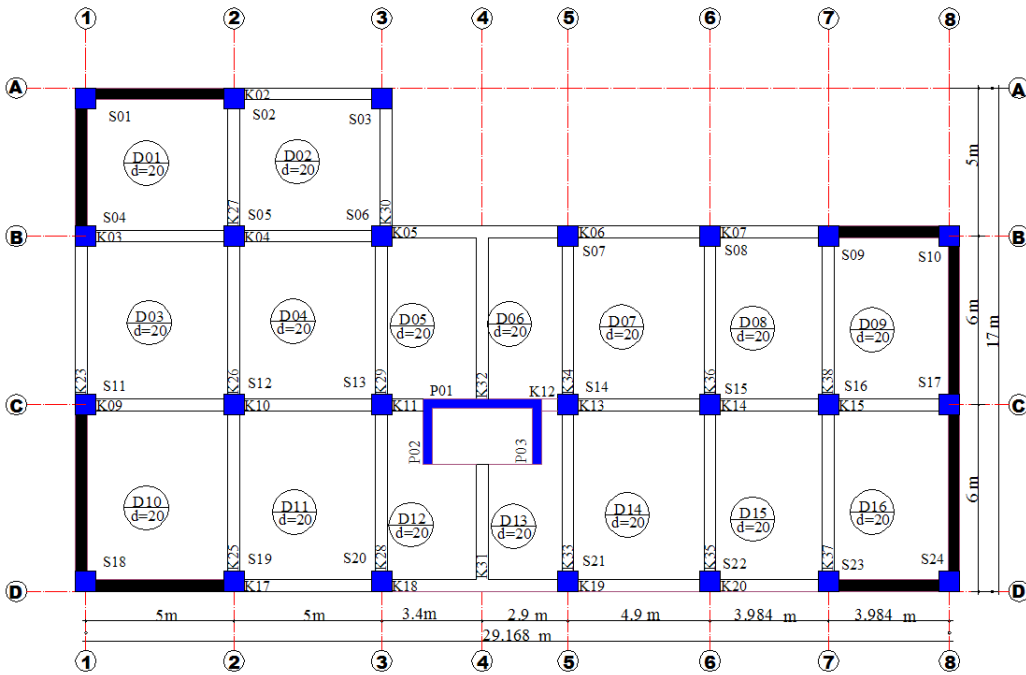
a. Daire şeklindeki model



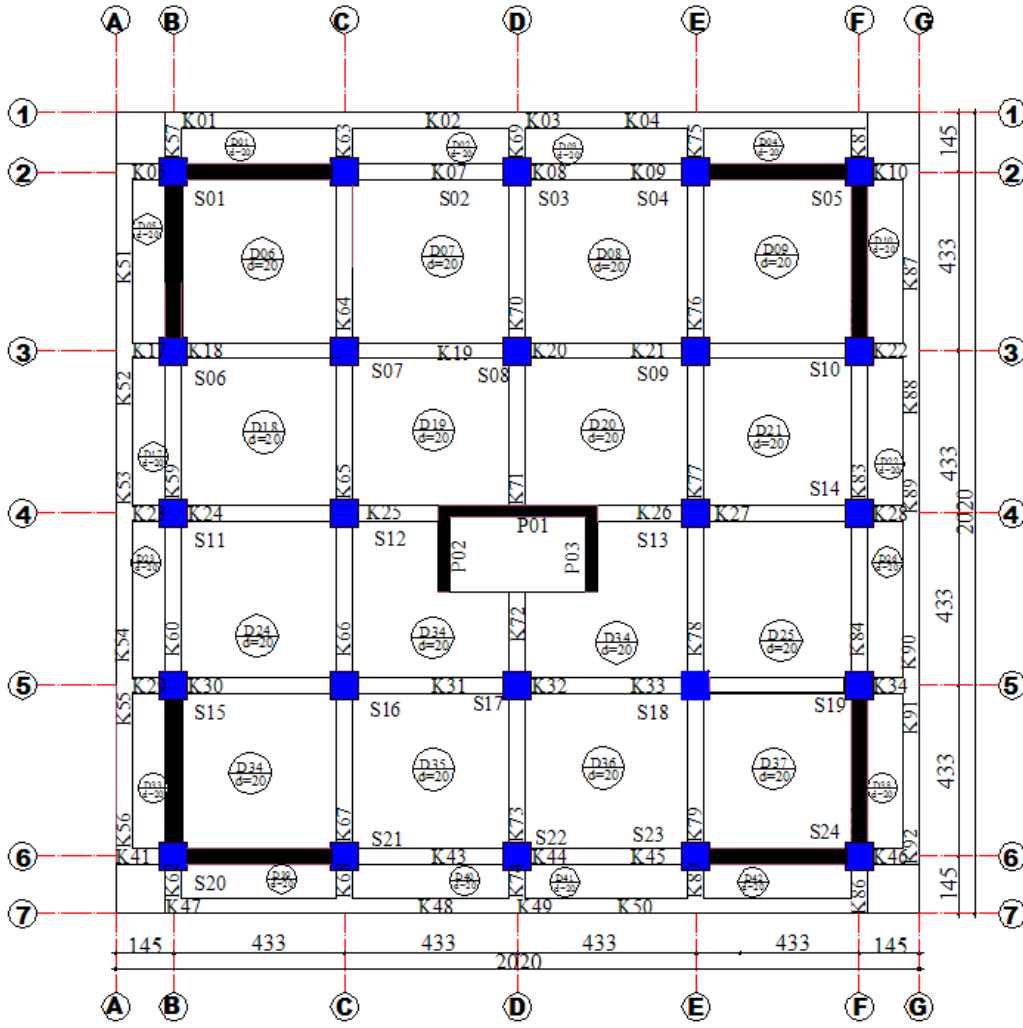
b. Dikdörtgen şeklindeki model



c. Elips şeklindeki model

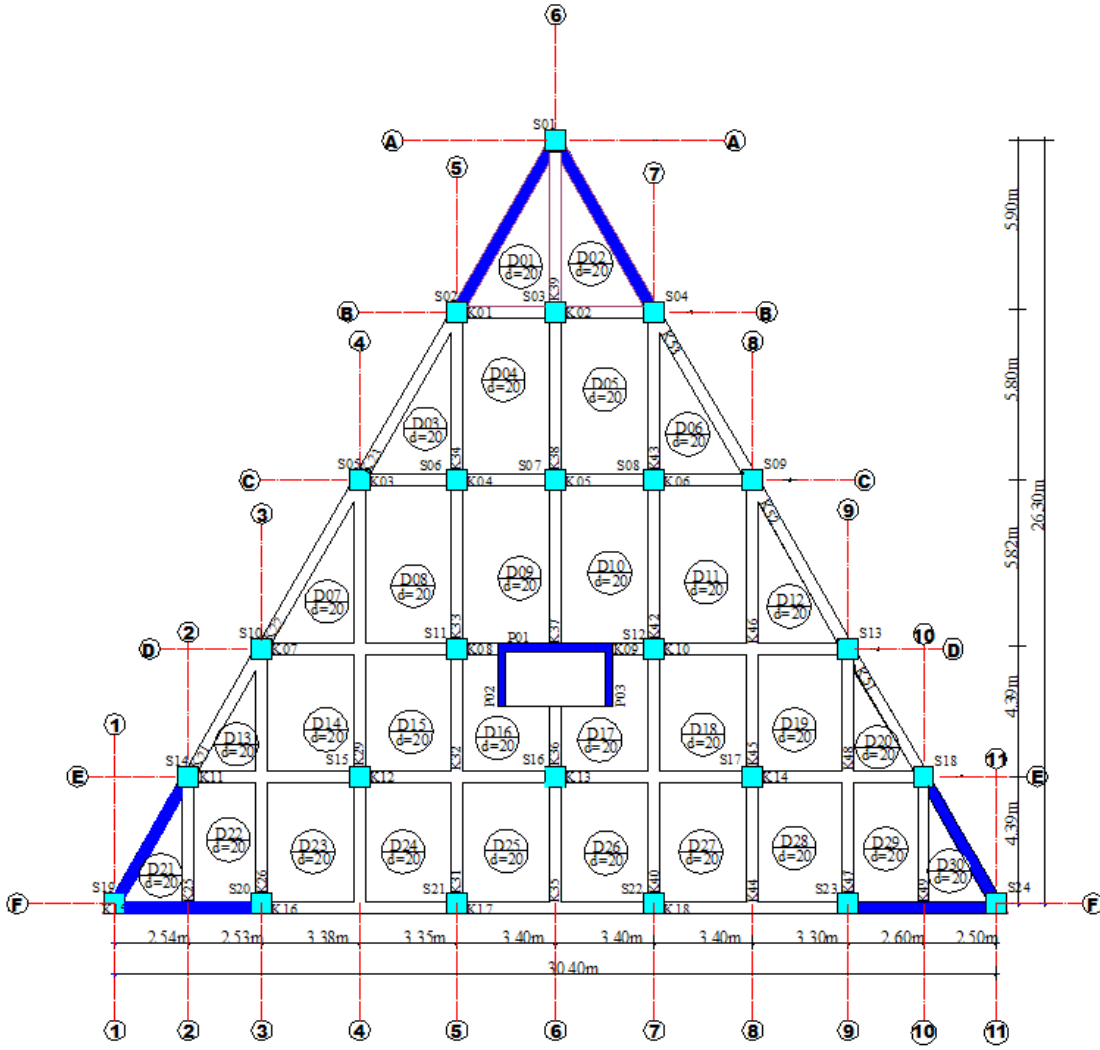


d. L şeklindeki model



e. T şeklindeki model





f. Üçgen şeklindeki model

Şekil 5. Değişik geometriye sahip planlar.

#### 4. SONUÇLAR

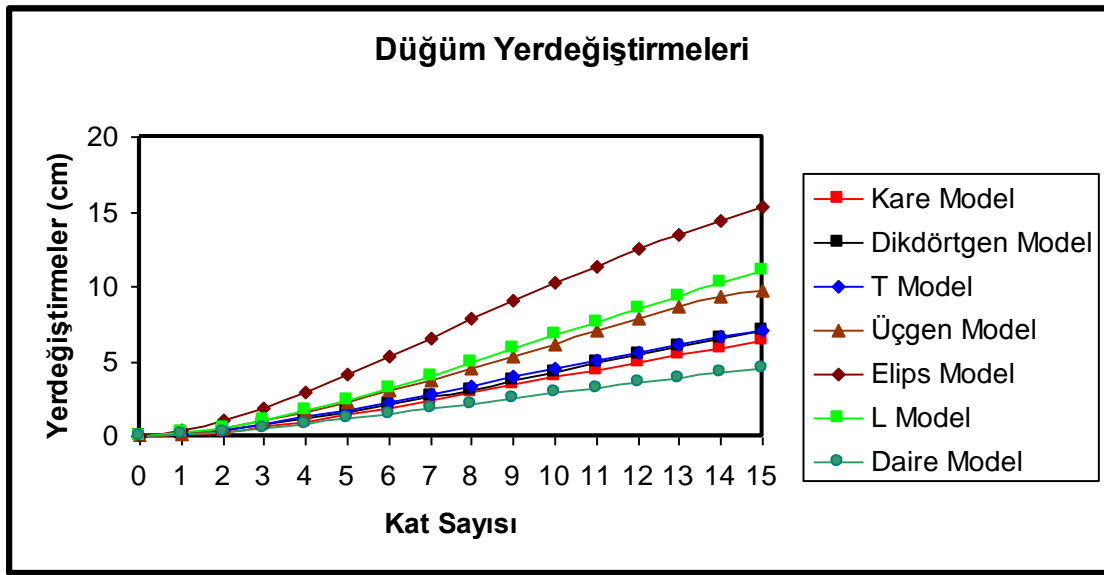
Kat yükseklikleri 3m. olan elips, kare, daire, dikdörtgen, L, T ve üçgen şeklindeki modeller için yapılan analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Burada kesme kuvveti ve moment değerleri en yüksek çıkan model elips şeklindeki modeldir. En düşük değerler ise daire şeklindeki modelde bulunmuştur. Diğer sonuçlar aşağıda Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kesme kuvveti ve moment değerleri

Modeller	V <sub>x</sub> (KN)	V <sub>y</sub> (KN)	M <sub>x</sub> (KNm)	M <sub>y</sub> (KNm)	M <sub>z</sub> (KNm)
Kare	29820	33150	1150000	927400	3331

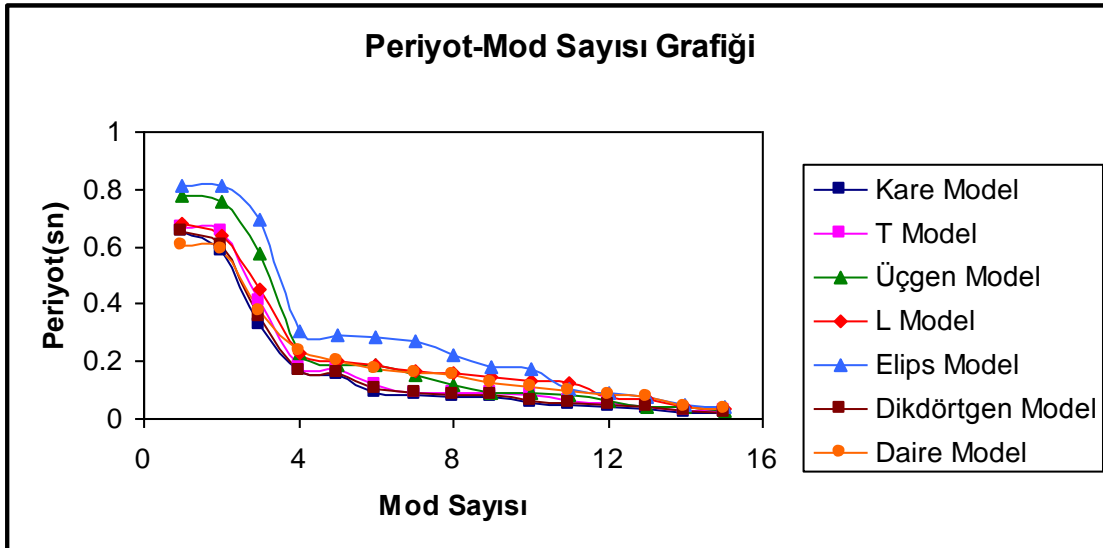
<b>Dikdörtgen</b>	31000	33160	1172000	938000	584500
<b>T</b>	31970	33210	1191000	945500	381100
<b>L</b>	34000	37780	1232000	992000	498400
<b>Elips</b>	37250	38060	1366000	1098000	391900
<b>Üçgen</b>	32970	35260	1212000	962800	539400
<b>Daire</b>	26060	32300	1109000	796600	2206

Bu modeller için yerdeğiştirme-kat sayısı grafiği karşılaştırmaları yapılmıştır. En büyük yerdeğiştirme elips şeklindeki modelde, en düşük yerdeğiştirme daire şeklindeki modelde bulunmuştur. Değerler aşağıda Şekil 6' da verilmiştir.



Şekil 6 Zemin kat yüksekliği 3 m olan perde sistemli modellerin yerdeğiştirme-kat sayısı grafiği.

Değişik geometriye sahip bu modellerde periyot-mod sayısı grafiği karşılaştırmaları yapılmıştır. Mod sayısı 15 olarak seçilmiştir. En yüksek periyot elips şeklindeki modelde, en düşük periyot daire şeklindeki modelde elde edilmiştir. Sonuçların karşılaştırılması Şekil 7'de yapılmıştır.



Şekil 7 Zemin kat yüksekliği 3 m olan perde sistemli

modellerin periyot-mod sayısı grafiği.

Tasarımcı tarafından deprem bölgelerinde yapılacak yapılar tasarlanırken, kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmesine dikkat edilmelidir.

## **5. KAYNAKLAR**

- [1] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1997) İnşaat Mühendisleri Odası.
- [2] Celep, Z., Kumbasar, N., (1993) Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [3] Ertutar, Y., (1995) Betonarme Yüksek Yapılarda Yatay Yük Etkisi, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- [4] Ersoy, U., (1995) Betonarme II-Döşemeler ve Temeller, Evrim Yayınevi.
- [5] Döndüren M.S., (2003), ‘’Planda değişik geometriye sahip çok katlı betonarme yapıların zaman- tanım aralığında dinamik analizi’’ , Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.