



**PERDE ORANININ
YAPI KUVVET DAĞILIMINA ETKİSİ**

Emre ALKAZAN

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İlker KAZAZ**

2022

Her hakkı saklıdır.



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

PERDE ORANININ YAPI KUVVET DAĞILIMINA ETKİSİ

Emre ALKAZAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İlker KAZAZ

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Erzurum

2022

Her hakkı saklıdır

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki tüm bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

27 / 01 / 2022

Emre ALKAZAN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PERDE ORANININ YAPI KUVVET DAĞILIMINA ETKİSİ

Emre ALKAZAN

Erzurum Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İlker KAZAZ

Perde oranının (p) yapı taşıyıcı sisteminin belirlenmesinde önemli bir rolü vardır. DBYBHY-2007’de yapı taşıyıcı sistemini belirlemek için perdelerin aldığı kesme kuvvetinin taban kesme kuvvetine oranı kullanılırken, TBDY-2018’de perdelerin tabanında oluşan momentin deprem yüklerinin bina tabanında oluşturduğu toplam devrilme momentine oranı kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında perde oranı yapı kuvvet dağılımına etkisi üzerinde durulmuştur. 8, 16 ve 24 katlı betonarme kirişli ve plak döşemeli sistemler, (p) %0,5-%1-%2-%3 olacak şekilde SAP2000 programıyla incelenmiştir. Aynı perde oranı için perde uzunlukları (L_w) 1,5-2-3-4-5 metre olarak modellenerek perdelerin sağladığı yanal rijitliğin etkisi de dikkate alınmıştır. Süneklik düzeyi yüksek aynı yapı DBYBHY-2007’ye göre perde-çerçeve taşıyıcı yapı sistemi grubundayken, TBDY-2018’e göre birçok modelde taşıyıcı yapı sistemi çerçeve sistem olarak sınıflanmıştır. Bu doğrultuda yapılarda yüksek perde oranı varken ve bu perdeler kesme kuvvetini önemli ölçüde karşılıyorken, TBDY-2018’de verilen perde-çerçeve moment oranı alt sınır şartına ulaşamadığı görülmüştür. Bundan dolayı taşıyıcı yapı sistemini sınıflandırırken kesme kuvvetine göre belirlenmesi daha doğru olacağı gözlemlenmiştir.

2022, 77 sayfa

Anahtar Kelimeler: Perde Oranı, Dinamik Analiz, Kesme Kuvveti

ABSTRACT

MS. Thesis

EFFECT OF SHEAR WALL RATIO ON THE FORCE DISTRIBUTION IN STRUCTURES

Emre ALKAZAN

Erzurum Technical University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. İlker KAZAZ

The shear wall ratio (p) has an important role in determining the structural system. In DBYBHY-2007, the ratio of the shear force of the walls to the base shear force was used to determine the structural load-bearing system, while in TBDY-2018, the ratio of the moment formed at the base of the walls to the total overturning moment created by the earthquake loads at the base of the building is used. In this thesis, the effect of the shear wall ratio on the force distribution of the building is emphasized. 8, 16 and 24 storey reinforced concrete frame and flat-slab systems were analyzed with the SAP2000 program, with (p) 0.5%-1%-2%-3%. For the same shear wall ratio, the wall lengths are modeled as L_w 1,5-2-3-4-5 metres, and the effect of the lateral stiffness provided by the walls is taken into account. While the same structure with high ductility level is in the wall-frame structural system group according to DBYBHY-2007, the carrier structure system in many models is classified as framed system according to TBDY-2018. In this direction, while there is a high shear wall ratio in the buildings and these shear walls meet the shear force significantly, it has been observed that the lower limit condition for the moment ratio given for the frame-wall systems given in TBDY-2018 could not be reached. Therefore, it has been observed that it would be more accurate to determine according to the shear force while classifying the load-bearing structure system.

2022, 77 page

Keywords: Shear Wall Ratio, Dynamic Analysis, Shear Force

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her konuda yardım eden, çalışmamın her kısmında destek olan bugünlere gelmemde yol gösterip emek veren danışman hocam Prof. Dr. İlker KAZAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatımın her kısmında, her türlü manevi desteğini eksik etmeyen değerli aileme annem Hatice ALKAZAN'a, babam İnşaat Mühendisi Selami Yaşar ALKAZAN'a ve kardeşim Sena ALKAZAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerini benden esirgemeyen özellikle her konuda yardım eden Yüksek Makine Mühendisi Kübra YILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emre ALKAZAN
Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1. Oluşturulan Yapıların Tanıtılması	12
3.1.1. Bina kullanım sınıflarının belirlenmesi.....	12
3.1.2. Bina yükseklik sınıfının belirlenmesi.....	12
3.1.3. Sismik etkiler altındaki binaların planda ve düşeydeki düzensizlik durumları.....	13
3.1.4. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	13
3.1.5. Betonarme elemanların etkin kesit rijitlik çarpanları ve hareketli yük katılım katsayısı.....	13
3.2. Modellerin Ön Tasarımı ve Boyutlandırılması	14
3.2.1. 8 Katlı yapı.....	14
3.2.2. 16 Kat yapı	14
3.2.3. 24 Kat yapı	15
3.2.4. Kirişli Döşeme	15
3.3. Regresyon Analizi	16
3.3.1. Basit regresyon analizi	17
3.3.2. Çoklu regresyon analizi.....	17
3.4. Yapının Modellenmesi	18
3.5. Üç Boyutlu Modeller ve Kat Planları.....	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	40
4.1. Çatlamamış Kesit Değerleri	41
4.2. Çatlamış Kesit Değerleri	47

4.3. Değerlerin Karşılaştırılması	52
4.3.1. 8-16-24 kat çatlamamış kesit kirişli döşeme.....	52
4.3.2. 8-16-24 çatlamamış kesit plak döşeme periyot.....	58
4.3.3. 8-16-24 kat çatlamış kesit kirişli döşeme periyot	63
4.3.4. 8-16-24 kat çatlamış kesit plak döşeme periyot.....	68
4.4. Regresyon Analizi.....	73
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	77



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
A_o	Etkin yer ivme katsayısı
h_i	Binanın i'inci kat yüksekliği
I	Bina önem Katsayısı
L_w	Perdenin plandaki boyu [m]
M_w	Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]
M_c	Betonarme kolonların tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]
M_x	Binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
p	Perde oranı
Q	hareketli yük etkisi
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	Deprem yükü azaltma katsayısı
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_{y-1}	Binanın Y doğrultusunda hakim periyodu [s]
V_w	Betonarme perdenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvveti [kNm]
V_y	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
Δ_i	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$	Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görel kat ötelemesi

Kısaltmalar

DBYBHY 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeli

TBDY 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kat planı	5
Şekil 2.2. Yapı performansına göre önerilen perde oranı.	5
Şekil 2.3. Perde oranına bağlı yapı parametreleri.	6
Şekil 2.4. Perde oranı ve kat ötelenmesi	7
Şekil 2.5. Model4-model5 kat planı.	8
Şekil 2.6. Çerçeveli bina modeline perde yerleşimiyle bina performansında artış olduğu gözlemlenmiş.	9
Şekil 2.7. Maksimum görelî kat öteleme-perde oranı arasındaki ilişki.	10
Şekil 2.8. Maksimum görelî kat öteleme-perde oranı arasındaki ilişki.	10
Şekil 2.9. Perde kesme kuvvetinin toplam taban kesme kuvvetine oranı arasındaki ilişki.	11
Şekil 3.1. T Kiriş.	16
Şekil 3.2. Yapı modellerinin şeması	18
Şekil 3.3. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=1.5$ m)	21
Şekil 3.4. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=2$ m)	22
Şekil 3.5. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=3$ m)	23
Şekil 3.6. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=4$ m)	24
Şekil 3.7. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=5$ m)	25
Şekil 3.8. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1$ ve $L_w=1.5$ m)	26
Şekil 3.9. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1$ ve $L_w=2$ m)	27
Şekil 3.10. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1$ ve $L_w=3$ m)	28
Şekil 3.11. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1$ ve $L_w=4$ m)	29
Şekil 3.12. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1$ ve $L_w=5$ m)	30
Şekil 3.13. 3 boyutlu ve kat planları ($P=2$ ve $L_w=1.5$ m)	31
Şekil 3.14. 3 boyutlu ve kat planları ($P=2$ ve $L_w=2$ m)	32
Şekil 3.15. 3 boyutlu ve kat planları ($P=2$ ve $L_w=3$ m)	33
Şekil 3.16. 3 boyutlu ve kat planları ($P=2$ ve $L_w=4$ m)	34
Şekil 3.17. 3 boyutlu ve kat planları ($P=2$ ve $L_w=5$ m)	35
Şekil 3.18. 3 boyutlu ve kat planları ($P=3$ ve $L_w=2$ m)	36
Şekil 3.19. 3 boyutlu ve kat planları ($P=3$ ve $L_w=3$ m)	37
Şekil 3.20. 3 boyutlu ve kat planları ($P=3$ ve $L_w=4$ m)	38

Şekil 3.21. 3 boyutlu ve kat planları ($P=3\%$ ve $L_w=5\text{ m}$)	39
Şekil 4.1. 8 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi.....	55
Şekil 4.2. 16 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi	56
Şekil 4.3. 24 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi	57
Şekil 4.4. 8 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi	60
Şekil 4.5. 16 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi	61
Şekil 4.6. 24 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi	62
Şekil 4.7. 8 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi	65
Şekil 4.8. 16 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi.....	66
Şekil 4.9. 24 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi.....	67
Şekil 4.10. 8 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi	70
Şekil 4.11. 16 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi	71
Şekil 4.12. 24 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi.	72
Şekil 4.13. Çatlamamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 1a denklemi ile elde edilen grafik	73
Şekil 4.14. Çatlamamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 2a denklemi ile elde edilen grafik	74
Şekil 4.15. Çatlamamış kesit plak döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 3a denklemi ile elde edilen grafik	74
Şekil 4.16. Çatlamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 4a denklemi ile elde edilen grafik	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. DBYBHY 2007-TBDY 2018 karşılaştırması.....	2
Çizelge 3.1. Bina yükseklik sınıfları.....	13
Çizelge 3.2. Etkin kesit rijitlik	14
Çizelge 3.3. İki değişken arasındaki farklı bağlantılar	17
Çizelge 3.4. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri	19
Çizelge 3.5. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri	19
Çizelge 3.6. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri	19
Çizelge 3.7. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri	19
Çizelge 3.8. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri	19
Çizelge 4.1. Perde uzunluğu 1.5 m için çatlamamış kesit değerleri	42
Çizelge 4.2. Perde uzunluğu 2 m için çatlamamış kesit değerleri	43
Çizelge 4.3. Perde uzunluğu 3 m için çatlamamış kesit değerleri	44
Çizelge 4.4. Perde uzunluğu 4 m için çatlamamış kesit değerleri	45
Çizelge 4.5. Perde uzunluğu 5 m için çatlamamış kesit değerleri	46
Çizelge 4.6. Perde uzunluğu 1.5 m için çatlamış kesit değerleri	47
Çizelge 4.7. Perde uzunluğu 2 m için çatlamış kesit değerleri	48
Çizelge 4.8. Perde uzunluğu 3 m için çatlamış kesit değerleri	49
Çizelge 4.9. Perde uzunluğu 4 m için çatlamış kesit değerleri	50
Çizelge 4.10. Perde uzunluğu 5 m için çatlamış kesit değerleri	51
Çizelge 4.11. P, N, Lw ye bağlı T denklemi.....	73

1. GİRİŞ

DBYBHY 2007 yönetmeliği revize edilerek TBDY 2018 yönetmeliği olarak yürürlüğe girmiştir. Bu değişikle yapı taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılması DBYBHY 2007’de kesme kuvvetine bağlıken, güncel yönetmelik olan TBDY 2018’de ise momente bağlı yapı taşıyıcı sistemlerin tanımlaması vardır. TBDY 2018 ve önceki yönetmelik olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik’te (DBYBHY-2007) betonarme taşıyıcı sistemlerde R katsayısının uygulanmasında bazı sınırlamalar ve kurallar gösterilmiştir. Bu kurallar ve sınırlamalar dâhilinde DBYBHY 2007’de V_w/V_t perdelerin tabanında meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen kesme kuvvetine oranı şeklinde ifade edilmiştir. TBDY-2018 de ise $\sum M_{DEV}/M_o$ perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamının binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam devrilme momentine oranına bağlı olarak formüle edilmiştir. Ancak önceki ve güncel olan yönetmeliklerdeki ilgili ifadelere bakıldığında oran tanımı değişmekle birlikte oranlar için tanımlanan alt ve üst sınır değişmediği görülmüştür. Örneğin deprem yüklerinin perdeler ve çerçeveler tarafından birlikte taşındığı perde-çerçeve sistemlerde hem kesme kuvveti ve hem de moment oranı alt sınırı 0.4 ve üst sınırı ise 0.75 olarak önerilmiştir. Taşıyıcı sistemlerde kesme ve moment arasındaki ilişki bilinmekle birlikte bu değerlere bağlı olarak perdelerin sistem içerisindeki etkinliğini ifade etmek için kullanılan V_w/V_t ve $\sum M_{DEV}/M_o$ oranlarının aynı sınır değerleri kullanması doğru bir yaklaşım değildir. Bu durumdan anlaşılabacağı üzere perdeli sistemlerde kuvvet dağılımına bağlı olarak sistemlerin davranışları üzerinde öngörude bulunarak azaltılmış deprem yükleri hesaplanmaktadır. Çizelge 1.1’de özet bir şekilde iki yönetmeliği karşılaştırdığımızda, deprem yükü azaltma katsayısı DBYBHY-2007’de taşıyıcı sistemi Tablo 2.5’de taşıyıcı sistem davranış katsayısı R’ye ve doğal titreşim periyodu T ye bağlı olan $R_a(T)$ formülüyle hesaplayarak belirlenir. TBDY-2018’de Tablo 4.1’de yerinde dökme ve ön üretimli betonarme bina taşıyıcı sistemleri belirtilen süneklik düzeyleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı (D) verilmiştir. R ve D katsayıları doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ ’nin hesaplanmasında gereklidir. Betonarme sistemler Tablo 2.5’de verildiği gibi süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler, süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemlerle süneklik

1. GİRİŞ

düzeyi normal çerçevelerin süneklik düzeyi yüksek perdelerle birlikte deprem etkilerinin karşılandığı binalara ise süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler denilmektedir. Tablo 4.1’de verildiği üzere süneklik düzeyleri bakımından süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler, süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler ve süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistem olarak 3 sınıfa ayrılmıştır. Süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler, süneklik düzeyi sınırlı çerçeve taşıyıcı sistemlerin, süneklik düzeyi yüksek betonarme perdeler veya çelik çaprazlı çerçevelerle birlikte kullanılması ile oluşan sistemlerdir.

Çizelge 1.1. DBYBHY 2007-TBDY 2018 karşılaştırması

DBYBHY 2007 (Tablo 2.5)			TBDY 2018 (Tablo 4.1)		
1. Yerinde Dökme Betonarme Binalarda			A. Yerinde Dökme Betonarme Bina Taşıyıcı Sistem A.1 Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistem		
1.1. Deprem yüklerinin tamamı çerçevelerle taşındığı binalar			A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar		
1.2. Deprem yüklerinin tamamı bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar			A12. Deprem etkilerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar (tünel kalıp binalar).		
1.3. Deprem yüklerinin tamamı boşluksuz perdelerle taşındığı binalar			A13. Deprem etkilerinin tamamının boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar.		
1.4. Deprem yükleri çerçevelerle birlikte bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz perdelerle birlikte taşındığı binalar			A14. Deprem etkilerinin moment aktaran çerçeveler ile bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar		
			A15. Deprem etkilerinin moment aktaran betonarme çerçeveler ile boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar		
			A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m’yi geçmeyen betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar (prefabrik binalar).		
$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) \frac{T}{T_A} \quad (T \leq T_A)$			$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T}{T_B} \quad (T_{BA} > T)$		
$R_a(T) = R \quad (T_A < T)$			$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad (T_{AB} < T)$		
DBYBHY 2007'ye Göre Perde-Çerçeve Sistem Koşulları			TBDY 2018'e Göre Perde- Çerçeve Sistem Koşulları		
Süneklik Düzeyi Yüksek	$\alpha_s \leq 0.75$		$0.40M_o < \Sigma M_{DEV} < 0.75M_o$		
Süneklik Düzeyi Karma	$\alpha_s \geq 0.40$		$\Sigma M_{DEV} \geq 0.75M_o$		
Süneklik Düzeyi Sınırlı	$\alpha_s \geq 0.75$		$\Sigma M_{DEV} \geq 0.75M_o$		
	0%-75%	100%	0%	40%-75%	100%
	Çerçeve-Perdeli	Perdeli Sistem	Çerçeve Sistem	Çerçeve-Perdeli	Perdeli Sistem

Perdeli sistemlerde perdelerin sayısı ve uzunluğuna, yani perde miktarına bağlı olarak yapı davranışı çerçeve davranışından (kayma) konsol davranışına (eğilme) doğru dönüşmektedir. Dolayısıyla sistemde perdelerin miktarını ifade etmek için perde oranı (p), bir yöndeki perdelerin plandaki toplam alanın bina plan alanına oranı, sıklıkla kullanılır. Ayrıca, aynı perde oranına sahip olsa bile farklı uzunluklardaki perdelerin sağlayacağı yanaş rijitlik farklı olacağından perde boyu da perdeli sistem davranışına etki eden önemli bir parametre olarak değerlendirilmiştir. Perde yüksekliği (H_w)- perde boyu (L_w) oranı perdelerin davranışında belirleyici olan diğer bir parametredir. Perde yüksekliğini temsilen bina kat âdeti (N) araştırmanın parametreleri arasına dâhil edilmiştir. Perdeler kirişli döşemeli sistemlerde kullanıldığında perde-çerçevenin kendi rijitliğine bağlı olarak deprem yüklerinin karşılanmasında ve ötelenmesinde azaltıcı yöndeki etkisi ve çerçevenin kendi rijitliğine bağlı olarak deprem yüklerinin karşılanmasında ve ötelenmelerin kontrolünde çerçeveye birlikte etkili bir taşıyıcı sistem oluştururlar. Ülkemizde perdelerin çerçevelerle kullanımı oldukça yaygındır. Öte yandan, perdeler yanal rijitliği konvansiyonel (geleneksel) çerçevelere göre oldukça az olan dolu (asmolen) veya boşluklu dişli döşemeli ve plak döşemeli sistemlerin deprem bölgelerinde inşa edilebilmesi için zaruri bir taşıyıcı sistem bileşenidir. Bu her iki sistem türünde perdelerin farklı ölçüde kuvvet dağılımına etki etmektedir.

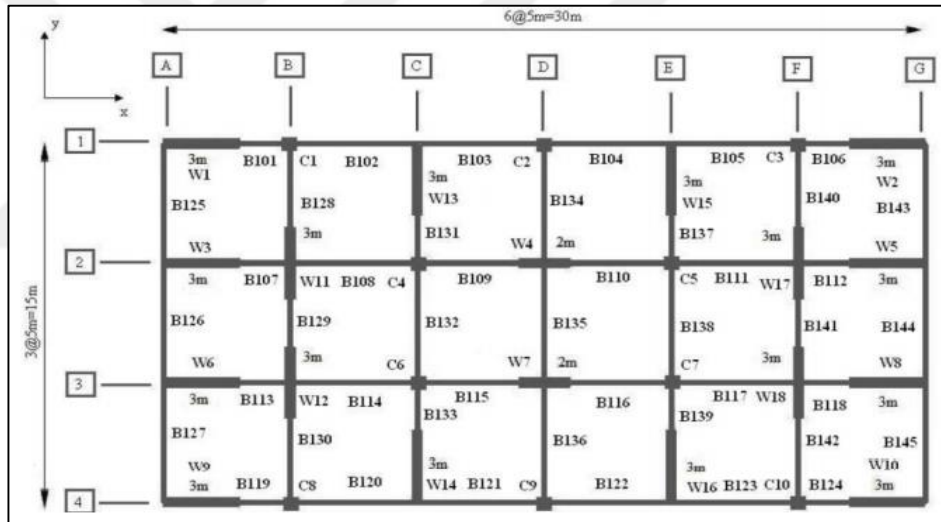
Bu tez kapsamında perde-çerçeve davranışını gözlemleyebilmek için dört farklı perde oranı temel alınmıştır. Aynı perde oranına sahip olsa bile farklı uzunluklardaki perdelerin sağlayacağı yanal rijitlik farklı olacağından perde boyu 'da dikkate alınarak beş farklı uzunlukta dikdörtgen kesitli perdeler oluşturulmuştur. Perde yüksekliği (H_w)- perde boyu (L_w) oranı perdelerin davranışına etkili olmakla beraber bu yüksekliği temsil eden üç farklı kat âdeti (N) parametreler içerisine dâhil edilmiştir. Perdeler kirişli döşemelerle birlikte kullanıldığında deprem yüklerinin karşılanmasında ve ötelenmesinde azaltıcı yöndeki etkisini incelemek için sistemde kirişli ve kirişsiz döşeme tipleri oluşturulmuştur. Etkin kesit rijitlikleri incelemelere dâhil edilmiştir. SAP2000 yapı analiz programı ile modeller oluşturulmuştur. DBYBHY 2007 eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapı kuvvet dağılımları incelenmiştir.

SAP2000 programı yardımıyla oluşturulan modellerden elde edilen değerlerle kesme kuvveti-perde oranı, moment-perde oranı, perde oranı-periyot ve perde oranı-

görelî kat ötelenmesi grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler DBYBHY-2007 ve TBDY 2018' e göre sınır şartlarına baēlı olarak yorumlar yapılmıştır. İncelemelerde perde oranının artmasıyla ve perde boyunun uzamasıyla periyodun azaldığı gözlemlenmiştir. Bu gözlemlleme sonucunda perde oranı, perde uzunluğu ve kat âdetine baēlı olarak regresyon analizi yapılarak dört farklı grupta periyot formülü üretilmiştir. Regresyon analizi ile oluşturulan bu dört formülü, SAP2000 programı ile elde edilen periyotların ve regresyon formülü ile bulunan periyotla kıyaslaması yapılmıştır. Ayrıca karşılaştırmalar grafiksel olarak verilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

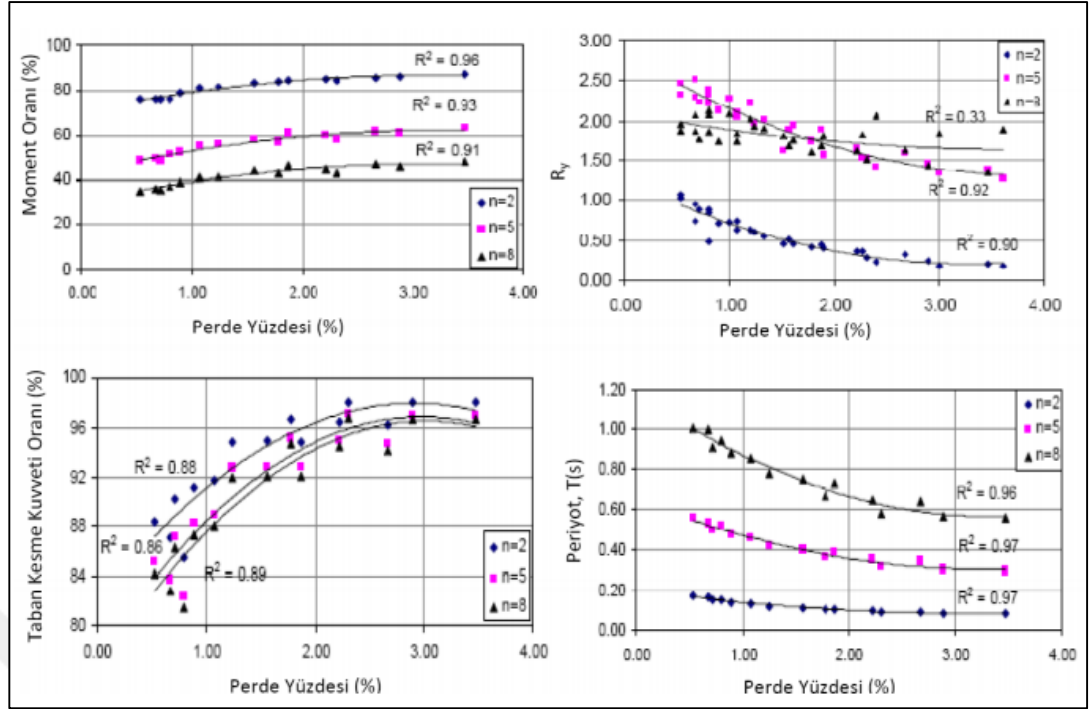
Soydaş (2009) yüksek lisans tezinde az ve orta katlı betonarme yapılarda tercih edilen değişken perde oranlarının, binanın deprem etkisi altında irdelleyen analitik bir çalışma yapmıştır. Bu kapsamla 2, 5 ve 8 katlı betonarme yapılar farklı perde oranları ile birlikte üç boyutlu modeller oluşturulmuştur. DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre yapılmıştır. Sadece yüksek süneklikli perdeler kullanılarak boyutlandırılan yapılar Şekil 2.1’de örnek kat olanı gösterilen 5 farklı kat planı, 3 farklı kat adedi ve 3 farklı perde duvar kalınlığı olmak üzere toplamda 45 tipte türetilmiştir. Yapı malzemesi için hem C20 sınıfı beton hem de S420 sınıfı betonarme çeliği tercih edilmiştir. Modellerin doğrusal elastik ve elastik ötelenmelerinin perde oranına göre değişimleri elde edilerek sonuçları diğer literatürdeki yaklaşımların sonuçlarıyla kıyaslanmıştır.



Şekil 2.1. Kat planı (Soydaş 2009)

n	Perde Oranı (%)		
	HK	CG	GÖ
2	0.50	0.50	0.50
5	1.00	1.30	1.30
8	1.00	1.30	1.60

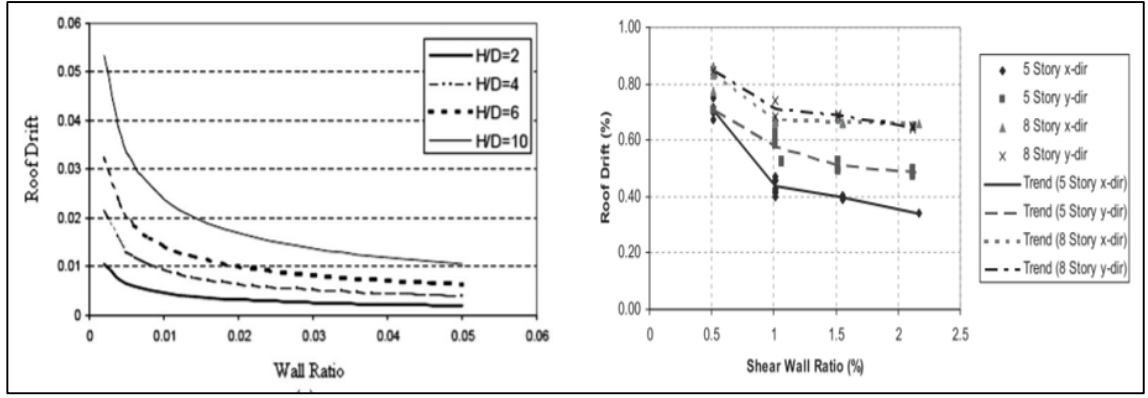
Şekil 2.2. Yapı performansına göre önerilen perde oranı (Soydaş 2009)



Şekil 2.3. Perde oranına bağlı yapı parametreleri (Soydaş 2009)

Şekil 2.3’ de örnek analiz sonucu gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre ötelenmenin az ve orta katlı betonarme binaların perdeleri için birinci önceliği olmadığı gözlemlenmiştir. DBYBHY-2007 tanımlı bina performans sınırları ile perde endeksleri arasında bir ilişki kurulamamıştır. Tasarım aşamasındayken perde oranı limitleri önerilmiştir (Soydaş 2009).

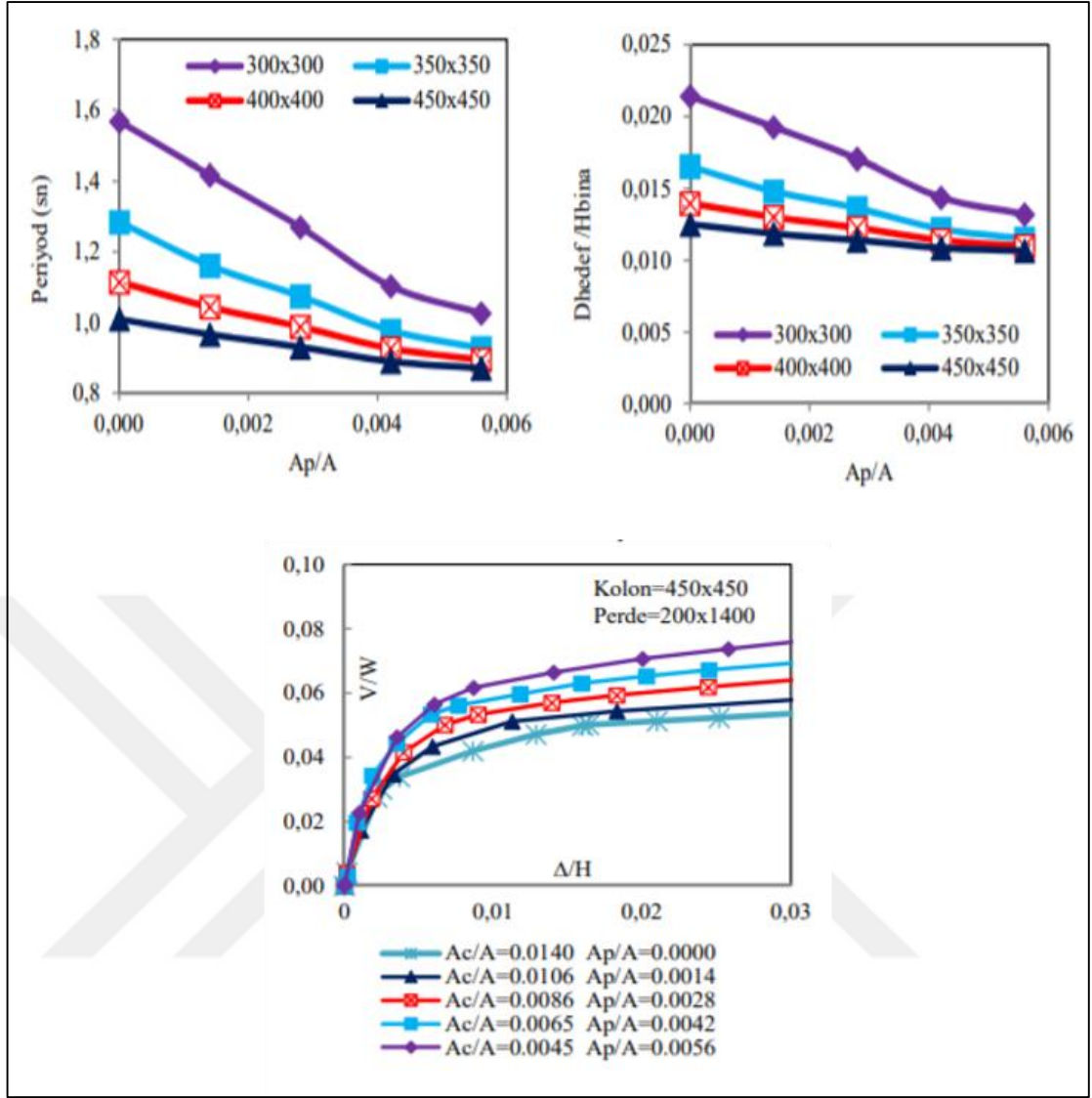
Burak ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada birbirine her doğrultuda %0,51 ile %2,17 arasında değişen perde oranında 5 ve 8 katlı 24 adet orta katlı betonarme bina modelleri yapılmıştır. Doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizleri yapılmıştır. Bu betonarme bina modelleri için deprem yükü altındaki davranışları incelenmiştir. Analizlerde bina modellerine yedi farklı yer hareketi kaydı uygulanmış ve elde edilen verilerin ortalaması sismik performansın değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Şekil 2.4’de örnek verilen grafikte binaların genel sismik performansını etkileyen bu çalışmada dikkate alınan ana parametreler, çatı katları arası ötelenmeler ve taban kesme kuvveti tepkileri bulunmuştur. Analitik sonuçlar, ötelemeyi kontrol etmek için orta katlı binaların tasarımında en az %1.0 perde duvar oranının sağlanması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, perde duvar oranı %1.5’in üzerine çıktığında sismik performanstaki iyileşmenin olmadığı gözlenmektedir (Burak vd 2013).



Şekil 2.4. Perde oranı ve kat ötelenmesi (Burak vd 2013)

Çömlekoğlu tarafından yapılan analitik çalışmada perde oranının betonarme binalardaki yatay yükler altındaki davranışa olan etkisi incelenmiştir. Buna ek olarak perdelerin yapı planındaki konumu ve mevcut kolonların kesit alanlarının yapının davranışa olan etkilerini de parametrelere dâhil etmiştir. Beş ve sekiz kattan oluşan her iki doğrultu için %0,51 ile %2,17 aralığında olan yirmi dört adet betonarme perdeli yapı modeli oluşturulmuştur. Bu modeller nonlineer zaman-tanım alanıyla PERFORM 3D programı ile analiz edilmiştir. 1981’de ABD - Japonya Ortak Araştırma Projesi için test edilen, yedi katlı betonarme perdelerle sahip binanın deneysel sonuçlarıyla kıyaslanarak kontrol edilmiştir. Analizler için yedi farklı deprem kaydının ortalaması alınıp deprem yükü oluşturulmuştur. Binaların, çatı ve görelî kat ötelemeleri ve taban kesme kuvveti özellikleri gibi yapısal davranışı oluşturan parametreler olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda tasarımlarında, kat öteleme sınırlarını sağlayabilmesi için en az %1,0 oranında perde kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, perde oranı %1,5’un üzerine çıkartıldığında, perde oranının %1,5’dan fazla olan binalar için deprem yükleri altındaki davranışa etkisi azalmaktadır (Çömlekoğlu 2009).

Günel’in yaptığı çalışmada perde oranının betonarme yapıların deprem yükleri altındaki davranışına etkisini incelemek için analitik bir çalışma yapmıştır. Her iki doğrultuda % 0,00 ve %2,50 arasında değişen betonarme perde oranında beş adet mevcut okul binasını güçlendirme yaparak performans düzeyleri incelenmiştir. Yirmi dört adet betonarme binada kat planları, kat adeti ve malzeme özelliklerini değiştirerek modeller oluşturulmuştur ve bu binaların doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizleri, SAP2000 v14.2.0 yazılımı kullanılarak yedi farklı yer hareketi kaydı altında yapılmıştır. Perde duvar oranı %1,00 olan bir bina, bu oranın %0,00 veya %0,50 olduğu binalara kıyasla

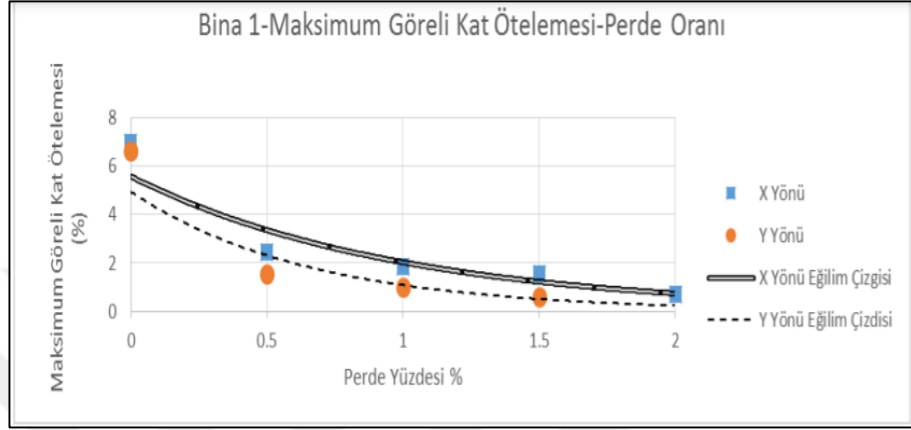


Şekil 2.6. Çerçevesiz bina modeline perde yerleşimiyle bina performansında artış olduğu gözlemlenmiş (Sakcalı vd 2017).

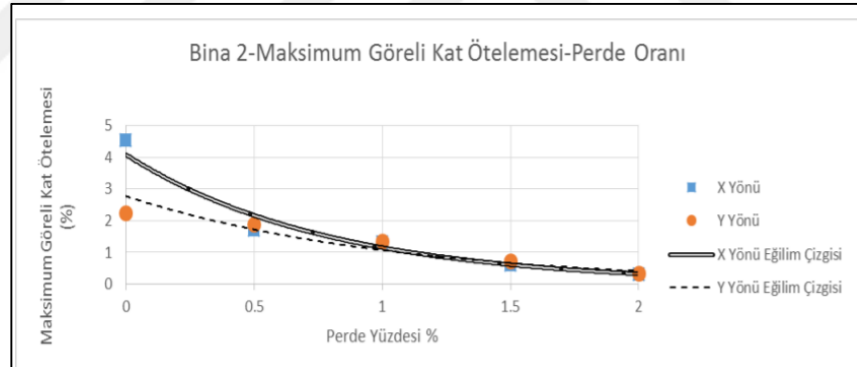
Avşar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 2. Türkiye deprem mühendisliği ve sismoloji konferansında 17 Ağustos Kocaeli depreminde ileri derecede hasar almış veya ayakta kalamamış 2 adet betonarme bina ele alınmıştır. Statik ve mimari projeleri ulaşılarak elde edilen bu iki binaların taşıyıcı elemanların boyutları, malzeme özellikleri, donatı (düz demir veya nervürlü demir) ve beton dayanımı hakkında bilgiler bulunmamaktadır. Bu çalışmada mimari tasarım ve piyasa talepleri düşünülmeden her iki doğrultuda burulmaya ve davranışı etkilemeye neden olmayacak şekilde simetrik perdeler yerleştirilecektir. Doğrusal olmayan analitik modelleri oluşturulan binaların perdesiz ve perdeli sismik performansları karşılaştırıldıktan sonra değişik perde oranlarının yapı modellerinde sismik performansa etkileri araştırılmıştır. Binaların performans seviyesini

2. KAYNAK ÖZETLERİ

güvenilir tarafta olacak şekilde kritik perde duvar oranı belirlenecektir. Şekil 2.7 ve Şekil 2.8’de bu iki yapı için %2 görelî kat öteleme sınırını sağlayan perde oranı %1 olarak bulunmuştur. Bu iki bina için yapılan çalışmada %1 perde oranına sahip yapıların davranışının farklı modeller ve yerleşimi sayısı arttırarak geliştirilmesi önerilmektedir (Avşar vd 2013).



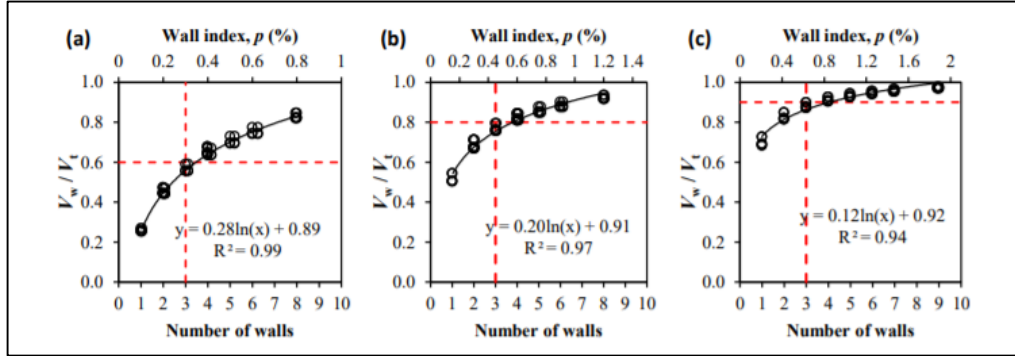
Şekil 2.7. Maksimum görelî kat ötelemesi-perde oranı arasındaki ilişki (Avşar 2013)



Şekil 2.8. Maksimum görelî kat ötelemesi-perde oranı arasındaki ilişki (Avşar 2013)

Kazaz (2016)’ın yaptığı çalışmada ötelenme oranı, taban plastik dönmesi ve basınç gerilmesini parametrik açıdan inceleyen bu çalışmada toplam perde alanının kat alanına oranı olarak tanımlanan perde oranı, perde-çerçeve sistemlerde perde oranı değiştirilerek perde tabanındaki sismik talepler araştırılmıştır. Perde oranları %0.2 den %2.00 aralığında olan 4, 8, 12 katlı betonarme perde-çerçeve modelleri oluşturulmuştur. Doğrusal olmayan zaman-tanım alanı analizi ve tasarım spektrumu, yer hareketi uygulanarak hesaplanmıştır. Perde oranı %0,20 ile %0,60 aralığında olan perde-çerçeve sistemlerinde perdelerin deprem etkilerinde büyük hasar olmadan ayakta kalamadıkları gözlemlenmiştir. Şekil 2.9’da çerçeve ve perde duvarların enine kirişlerle bağlandığı ikili

sistemlerin tasarımında, taşıyıcı elemanlarının aşırı hasar görmesini önlemek için minimum perde oranı değerinin %0,60'dan büyük olması önerilmektedir (Kazaz 2016).



Şekil 2. 9. Perde kesme kuvvetinin toplam taban kesme kuvvetine oranı arasındaki ilişki (Kazaz 2016).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Oluşturulan Yapıların Tanıtılması

8, 16 ve 24 kat adetleriyle yapılar ilk olarak kirişli ve plak döşeme olarak ikiye ayrılmıştır. Bunlara bağlı olarak perde oranları sırasıyla %0,5, %1, %2, %3 olmak üzere 4 grupta incelenmiştir. Ayrıca perde uzunlukları (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 metre olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla birden fazla çeşitte modeller elde edilmiştir. Toplam 228 adet model için analizler yapılmıştır. Kolon, perde ve kiriş elemanlar çubuk eleman olarak modellenmiştir, döşeme katmanlarında ise kirişli döşemede Shell eleman T kirişin başlık kalınlığında, plak döşemede ise Shell eleman 20 cm kalınlığında kullanılmıştır. Hesap yöntemi olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Alt başlıklarda modellemeler için gerekli olan şartlar sırası ile uygulanarak devam edilmiştir.

3.1.1. Bina kullanım sınıflarının belirlenmesi

TBDY-2018 yönetmelikte bulunan Tablo 3.1’de bina kullanım sınıfı (BKS) ve deprem tasarım sınıflarının (DTS) kesişim bölgelerinin gösterdiği sınıf, binaların kullanım amaçlarına göre konut olarak seçildiğinden dolayı, Bina Kullanım Sınıfı (BKS) 3, Bina Önem Katsayısı (I) 1 olarak elde edilir.

3.1.2. Bina yükseklik sınıfının belirlenmesi

Bina Yüksekliği ve Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)’na göre seçilen Bina Yükseklik Sınıfı Çizelge 3.1’de verilmiştir. Modellenen yapıların Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) 1 ayrıca Bina Yükseklikleri sırasıyla 24-48-72 m (HN) olduğundan dolayı Bina Yükseklik Sınıfı da sırasıyla $BYS=5$, $BYS=3$ ve $BYS=1$ (BYS) olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.1.Bina yükseklik sınıfları (TBDY 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (m)		
	DTS=1,1a,2,2a	DTS=3,3a	DTS=4,4a
BYS=1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS=2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS=3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS=4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS=5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS=6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS=7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS=8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

3.1.3. Sismik etkiler altındaki binaların planda ve düşeydeki düzensizlik durumları

Planda düzensizlik durumları TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen durumlar Tablo 3.6 da verilmiştir. Bu düzensizliklerin önlenerek yapısal davranışlara etkilerinden kaçınılmıştır.

3.1.4. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Yerinde dökme betonarme yapılar için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) verilmiştir. Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi dikkat edilerek Bina Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı belirlenmiştir. $R=6$ alınmıştır.

3.1.5. Betonarme elemanların etkin kesit rijitlik çarpanları ve hareketli yük katılım katsayısı

Betonarme taşıyıcı sistem elemanları yönetmelikte Tablo 4.2 de verilen etkin kesit rijitlikleri çarpanı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Etkin kesit rijitlik (TBDY 2018)

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	Eksenel	Kayma
Perde-Döşeme (Düzlem İçi)		
Perde	0,50	0,50
Bodrum Perdesi	0,80	0,50
Döşeme	0,25	0,25
Perde-Döşeme (Düzlem Dışı)	Eğilme	Kesme
Perde	0,25	1,00
Bodrum Perdesi	0,50	1,00
Döşeme	0,25	1,00
Çubuk Eleman	Eğilme	Kesme
Bağ Kirişi	0,15	1,00
Çerçeve kirişi	0,35	1,00
Çerçeve kolonu	0,70	1,00
Perde (Eşdeğer çubuk)	0,50	0,50

TBDY 2018 'e göre konutlar için hareketli yük katılım katsayısı (n) Tablo 4.3 de verilmiş olan 0.3 alınmıştır.

3.2. Modellerin Ön Tasarımı ve Boyutlandırılması

Modellerin kolon ön tasarımları oluşturulurken taşıma kapasitesinin %25'i kadar yük almış olması istendi bundan dolayı 8, 16 ve 24 katlı yapı modelleri için 3 farklı kolon ön tasarımları yapıldı. Kolon kesitleri belirlenirken de 8 katlı yapı modeli için C30 sınıfı beton, 16 Katlı yapı modeli için C35 beton ve 24 katlı yapı modeli içinde C40 beton sınıfları ön görülerek tasarım kesitleri belirlendi.

3.2.1. 8 Katlı yapı

$$0.25 = \frac{P}{F_{ck} \times A_c} \text{ ise } 0.25 = \frac{8x(1.4G + 1.6Q)}{F_{ck} \times A_c} \quad 0.25 = \frac{8x(1.4x6,50x22,09 + 1.6x2x22,09)}{30000x \text{ axa}}$$

$$(a_{8 \text{ kat}})^2 = 0.290 \text{ m}^2 \text{ ise } a = 0,55 \text{ m}$$

3.2.2. 16 Kat yapı

$$0.25 = \frac{P}{F_{ck} \times A_c} \text{ ise } 0.25 = \frac{16x(1.4G + 1.6Q)}{F_{ck} \times A_c} \quad 0.25 = \frac{16x(1.4x6,50x22,09 + 1.6x2x22,09)}{35000x \text{ axa}}$$

$$(a_{16 \text{ kat}})^2 = 0.497 \text{ m}^2 \text{ ise } a = 0,70 \text{ m}$$

3.2.3. 24 Kat yapı

$$0.25 = \frac{P}{Fck \times Ac} \text{ ise } 0.25 = \frac{24x(1.4G + 1.6Q)}{Fck \times Ac} \quad 0.25 = \frac{24x(1.4x6,50x22,09 + 1.6x2x22,09)}{40000x \text{ axa}}$$

$$(a_{24\text{kat}})^2 = 0.652 \text{ m}^2 \text{ ise } a = 0,80 \text{ m}$$

Binaya etkiyen yükler şöyledir:

Hareketli yük(q):2 kN/m²

Sıva-Harç-Kaplama yükü birim ağırlıkları: 0.2 kN/ m³

Harç:0.6 kN/ m²

Tavan sıvası:0.6 kN/ m²

Gaz beton kullanımı 0.25 kN/ m³ (1 m² de 7 adet Gaz beton vardır 0.25x7=1.75 kN/m²)

İç sıva (Sıva yoğunluğu 0.2 kN/ m³ (3 cm) ise =0.6 kN/ m²

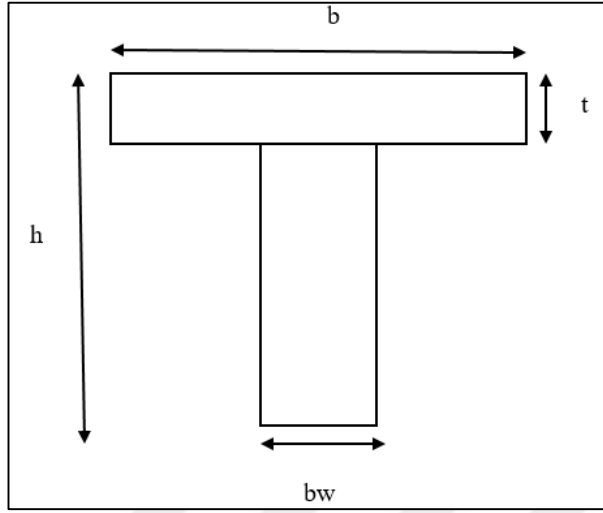
Dış sıva (Sıva yoğunluğu 0.2 kN/ m³ (4 cm) ise =0.8 kN/ m²

$$\Sigma \text{Duvar} = 3.15 \text{ kN/m}^2$$

3.2.4. Kirişli Döşeme

Şekil 3.1’de parametrelerin yerleri gösterilmiştir. Parametre değerlerimiz b=0.9, bw=0.3, h=0.6 ve t=0.15 ‘dir. Bu değerleri T kiriş denklem şartı için yerine koyduğumuz zaman hf değerini elde etmiş oluruz. Değer olarak da 0.225 değeri ile şartları sağlamıştır.

$$bxtx\frac{t}{2}+(h-t)xbwx(t+\frac{h-t}{2})=(bxt+(h-t)xbw)xhf$$



Şekil 3.1. T Kiriş

3.3. Regresyon Analizi

Regresyon değişkenlerden hangisinin ne kadar etkili olduğunu matematiksel analiz türünde bağımlı değişkenin ve birden fazla bağımsız değişken arasındaki bağlantıyı tanımlamamıza yardımcı olan bir yöntemdir. Regresyon analizi, bir bağıntıyı göstermenin yoludur. Örneğin; En çok hangi değişkenler önemlidir. Hangi değişken veya değişkenler görmezden gelebiliriz. Bu elde edilen değişkenler arasında nasıl bir bağlantı var gibi birçok soruya çözüm bulmuş olunuyor.

Regresyon analizi yönteminde iki ya da daha fazla değişken kullanılarak bunlar arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla matematiksel bir model oluşturulur. Oluşturulan analizlerde elde edilen fonksiyonel denklem çeşitleri Çizelge 3.3'de verilmiştir. Regresyon analizi farklı anlarda kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe ise yapıların maliyet hesaplarında sıklıkla faydalanılır. Bu analizlerden yararlanarak birçok çalışma yapılmıştır. Karshenas (1984) tarafından yapılan çalışmada çok katlı yapıların maliyet tahminde kullanılmıştır (Karshenas 1984).

Çizelge 3.3. İki değişken arasındaki farklı bağlantılar (Yıldız vd 2014)

1	$Y = a + b.X$	Doğru Denklemi
2	$Y = a + b.X + c.X^2$	Parabolik İlişki
3	$Y = a.b^X$ veya $\log_y = \log_a + X.\log_b$	Üssel Eğri
4	$Y = a * Xb$ veya $\log y = \log a + b * \log X$	Geometrik Eğri
5	$Y = \frac{1}{a+b.X}$ veya $1/Y = a + b.X$	Hiperbolik Eğri

3.3.1. Basit regresyon analizi

Bu regresyon analizi yönteminde iki değişken kullanılır. Yani biri bağımlı değişken diğeri ise bağımsız değişkendir. Bu iki değişkene bağlı olarak birinci dereceden bir doğru denklemi elde edilir. Basit regresyon analizinden elde edilen doğru denklemi neticesinde dağılım grafikleri oluşur ve grafikteki oluşan noktalar bir doğru etrafında yayılır. Basit regresyon analizde oluşan doğrunun denklemi aşağıda verilmiştir.

$$Y = a + b.X$$

Y= bağımlı değişken,

X= bağımsız değişken,

a= regresyon doğrusunun Y eksenini kestiği değer

b= regresyon doğrusunun eğimidir.

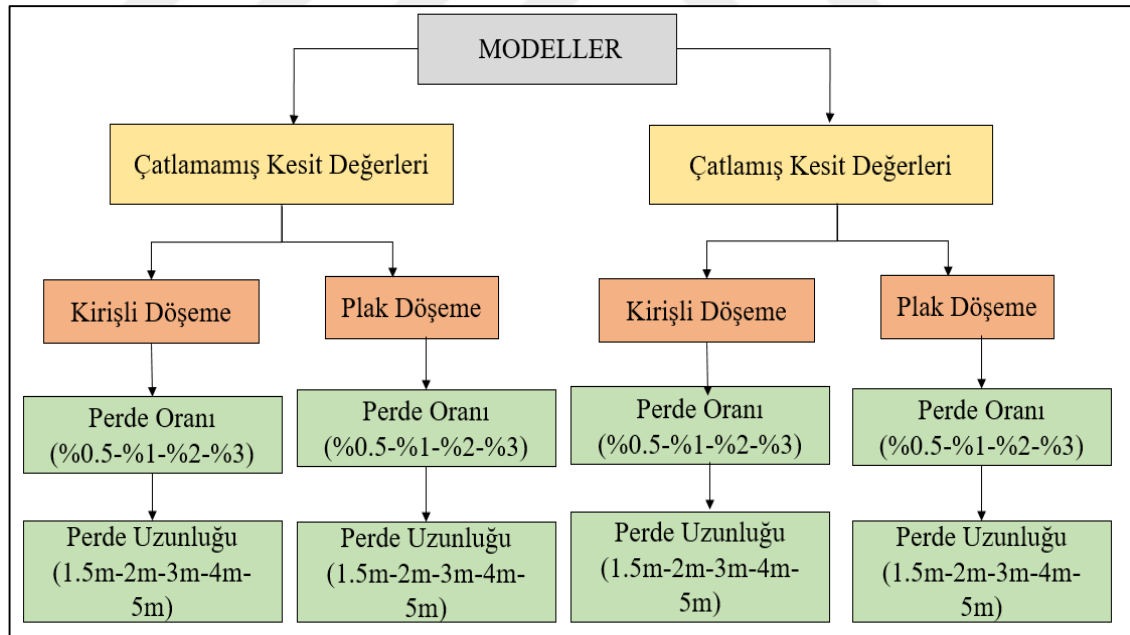
3.3.2. Çoklu regresyon analizi

Çok değişkenli regresyon analizinde ise bir tane bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin olduğu şartlarda tercih edilen bir analiz yöntemidir. Bu teknik ile birden fazla çalışmalar bulunmaktadır. Trost and Oberlender (2003) yaptığı çalışmada bir

veya birden fazla değişkenler yani çoklu regrasyon analizi ile tahminlerde bulunmuştur (Trost and Oberlender 2003).

3.4. Yapının Modellenmesi

X doğrultusunda 30m, Y doğrultusunda 20m’lik uzunluğa sahip bina plan alanı 600 m² olarak belirlenmiştir. Her bir aks arası uzunluğu 5m olarak alınmıştır. Etkin kesit rijitlikleri özelliklerine göre iki grup, perde oranlarına göre dört grup, perde kesit özelliklerine göre de beş grup ve kat âdetinde de üç grup oluşturulmuştur. Şekil 3.2 ‘de oluşturulan modeller özetlenmiştir. Plak döşeme ve kirişli döşeme alanında perde boyutları (L_w) sırasıyla 1.5m, 2m, 3m, 4m ve 5m olan kullanılmıştır. Perde sistemlerinin yatay kuvvetlerinin etkisi incelenmesi için perde oranı (p) %0,5, %1, %2, %3 birimlik oranlarla elde edilen perde âdeti ve yerleştirilmesi yapılarak kat yüksekliği 3m olan 8 kat, 16 kat ve 24 kat için sırasıyla 24m-48m-72m yüksekliklerinde taşıyıcı sistem modelleri oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Yapı modellerinin şeması

Çizelge 3.4’den Çizelge 3.8’e kadar perde oranlarına göre elde edilen perde adetleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri

Perde Uzunluğu(m)	Perde Oranı	Perde alanı (m ²)	Perde Âdeti
0,3x1,5	0,005	3	6
0,3x1,5	0,01	6	13
0,3x1,5	0,02	12	26
0,3x1,5	0,03	18	40

Çizelge 3.5. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri

Perde Uzunluğu(m)	Perde Oranı	Perde Alanı (m ²)	Perde Âdeti
0,3x2	0,005	3	5
0,3x2	0,01	6	10
0,3x2	0,02	12	20
0,3x2	0,03	18	30

Çizelge 3.6. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri

Perde Uzunluğu(m)	Perde Oranı	Perde Alanı (m ²)	Perde Âdeti
0,3x3	0,005	3	3
0,3x3	0,01	6	6
0,3x3	0,02	12	13
0,3x3	0,03	18	20

Çizelge 3.7. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri

Perde Uzunluğu(m)	Perde Oranı	Perde Alanı (m ²)	Perde Âdeti
0,3x4	0,005	3	2
0,3x4	0,01	6	5
0,3x4	0,02	12	10
0,3x4	0,03	18	15

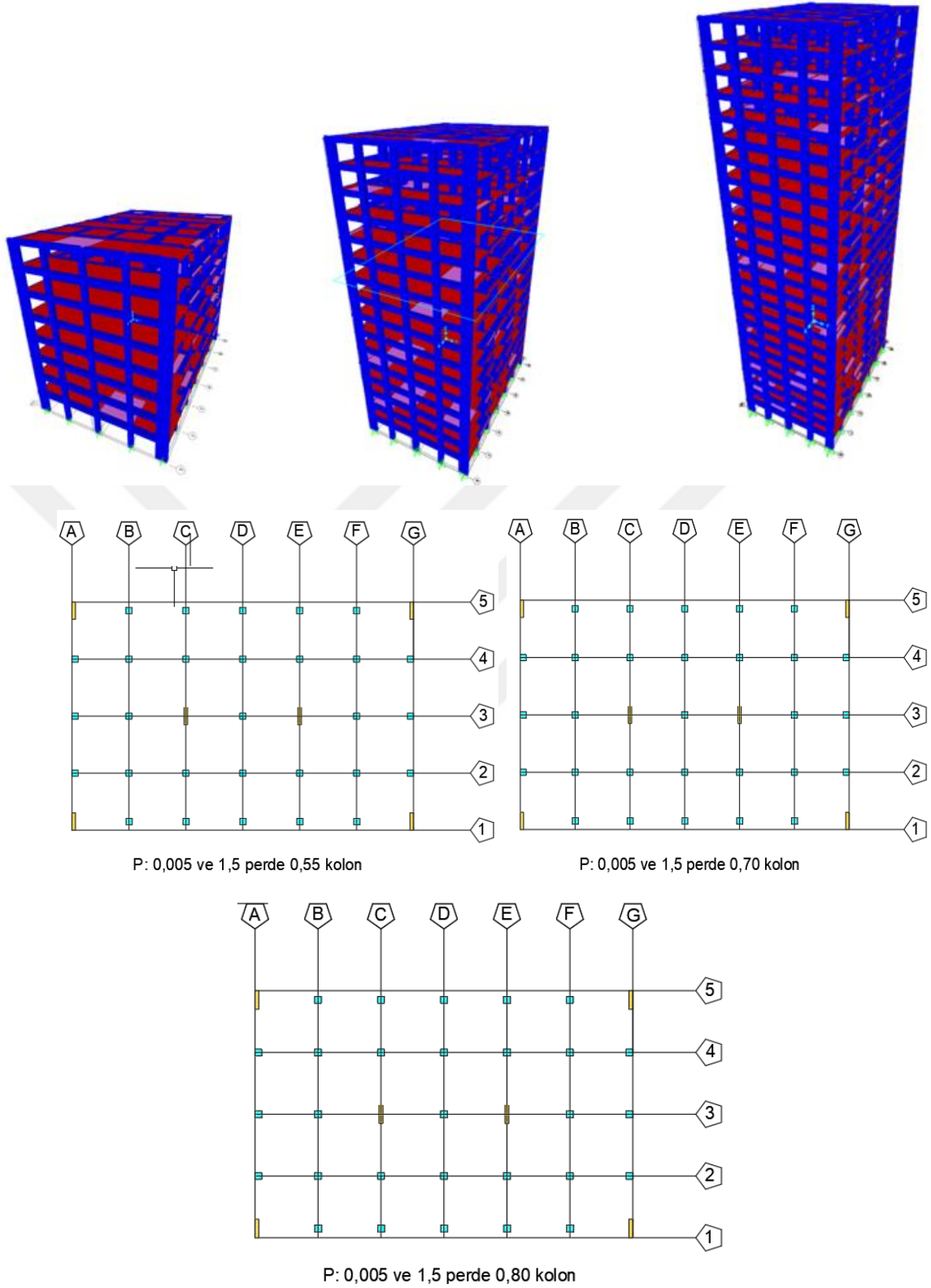
Çizelge 3.8. Analiz modelleri için belirlenen perde adetleri

Perde Uzunluğu(m)	Perde Oranı	Perde Alanı (m ²)	Perde Âdeti
0,3x5	0,005	3	2
0,3x5	0,01	6	4
0,3x5	0,02	12	8
0,3x5	0,03	18	12

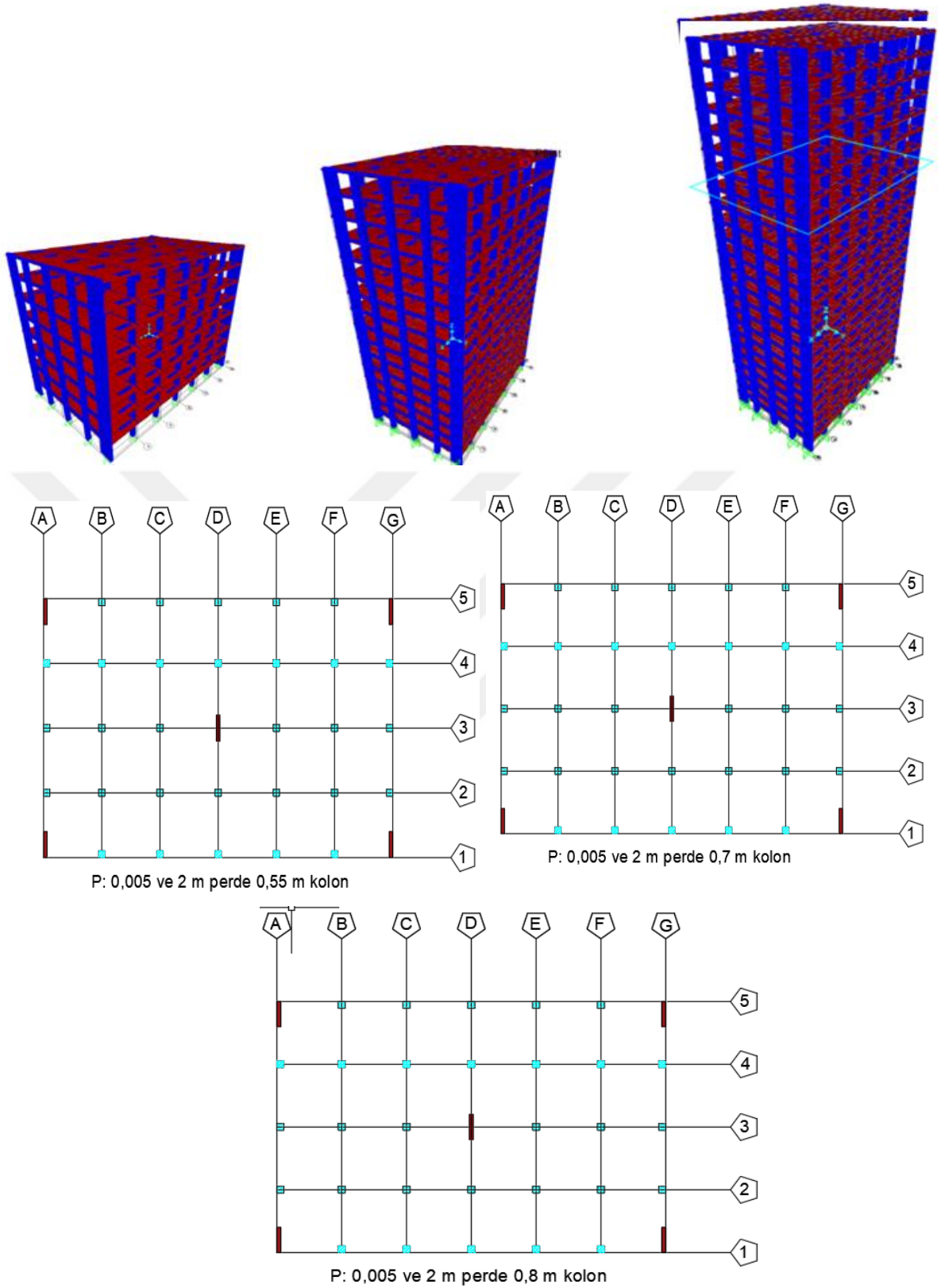
3.5. Üç Boyutlu Modeller ve Kat Planları

Perde oranları sırası ile % 0.5, %1, %2, %3 ve perde uzunluğunda sırası ile 1.5 m, 2m, 3m, 4m, 5m olan sistemlerin kat sayıları sırasıyla 8 , 16 ve 24 adet'dir. Modeller kirişli ve plak döşeme olarak tasarlanmıştır. Kirişli döşeme modelinde T kiriş alınmıştır ve döşemesi Shell olarak atanmıştır. Ayrıca döşeme yükleri de el ile hesaplanarak girilmiştir. Plak döşeme kalınlığı ise 20 cm alınmış Shell eleman olarak girilmiştir ve bölünmüştür. Duvar yükü ve hareketler hesaplandıktan sonra SAP2000' e tanımlanıp girilmiştir.

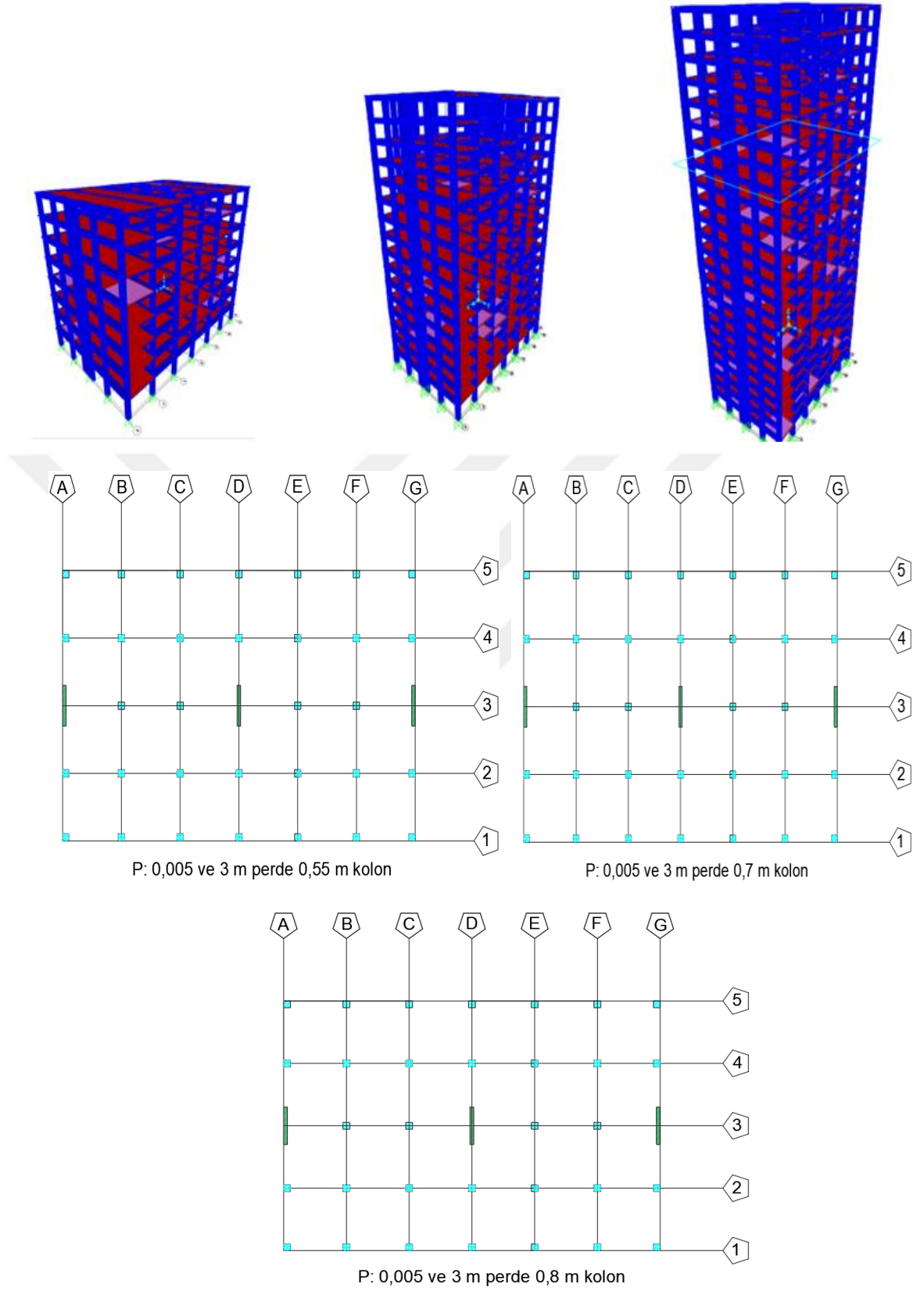
Yapı modelleri sırasıyla 8 , 16 ve 24 kat olan yapıların SAP2000 modelleri ve her birinin altında o kata ait kat planları bulunmaktadır. Modellemede aks aralıkları X-X doğrultusunda 5m, Y-Y doğrultusunda da 5m dir. Sistemde perdeler simetrik olarak yerleştirilmiştir. Kat yüksekliği 3 m olarak alınmıştır. Sistemin TBDY 2018 Tablo 3.6 da bulunan A1 – A2 – A3 – B1- B2 – B3 düzensikleri önlenmiş nihai olarak TBDY 2018 de bulunan bilgilendirme eki 3A alt başlık 3A.1 kuralına uyularak tasarlanmıştır. Tasarım esası olarak çatlama kesit özellikleri deprem yönetmeliği etkin kesit rijitlikleri girilerek 2 grupta incelenmiştir.



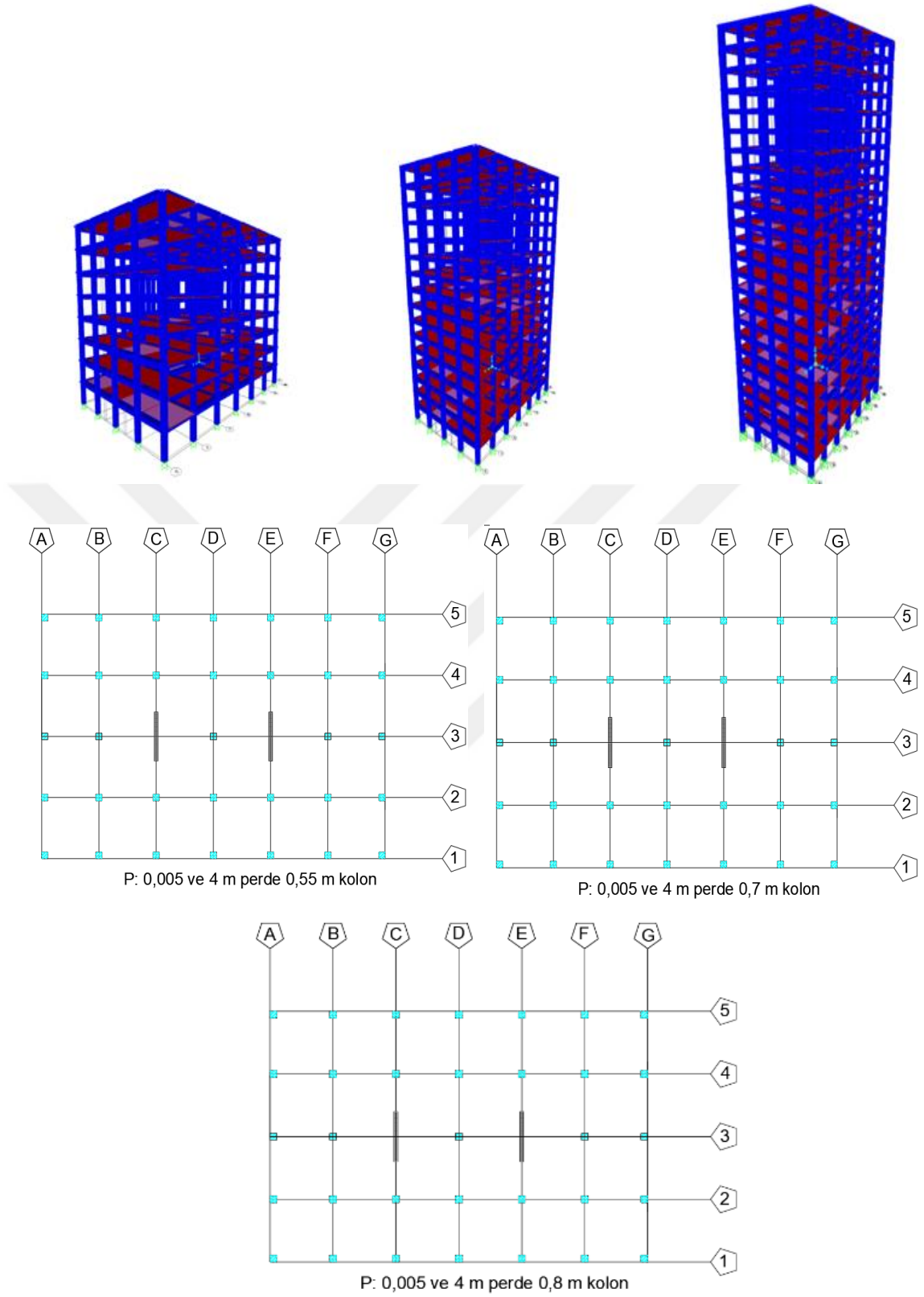
Şekil 3.3. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 0.5 ve $L_w = 1.5$ m)



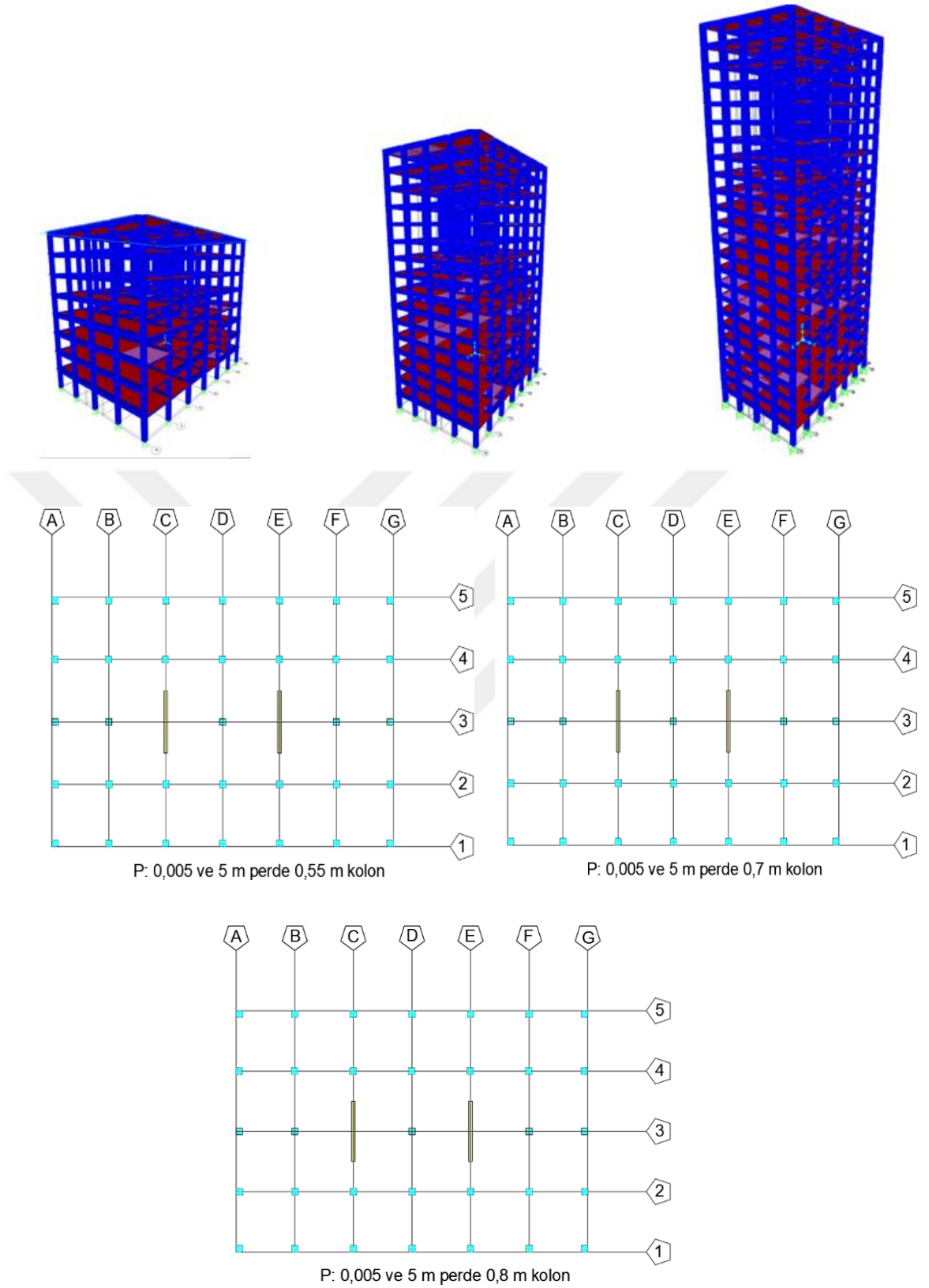
Şekil 3.4. 3 boyutlu ve kat planları ($P=0.5$ ve $L_w=2m$)



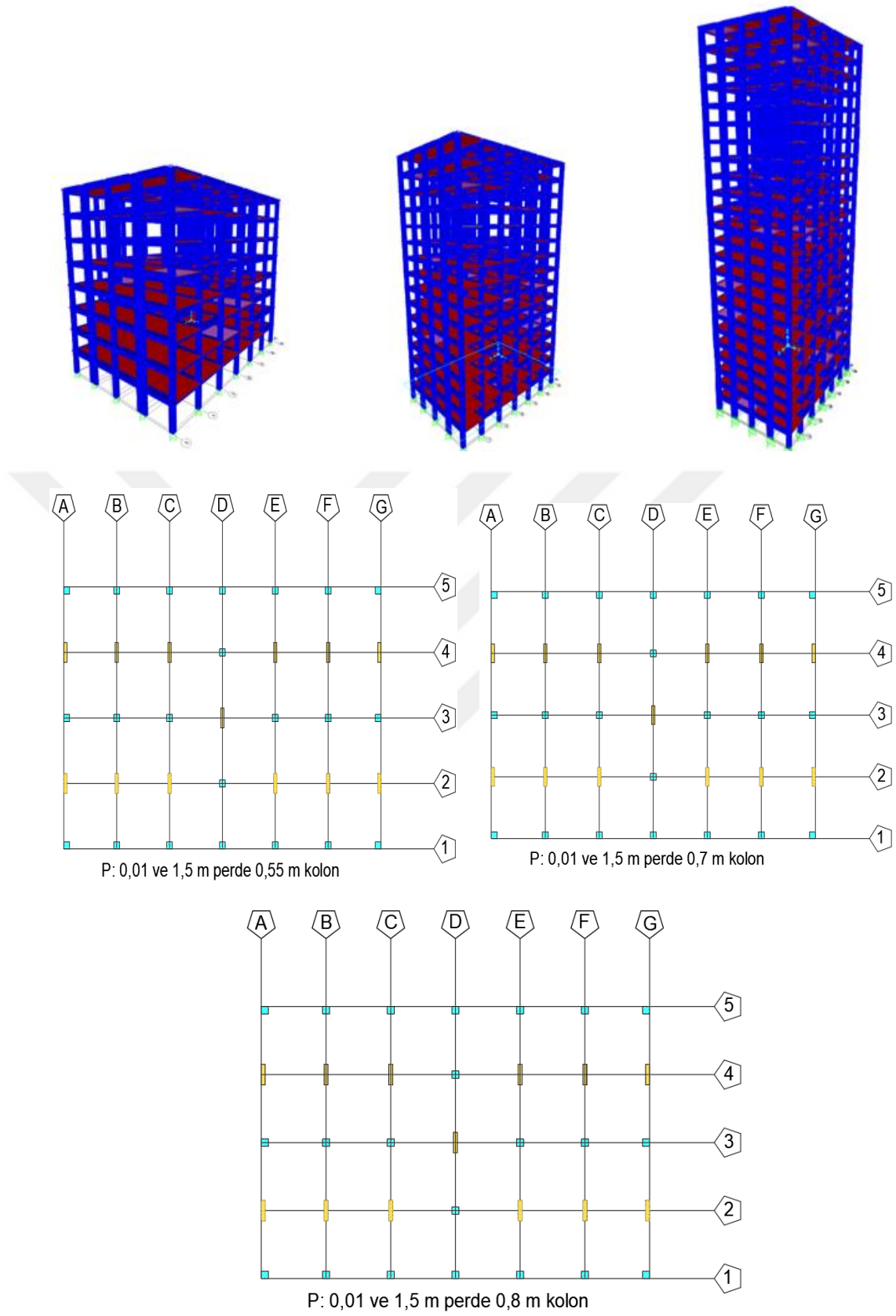
Şekil 3.5. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 0.5 ve $L_w= 3$ m)



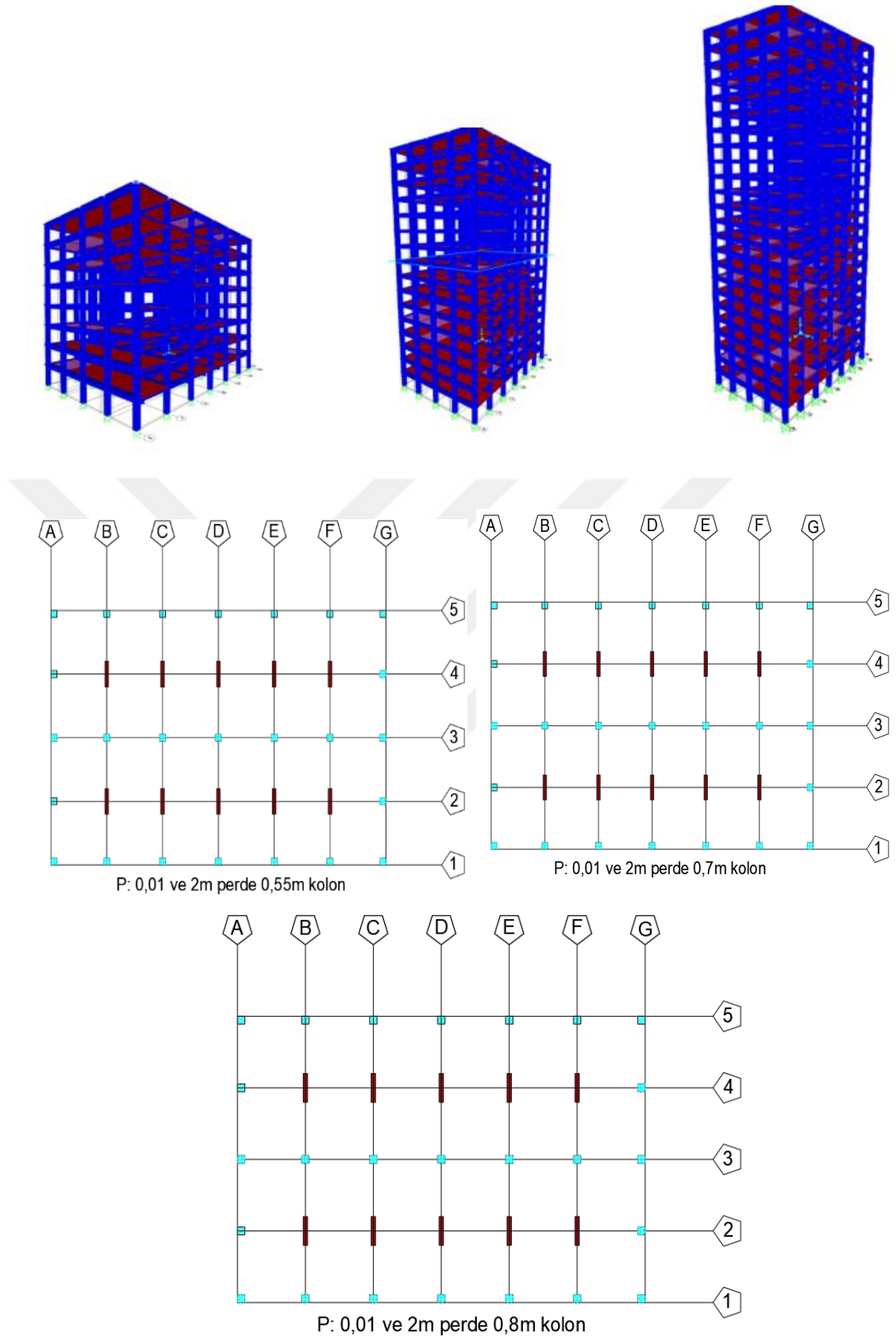
Şekil 3.6. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 0.5 ve $L_w= 4m$)



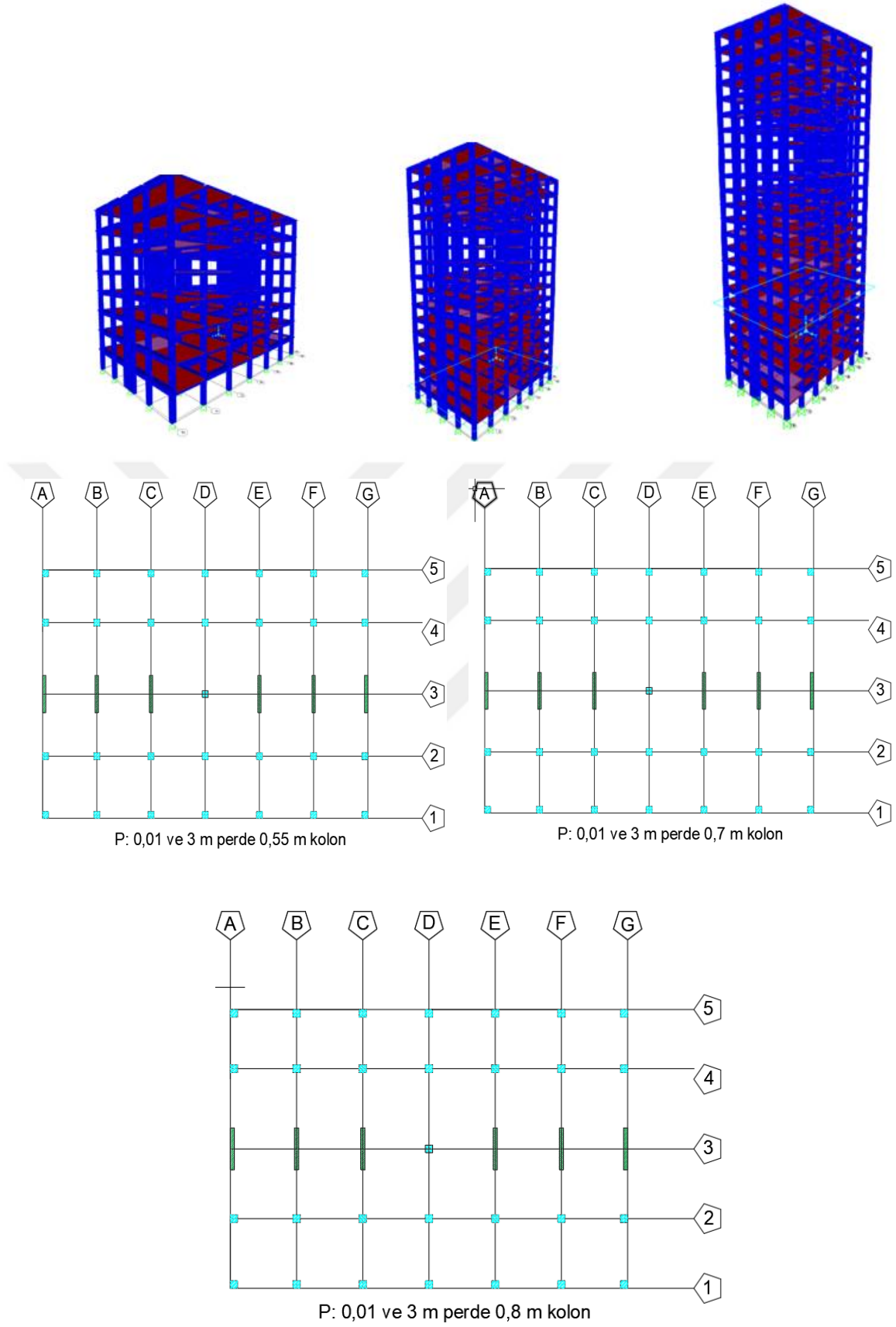
Şekil 3.7. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 0.5 ve $L_w=5$ m)



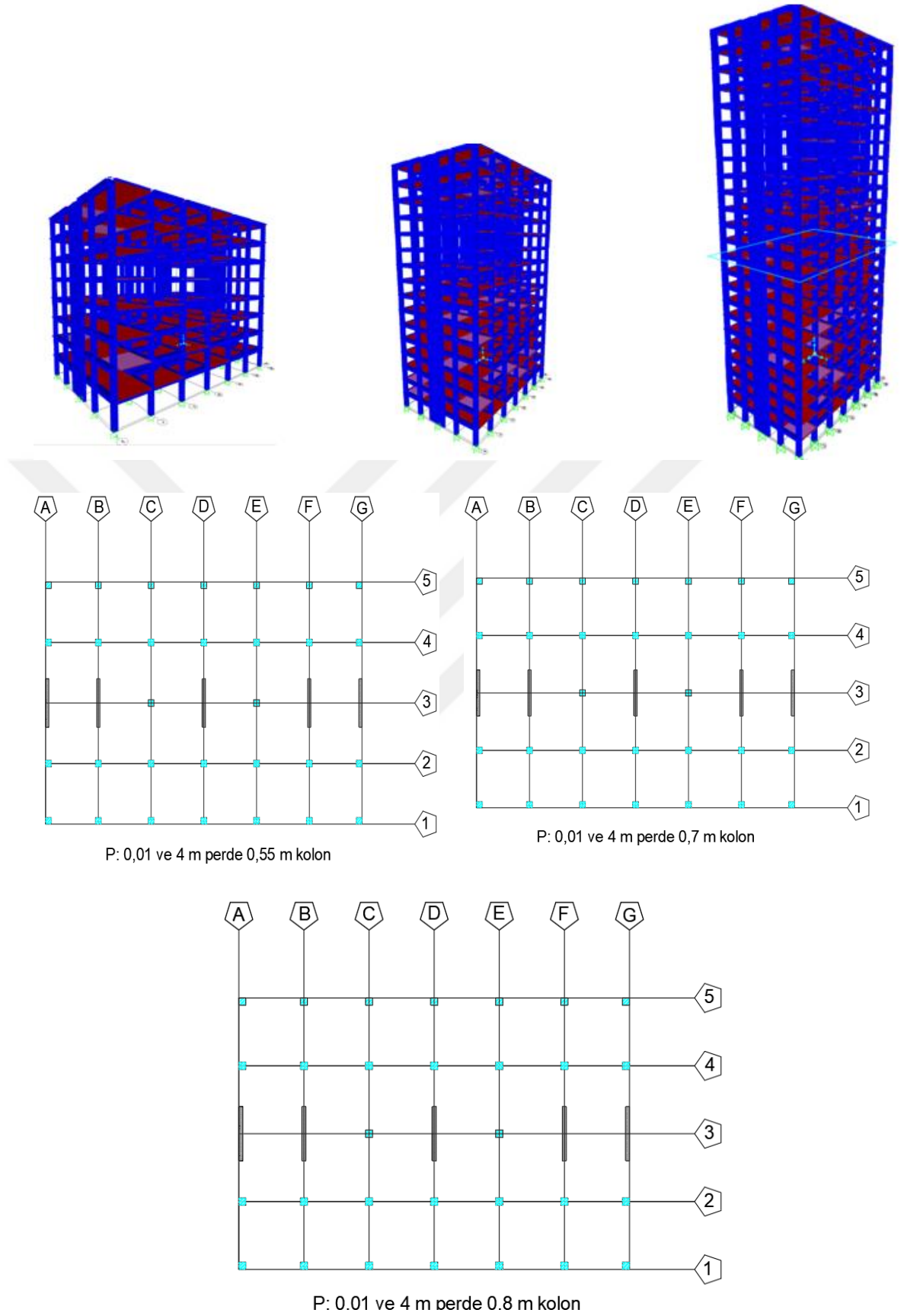
Şekil 3.8. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 1 ve L_w= 1.5 m)



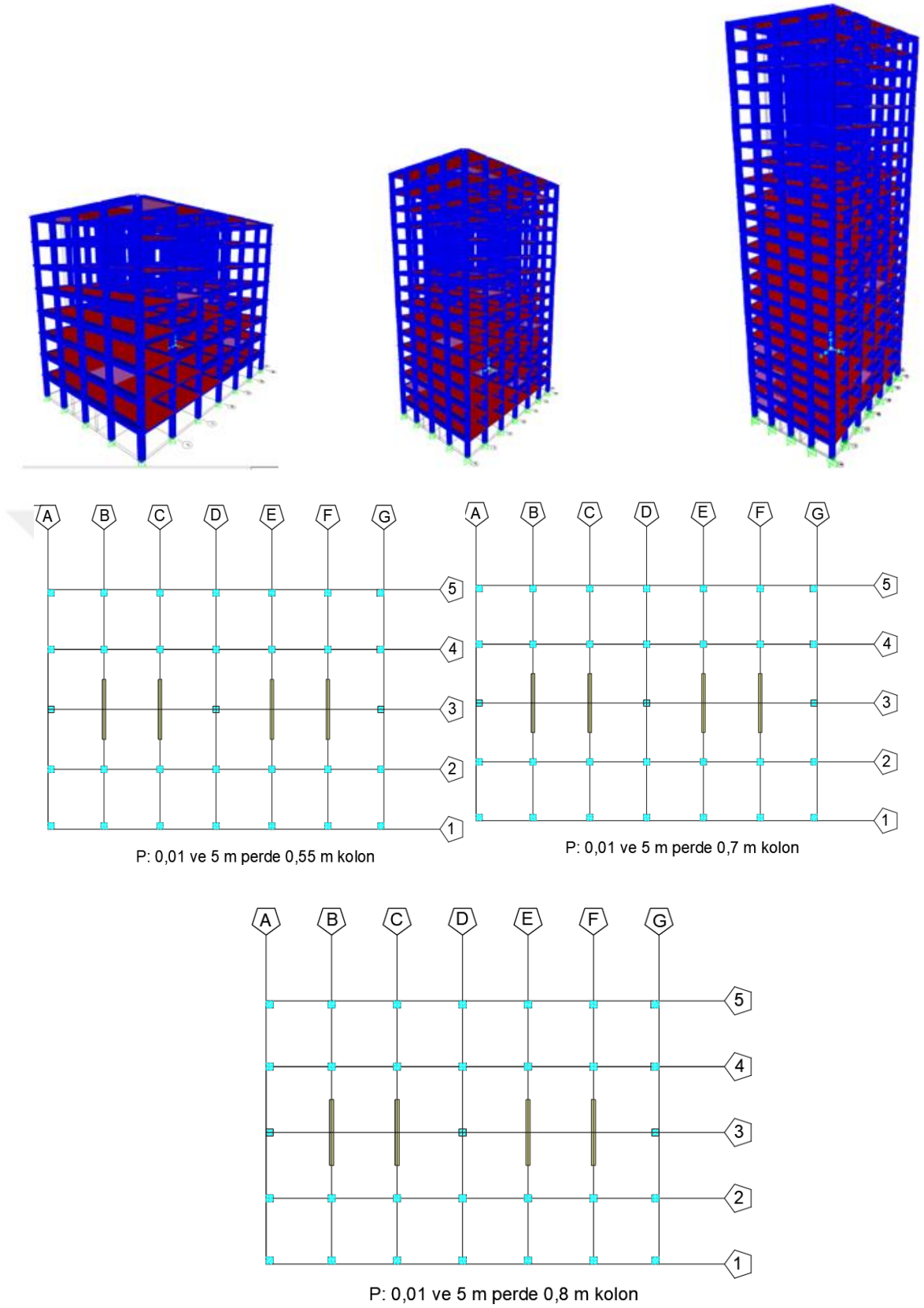
Şekil 3.9. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 1 ve $L_w = 2$ m)



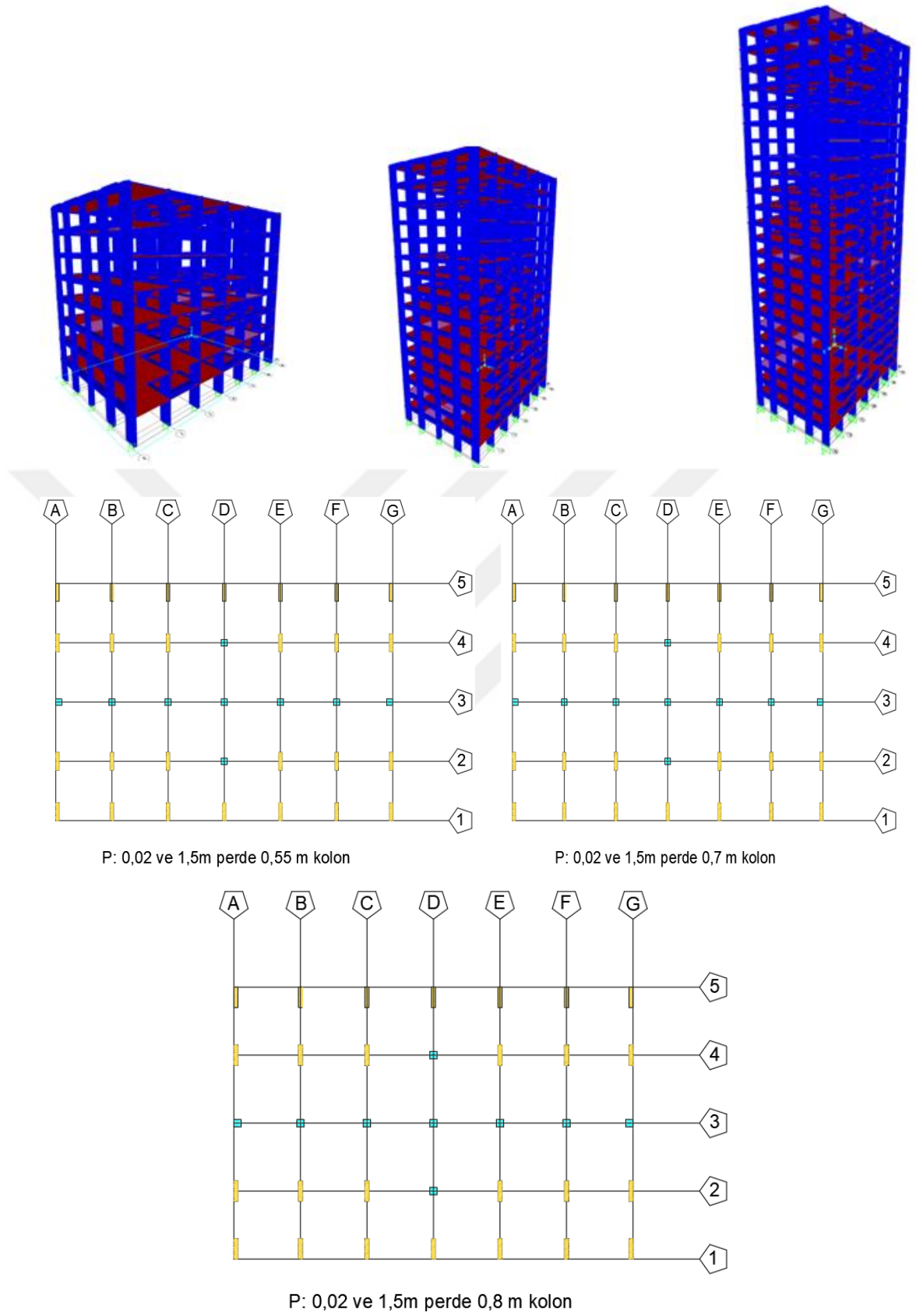
Şekil 3.10. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 1 ve $L_w = 3$ m)



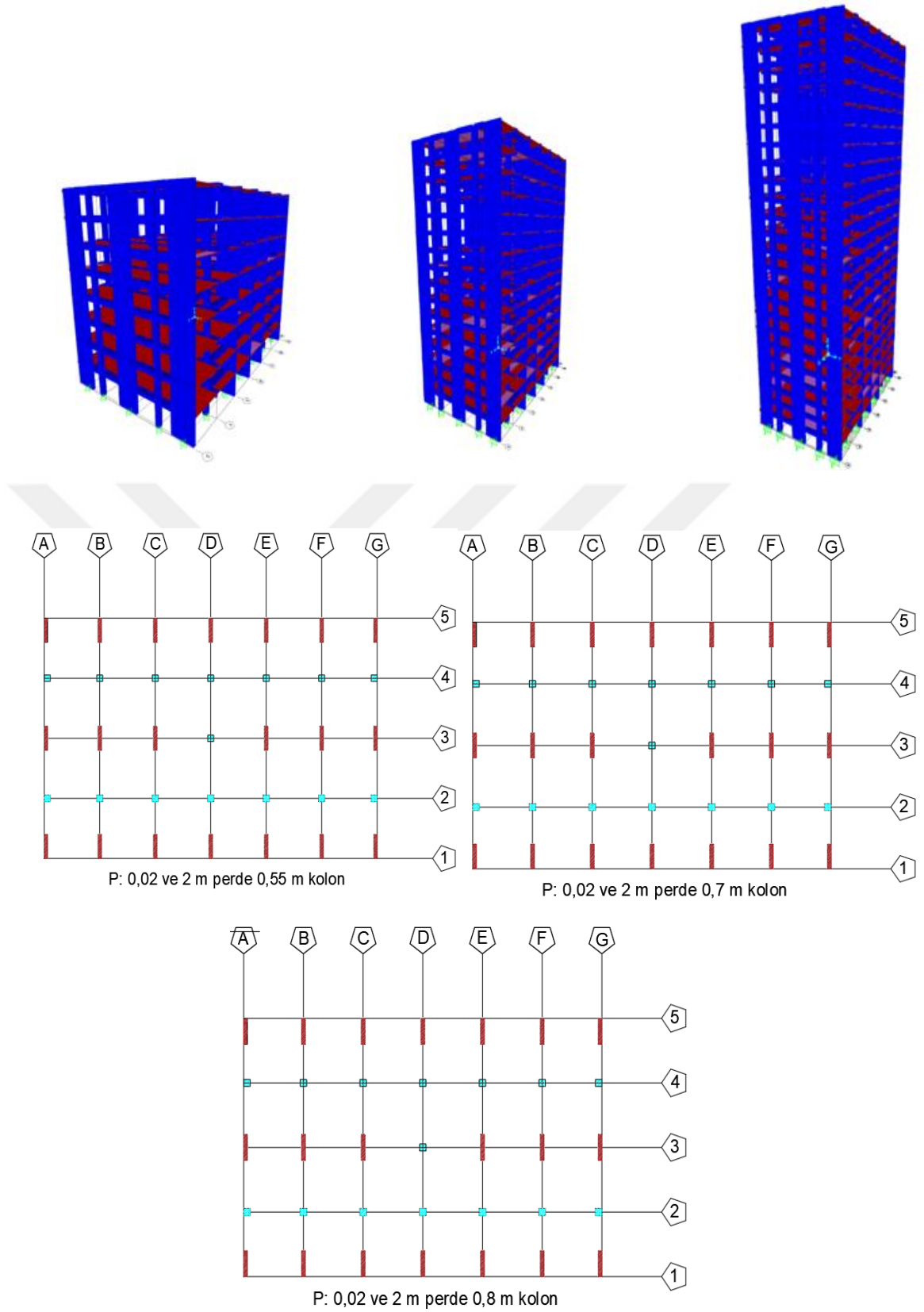
Şekil 3.11. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 1 ve $L_w = 4$ m)



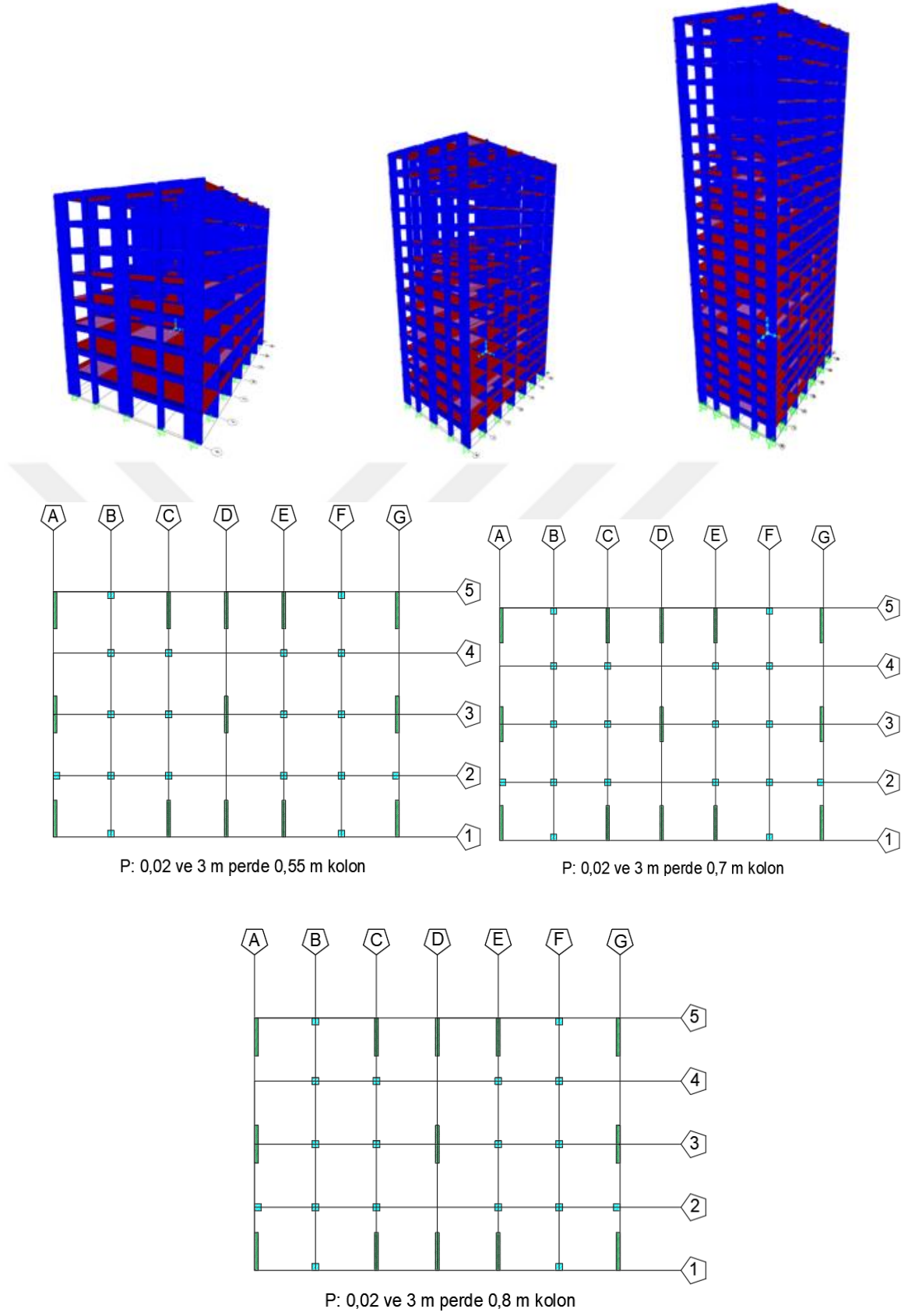
Şekil 3.12. 3 boyutlu ve kat planları ($P=1\%$ ve $L_w=5\text{ m}$)



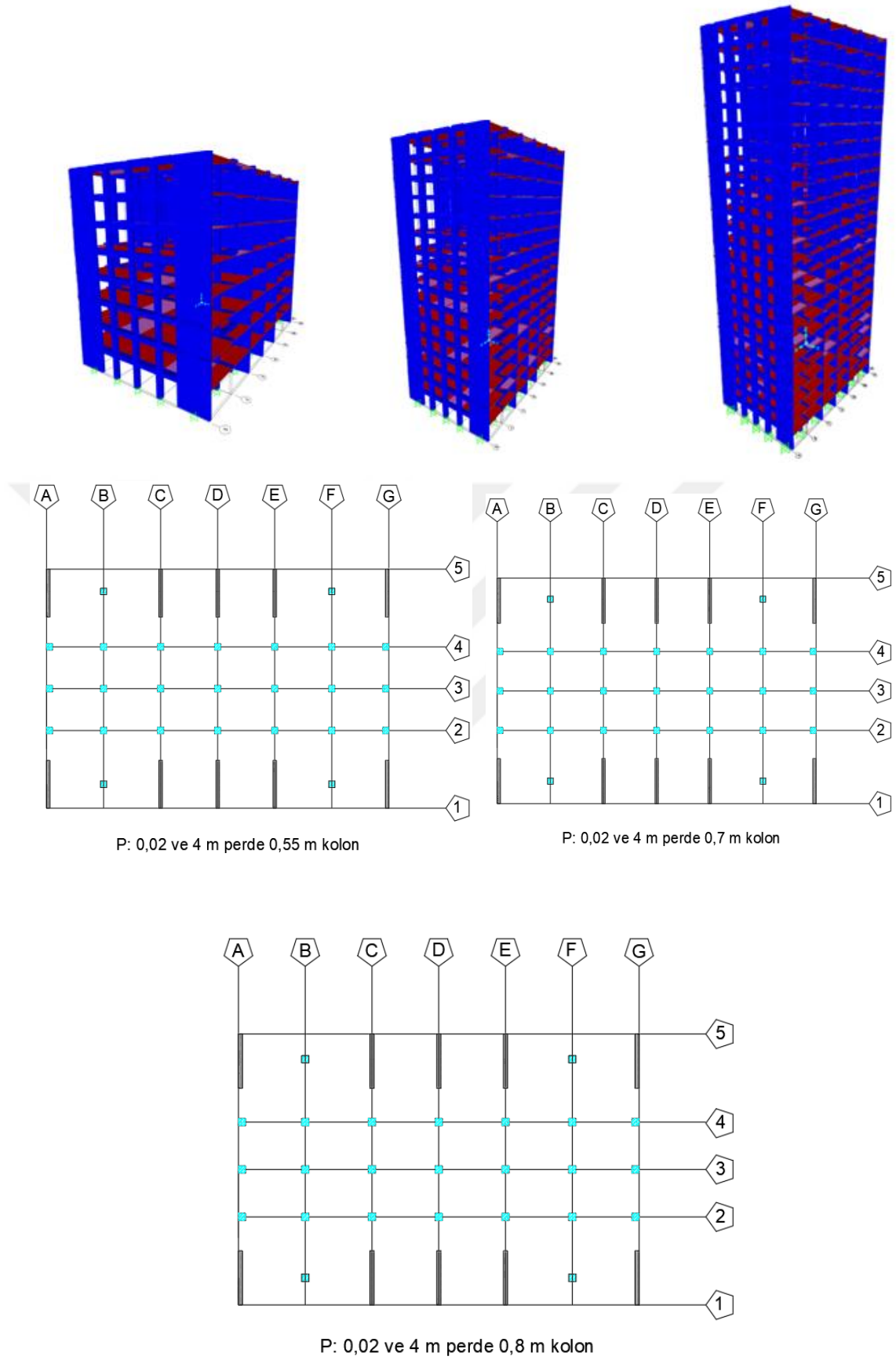
Şekil 3.13. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 2 ve $L_w = 1.5$ m)



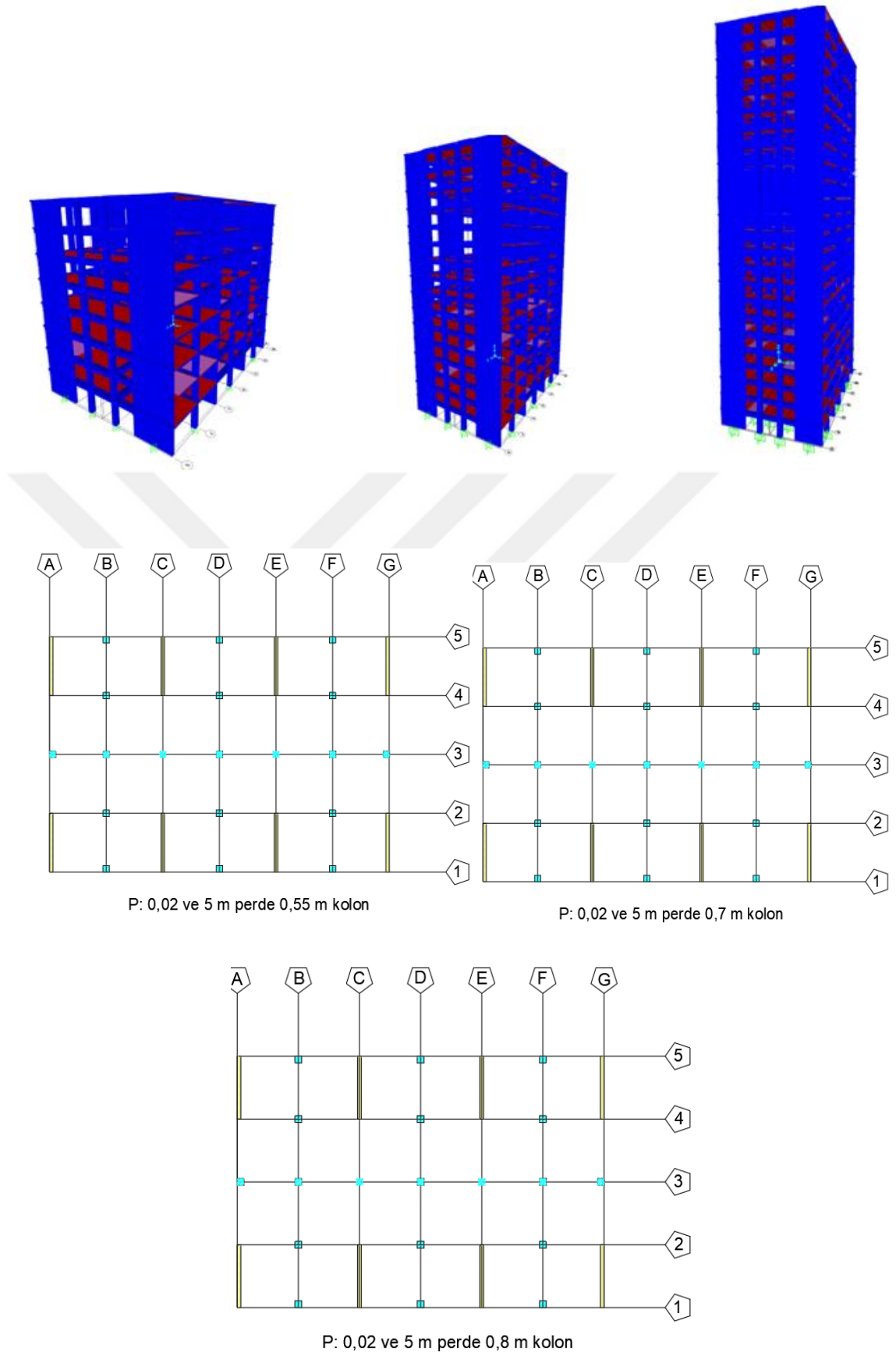
Şekil 3.14. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 2 ve L_w= 2 m)



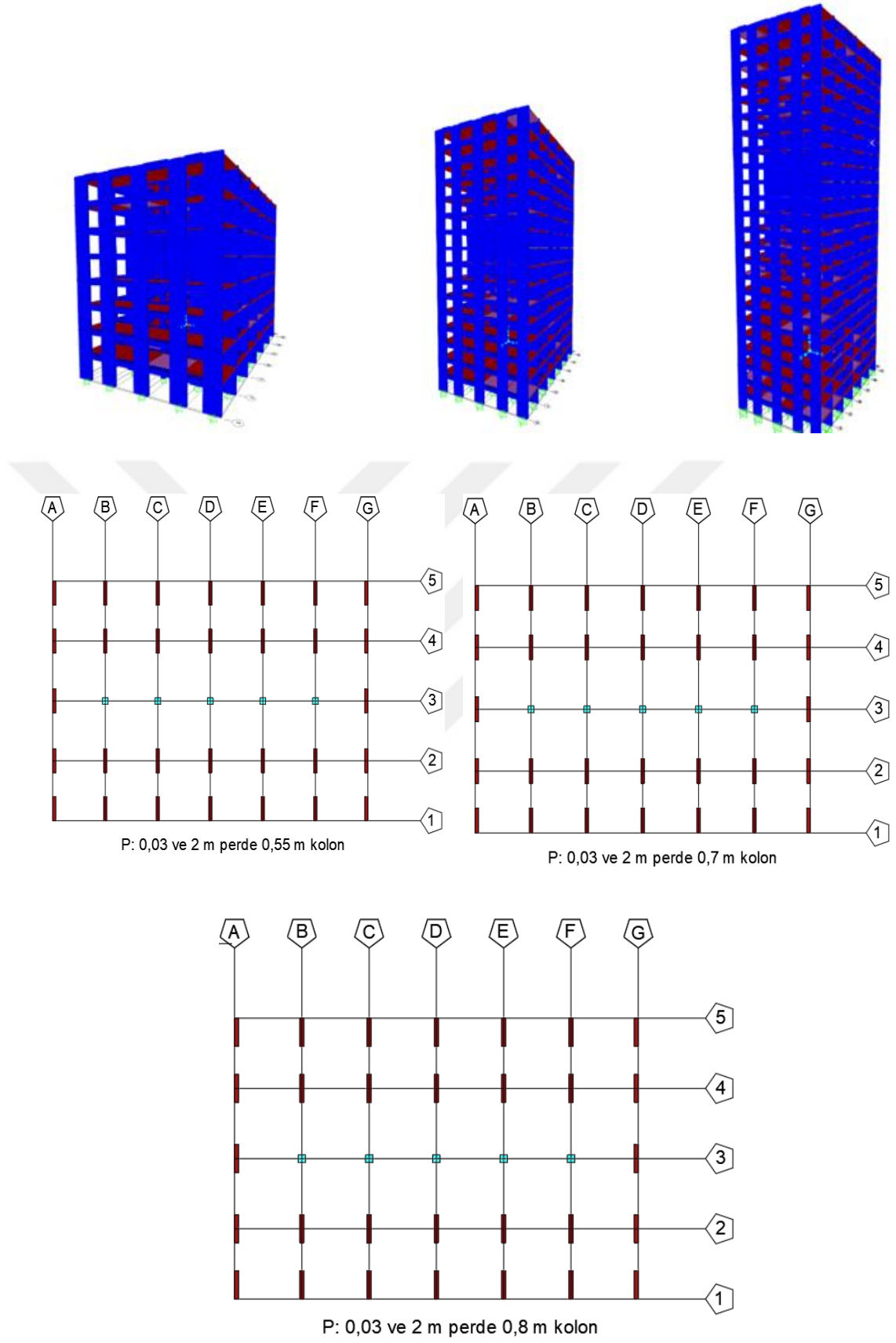
Şekil 3.15. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 2 ve $L_w = 3m$)



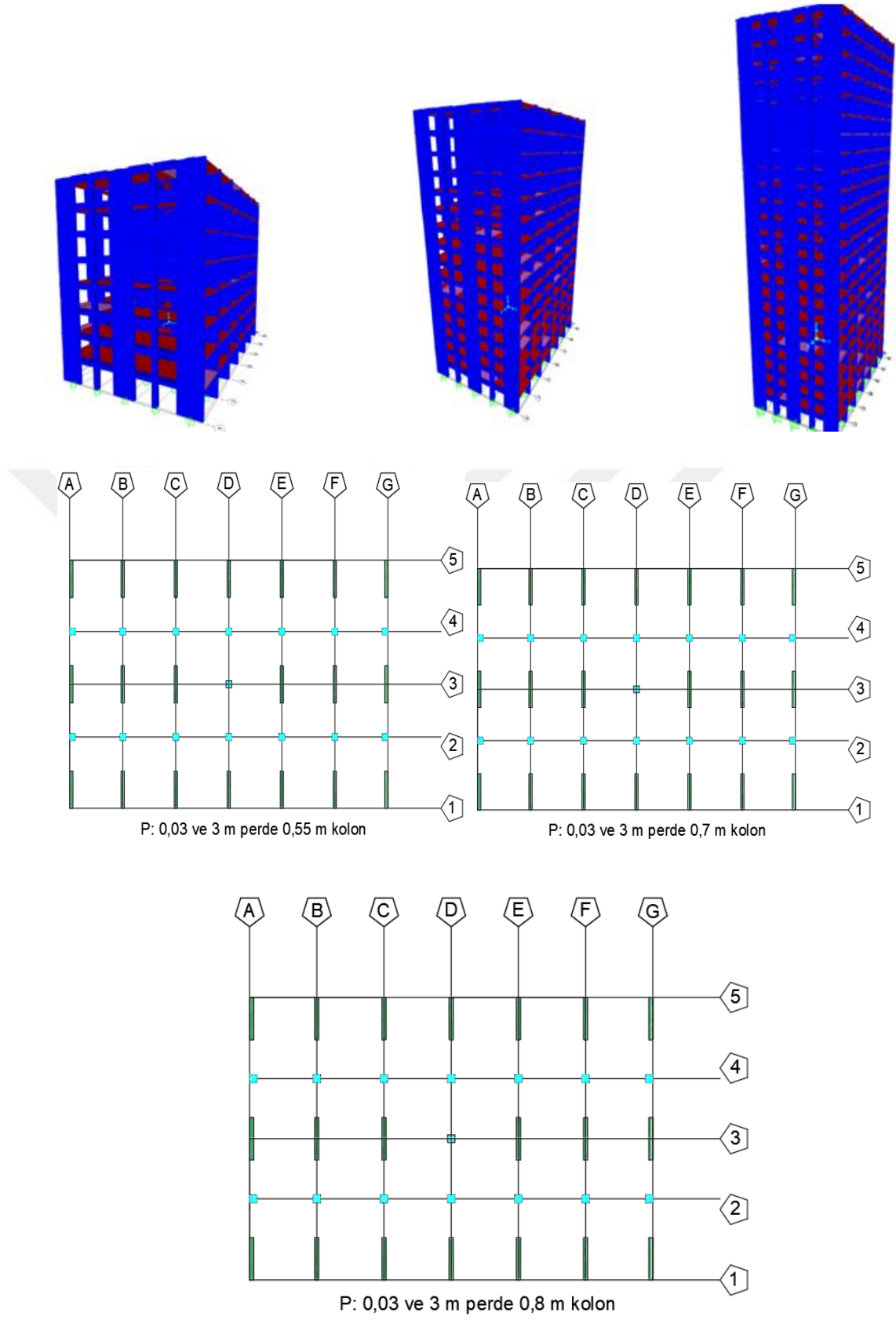
Şekil 3.16. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 2 ve $L_w = 4$ m)



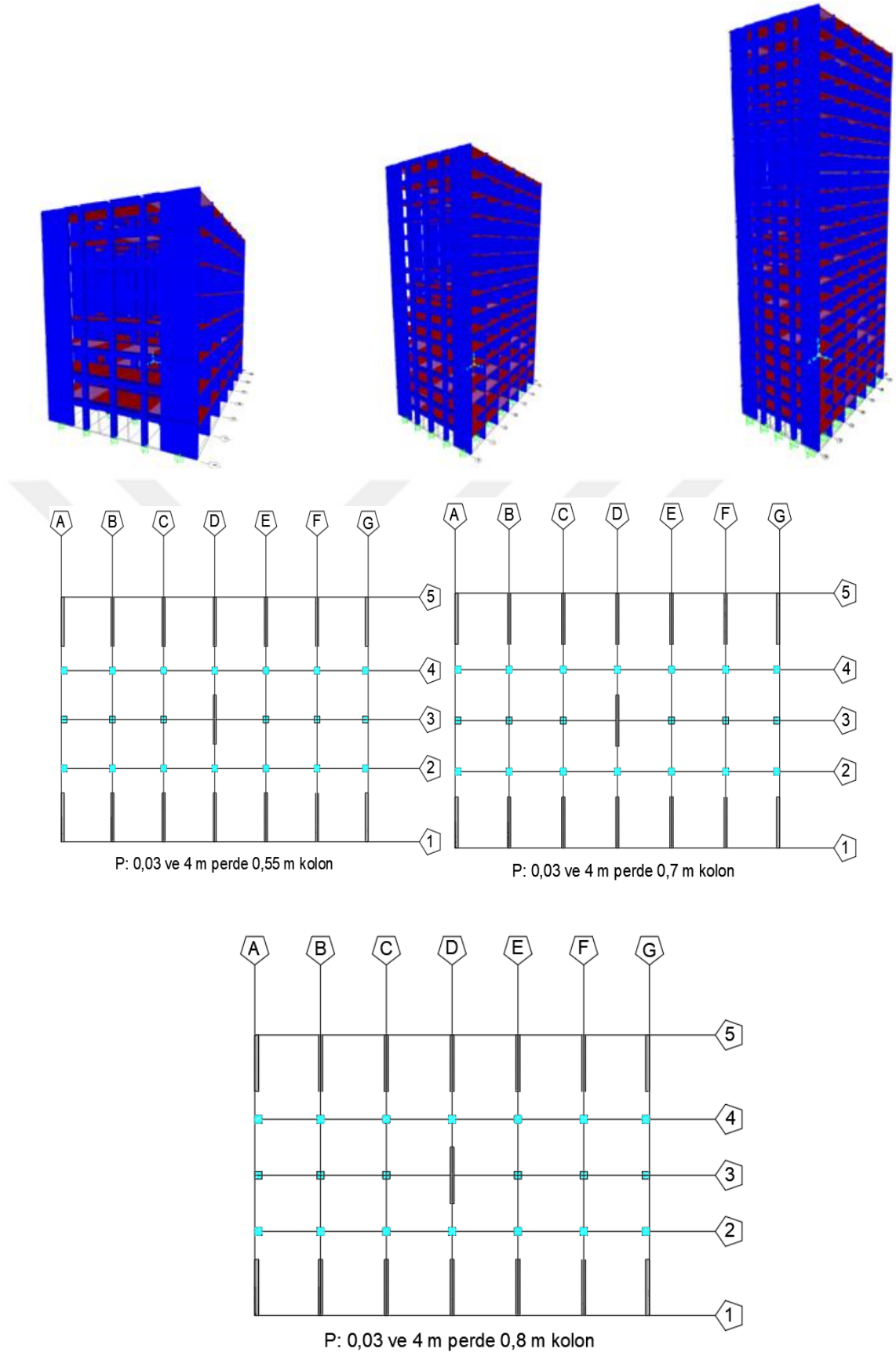
Şekil 3.17. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 2 ve $L_w=5$ m)



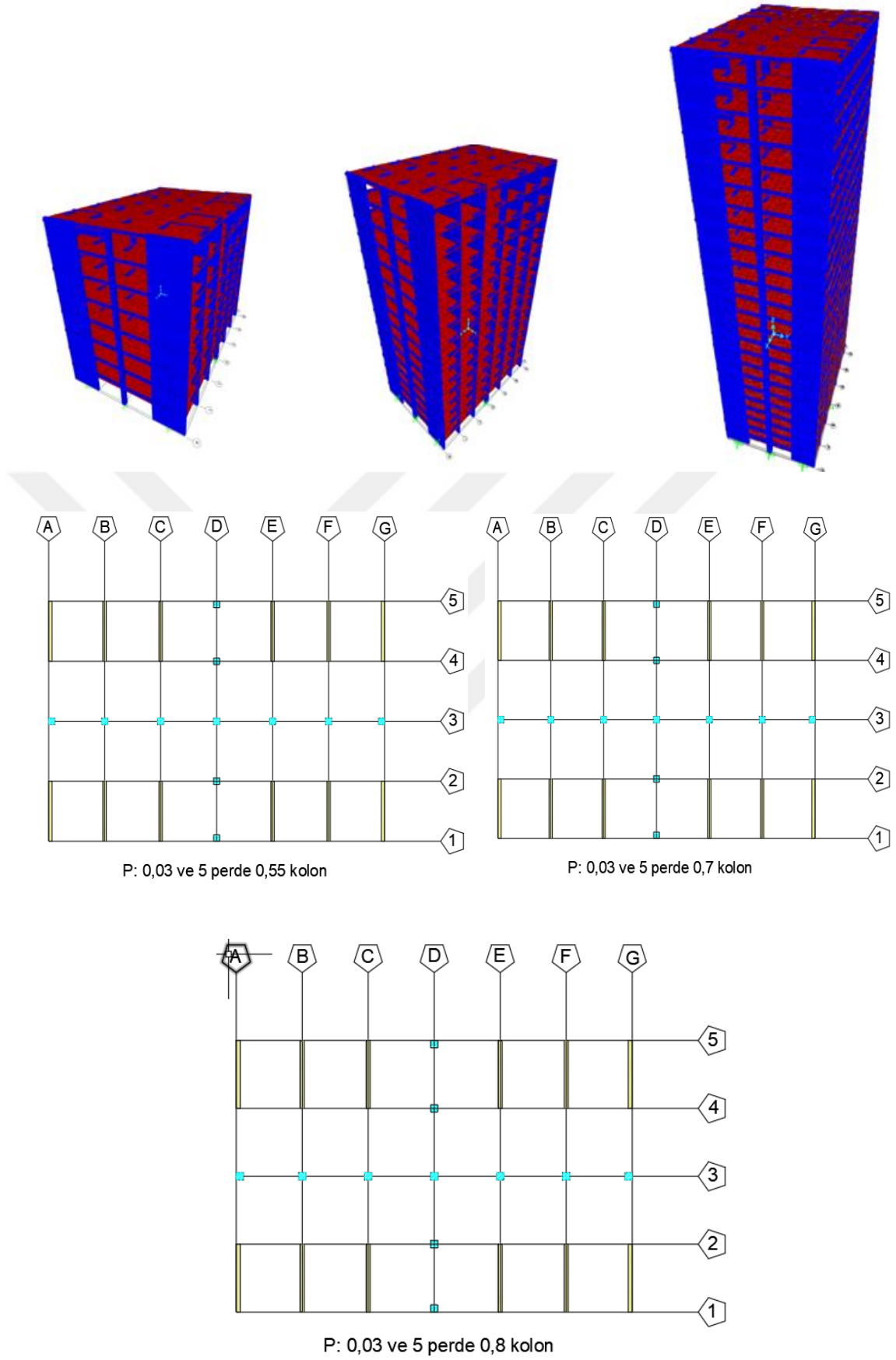
Şekil 3.18. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 3 ve $L_w = 2$ m)



Şekil 3.19. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 3 ve $L_w = 3$ m)



Şekil 3.20. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 3 ve $L_w = 4$ m)



Şekil 3.21. 3 boyutlu ve kat planları (P=% 3 ve $L_w = 5$ m)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Deprem bölgelerinde yapılacak olan konut tipi binalarda süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması gerekmektedir. Deprem doğrultusunda yüksek veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler her iki doğrultuda süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır. DBYBHY 2007’de 2.5.2 süneklik düzeyi yüksek betonarme boşluksuz perdeli-çerçeve sistemlere ilişkin koşullarda deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullarda 2.5.2.1 alt başlığında Tablo 2.5 $R = 6-7$ kullanılabilmesi için boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden kaynaklanan kesme kuvvetlerinin toplamı binanın tümü için gelen taban kesme kuvvetinin %75’den fazla olmamalıdır. Eğer sistemde perdelerin taban deprem yüklerinden kaynaklanan kesme kuvvetlerinin toplamı binanın tümü için gelen taban kesme kuvvetinin %75’den fazla ise 2.5.2.2 de $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile ilerlenecektir.

DBYBHY 2007’de 2.5.3 süneklik düzeyi normal bazı sistemlerde perde kullanılması zorunlu kılınmıştır. Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi normal boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden kaynaklanan kesme kuvvetlerinin toplamı binanın tümü için gelen taban kesme kuvvetinin %75 den fazla olmamalıdır.

DBYBHY 2007’de 2.5.4 de süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemlere ilişkin koşullarda; karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler bir arda göz önüne alınarak her bir deprem doğrultusunda $\alpha_s > 0,40$ olmalıdır. Ancak her iki doğrultuda $\alpha_s > 2/3$ olması durumunda Tablo 2.5’de deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyinin yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı tüm taşıyıcı sistem için kullanılabilir. Bölüm 3.6’ da perdeler için yapılan tanım ve ilk koşulda uzun kenarının kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı elemandır. İkinci şart ise perde kalınlığı en az 200 mm olmalıdır.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018’de Bölüm 4.3.3’ de taşıyıcı sistemlerin süneklik düzeyine ilişkin koşullar 4.3.3.1’de Betonarme sistemler Tablo 4.1’ de verildiği üzere süneklik düzeylerine göre üç sınıfa ayrılmıştır. Bunlar sırasıyla; süneklik düzeyi yüksek, sınırlı ve karma taşıyıcı sistemlerdir. 4.3.3.2. de ise süneklik

düzeyi yüksek, sınırlı betonarme sistemlerin tanımları genel koşulları ve uygulama şartları Bölüm 7’de incelenmiştir. Bölüm 13’de 13.1.6. ‘da perdelerin en kesit şartlarında kalınlığın minimum 300 mm olması şartını görmekteyiz. 13.1.2.’de 3.3.1.’ de verilen tablo 3.3. e göre yükseklik sınıfı a bendinde $DTS=1-1a-2-2a$ için yükseklik için $H_N > 70m$ olan bina sınıfı uymaktadır. Yapıların süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanma zorunluluğu vardır. DBYBHY 2007’de olduğu gibi her iki deprem doğrultusunda da süneklik düzeyi aynı olma koşulu vardır.

4.3.4.4 Sadece kirişsiz döşemeleri içeren taşıyıcı sistemlerde, deprem etkilerinin tamamı betonarme binalarda süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından karşılanacaktır.

4.3.4.5 – Süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40’ından az, %75’inden fazla olmayacaktır.

4.3.4.6 Betonarme süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75’inden az olmayacaktır.

4.3.4.7 – Süneklik düzeyi sınırlı boşluksuz betonarme perdeler %75’inden az olmayacaktır koşulunu sağlanacaktır. Aksi durumda 4.3.4.6’da verilen kural uygulanacaktır.

Bölüm 7.6 da Sünekliği yüksek perdelerin 7.6.1. en kesit koşullarına bakıldığında uzun kenarının kalınlığına oranı en az 6 olmalı ve kesit kalınlığı en az 250 mm olmalıdır şartlarını görüyoruz.

4.1. Çatlamamış Kesit Değerleri

Bu kısımda tasarlanmış olan binaların tasarımların etkin periyotları, kütle katılım oranları, taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentleri SAP2000 programı yardımıyla bulunmuştur. Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’de perde

uzunlukları için çatlamamış kesit değerleri verilmiştir. T_{y-1} , katılım oranı, V_w , V_y , M_w , M_c , M_x , M (kütle) değerleri bulunmuştur. Hesaplanan değerler Bölüm 4.4’ de grafiksel olarak yorumlanmıştır.

Çizelge 4.1. Perde uzunluğu 1.5 m için çatlamamış kesit değerleri

ÇATLAMAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
1.5 m perde için		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 Kat	16 Kat	24 Kat	8 Kat	16 Kat	24 Kat
P:0.005	T_{y-1} (sn)	0,60	1,06	1,70	1,02	2,10	3,33
	Katılım O.	80	77	76	76	76	76
	V_w	4053	3330	3014	2438	1957	1605
	V_y	8938	11030	12994	4593	5550	6105
	V_w/V_y	0,45	0,30	0,23	0,53	0,35	0,26
	M_w	11993	10042	9422	13116	12346	11612
	M_c	8754	16438	24496	7099	16412	25991
	M_x	151058	362087	634153	77501	182074	297677
	M_w/M_x	0,08	0,03	0,01	0,17	0,07	0,04
	M (Kütle)	54396	115315	180800	48587	103699	163377
P:0.01	T_{y-1} (sn)	0,55	1,08	1,62	0,89	1,86	2,96
	Katılım O.	79	78	76	74	76	76
	V_w	7288	7797	7429	4092	3882	3526
	V_y	10201	13216	13349	5230	6113	6617
	V_w/V_y	0,71	0,59	0,56	0,78	0,64	0,53
	M_w	20776	21910	20852	22270	22707	22463
	M_c	5236	11990	13678	4089	10418	17445
	M_x	172448	434302	651599	88196	200548	322707
	M_w/M_x	0,12	0,05	0,03	0,25	0,11	0,07
	M (Kütle)	54699	114348	177460	49321	103605	161334
P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,45	0,97	1,61	0,73	1,64	2,66
	Katılım O.	77	76	73	74	75	74
	V_w	8240	10589	10218	5788	5868	5567
	V_y	9076	12505	12741	6198	6682	6984
	V_w/V_y	0,91	0,85	0,80	0,93	0,88	0,80
	M_w	24474	32080	31373	33038	35704	35208
	M_c	1396	3905	5953	1308	3452	7368
	M_x	153157	410615	622123	104395	219238	340737
	M_w/M_x	0,16	0,08	0,05	0,32	0,16	0,10
	M (Kütle)	54797	111561	169857	50238	102692	157082

Çizelge 4.2. Perde uzunluğu 2 m için çatlamamış kesit değerleri

ÇATLAMAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
2 m perde için		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 Kat	16 Kat	24 Kat	8 Kat	16 Kat	24 Kat
P:0.005	T _y -1 (sn)	0,62	1,16	1,68	0,98	2,04	3,14
	Katılım O.	79	77	75	74	75	75
	V _w	5255	4705	3853	3035	2571	2222
	V _y	9893	12671	13234	4798	5740	6460
	V _w /V _y	0,53	0,37	0,29	0,63	0,45	0,34
	M _w	19052	17372	14823	20364	20098	19188
	M _c	8339	17037	23013	6086	14778	23774
	M _x	167254	416285	645776	80930	188262	314909
	M _w /M _x	0,11	0,04	0,02	0,25	0,11	0,06
	M(Kütle)	54703	116155	182330	48937	104617	165024
P:0.01	T _y -1 (sn)	0,50	0,99	1,53	0,77	1,72	2,68
	Katılım O.	78	77	75	73	75	75
	V _w	6796	7950	7557	4857	4633	4425
	V _y	9216	12945	14160	5900	6656	7346
	V _w /V _y	0,74	0,61	0,53	0,82	0,70	0,60
	M _w	24172	27936	26887	30375	32341	32262
	M _c	4373	11064	16862	3722	9768	16500
	M _x	155612	425006	690997	99435	218267	358114
	M _w /M _x	0,16	0,07	0,04	0,31	0,15	0,09
	M(Kütle)	55300	116237	181074	49945	105530	165002
P:0.02	T _y -1 (sn)	0,44	0,91	1,50	0,70	1,63	2,54
	Katılım O.	76	75	73	71	73	74
	V _w	7910	10572	10236	6047	6064	6014
	V _y	9223	13517	14020	6614	6942	7583
	V _w /V _y	0,86	0,78	0,73	0,91	0,87	0,79
	M _w	32837	43065	42049	45991	51702	51958
	M _c	2107	5748	8604	1792	3509	8168
	M _x	155490	443608	684114	111282	227563	369684
	M _w /M _x	0,21	0,10	0,06	0,41	0,23	0,14
	M(Kütle)	55760	114895	176391	51247	105871	163756
P:0.03	T _y -1 (sn)	0,34	0,79	1,37	0,56	1,39	2,31
	Katılım O.	75	74	71	71	72	72
	V _w	9109	14329	13812	7607	7715	7634
	V _y	9383	15095	14809	7772	8026	8081
	V _w /V _y	0,97	0,95	0,93	0,98	0,96	0,94
	M _w	30912	51197	51129	53047	61773	64258
	M _c	436	1497	2287	476	1300	2256
	M _x	157958	495250	722597	130571	262994	393980
	M _w /M _x	0,20	0,10	0,07	0,41	0,23	0,16
	M(Kütle)	56716	114558	173186	53023	107172	162107

Çizelge 4.3. Perde uzunluğu 3 m için çatlamamış kesit değerleri

ÇATLAMAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
3 m perde için		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 Kat	16 Kat	24 Kat	8 Kat	16 Kat	24 Kat
P:0.005	T _y -1 (sn)	0,58	1,10	1,67	0,88	1,95	3,16
	Katılım O.	78	77	76	72	74	75
	V _w	6177	5894	5308	3699	3223	2815
	V _y	10242	13327	14914	5209	5997	6523
	V _w /V _y	0,60	0,44	0,36	0,71	0,54	0,43
	M _w	27434	26895	25244	30344	32062	32291
	M _c	7501	16457	24400	5289	13463	22510
	M _x	173139	437800	727954	87849	196652	317919
	M _w /M _x	0,16	0,06	0,03	0,35	0,16	0,10
	M(Kütle)	54940	117078	184255	49120	105442	166789
P:0.01	T _y -1 (sn)	0,48	0,95	1,48	0,72	1,73	2,66
	Katılım O.	77	76	75	71	73	74
	V _w	6999	8457	8064	5288	4871	4725
	V _y	9268	13531	14883	6285	6753	7565
	V _w /V _y	0,76	0,63	0,54	0,84	0,72	0,62
	M _w	33651	40851	39774	44866	50554	50975
	M _c	4164	11255	17351	3525	9513	16301
	M _x	156439	444133	726072	105881	221370	368662
	M _w /M _x	0,22	0,09	0,05	0,42	0,23	0,14
	M(Kütle)	55780	118084	184955	50339	107195	168638
P:0.02	T _y -1 (sn)	0,40	0,86	1,42	0,59	1,47	2,45
	Katılım O.	74	73	72	70	70	71
	V _w	8141	11468	11072	7061	6755	6555
	V _y	9390	14642	15261	7664	7878	8175
	V _w /V _y	0,87	0,78	0,73	0,92	0,86	0,80
	M _w	44371	63073	62029	67824	77577	80822
	M _c	2104	6446	9831	1930	5198	9051
	M _x	158174	480190	744183	128833	258029	398256
	M _w /M _x	0,28	0,13	0,08	0,53	0,30	0,20
	M(Kütle)	56904	118758	184075	52349	109647	170414
P:0.03	T _y -1 (sn)	0,34	0,74	1,24	0,51	1,23	2,04
	Katılım O.	74	74	72	69	71	72
	V _w	8836	14473	14113	7729	8647	8585
	V _y	9619	16681	16940	8056	9360	9610
	V _w /V _y	0,92	0,87	0,83	0,96	0,92	0,89
	M _w	49844	82168	81230	77872	98445	103781
	M _c	1200	4062	6054	1000	2999	5246
	M _x	161730	546661	825774	135145	306315	467998
	M _w /M _x	0,31	0,15	0,10	0,58	0,32	0,22
	M(Kütle)	58279	119933	183949	54606	112586	172933

Çizelge 4.4. Perde uzunluğu 4 m için çatlamamış kesit değerleri

ÇATLAMAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
4 m perde için		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T _y -1 (sn)	0,56	1,08	1,66	0,78	1,76	2,82
	Katılım O.	77	76	75	72	73	74
	V _w	6406	6227	5623	4339	3803	3445
	V _y	10250	13492	15075	5776	6529	7168
	V _w /V _y	0,62	0,46	0,37	0,75	0,58	0,48
	M _w	33678	34371	32624	37706	40905	41542
	M _c	7092	16067	23939	4864	12469	20857
	M _x	173277	443186	735809	97398	214073	349360
	M _w /M _x	0,19	0,08	0,04	0,39	0,19	0,12
	M(Kütle)	54989	117321	185029	49125	105665	167446
P:0.01	T _y -1 (sn)	0,44	0,90	1,42	0,62	1,51	2,46
	Katılım O.	75	75	74	70	71	73
	V _w	7537	9918	9467	6298	5898	5651
	V _y	9294	14292	15576	7115	7576	8124
	V _w /V _y	0,81	0,69	0,61	0,89	0,78	0,7
	M _w	44671	59294	58505	63818	72907	76516
	M _c	3174	9891	15431	2735	7894	1384
	M _x	156839	468972	759744	119821	248258	395826
	M _w /M _x	0,28	0,13	0,08	0,53	0,29	0,19
	M(Kütle)	55767	118674	186108	50409	107961	170041
P:0.02	T _y -1 (sn)	0,38	0,81	1,33	0,52	1,36	2,29
	Katılım O.	72	73	72	68	69	70
	V _w	8316	12318	11971	7277	7509	7312
	V _y	9481	15565	16353	7784	8566	8867
	V _w /V _y	0,88	0,79	0,73	0,93	0,88	0,82
	M _w	59531	90507	89911	84712	110297	117449
	M _c	1972	6526	10076	1626	493	8685
	M _x	159621	510251	797204	130762	280414	431833
	M _w /M _x	0,37	0,18	0,11	0,65	0,39	0,27
	M(Kütle)	57575	120531	187908	53065	111660	174381
P:0.03	T _y -1 (sn)	0,30	0,75	1,23	0,41	1,12	1,91
	Katılım O.	72	72	70	69	69	70
	V _w	8993	14830	14472	8063	9627	9348
	V _y	10068	16836	17595	8525	10392	10489
	V _w /V _y	0,89	0,88	0,82	0,95	0,93	0,89
	M _w	59303	112680	110074	85496	131890	139645
	M _c	1835	3528	6805	1534	3229	5677
	M _x	168979	551452	857338	142742	339939	510599
	M _w /M _x	0,35	0,20	0,13	0,60	0,39	0,27
	M(Kütle)	61099	122872	189707	57428	115534	178700

Çizelge 4.5. Perde uzunluğu 5 m için çatlamamış kesit değerleri

ÇATLAMAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
5 m perde için		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T _{y-1} (sn)	0,51	0,97	1,60	0,65	1,54	2,49
	Katılım O.	76	75	74	71	72	73
	V _w	7265	7315	7188	5452	4920	4551
	V _y	10298	13278	15603	6709	7319	7956
	V _w /V _y	0,71	0,55	0,46	0,81	0,67	0,57
	M _w	45050	48218	49845	52819	59507	61500
	M _c	5578	13133	21203	3981	10295	17421
	M _x	174047	435874	761525	113100	239936	387700
	M _w /M _x	0,26	0,11	0,07	0,47	0,25	0,16
	M(Kütle)	55276	117918	185785	49479	106371	168466
P:0.01	T _{y-1} (sn)	0,40	0,82	1,32	0,51	1,28	2,12
	Katılım O.	74	74	73	70	71	72
	V _w	7722	9986	9636	6642	6989	6717
	V _y	9357	14033	15183	7399	8678	9217
	V _w /V _y	0,83	0,71	0,63	0,90	0,81	0,73
	M _w	52199	70897	70686	67930	88097	92861
	M _c	2980	8885	13920	2382	7133	12390
	M _x	157858	460172	740160	124572	284332	449022
	M _w /M _x	0,33	0,15	0,10	0,55	0,31	0,21
	M(Kütle)	56144	119262	187260	50789	108555	171201
P:0.02	T _{y-1} (sn)	0,37	0,82	1,33	0,45	1,23	2,10
	Katılım O.	71	72	72	68	68	70
	V _w	8903	13182	12958	7492	8430	8171
	V _y	9908	16091	16973	7929	9465	9701
	V _w /V _y	0,90	0,82	0,76	0,94	0,89	0,84
	M _w	76248	122315	121879	94810	139784	150029
	M _c	1773	6151	9656	1347	4492	7945
	M _x	166860	527579	827483	133218	309846	472454
	M _w /M _x	0,46	0,23	0,15	0,71	0,45	0,32
	M(Kütle)	59620	125102	193232	53840	113547	177340
P:0.03	T _{y-1} (sn)	0,34	0,86	1,31	0,39	1,11	1,84
	Katılım O.	70	70	71	67	67	69
	V _w	9493	13897	14672	8061	9982	9930
	V _y	10087	15508	17065	8328	10530	10904
	V _w /V _y	0,94	0,90	0,86	0,97	0,95	0,91
	M _w	89848	163765	161525	102213	175678	184490
	M _c	999	3518	5720	717	1942	4598
	M _x	169613	508204	831826	139709	344587	530974
	M _w /M _x	0,53	0,32	0,19	0,73	0,51	0,35
	M(Kütle)	60695	125438	193016	56061	116177	179127

4.2. Çatlamış Kesit Değerleri

Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da çatlamış kesit değerleri verilmiştir. Kirişli döşeme ve plak döşeme olarak ikiye ayrılmıştır. 3 farklı kat yüksekliği için perde uzunluğu 1,5 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m ve perde oranı %0.5 den %3e kadar olan modellerin T_{y-1} , katılım oranı, F_w , F_y , F_w/F_y , M_x , M_c , M_w , M_w/M_x M(kütle) değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Perde uzunluğu 1.5 m için çatlamış kesit değerleri

ÇATLAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
1,5 m perde		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T_{y-1} (sn)	0,85	1,54	2,42	1,55	3,25	5,03
	Katılım O.	80	79	77	75	75	76
	V_w	2735	2151	1930	1586	1168	1230
	V_y	6770	8231	9803	3281	3918	5782
	V_w/V_y	0,40	0,26	0,20	0,48	0,30	0,21
	M_w	8589	7174	6792	9722	8908	11054
	M_c	8081	15331	23443	6962	16091	34033
	M_x	114414	270226	478457	55356	128534	281923
	M_w/M_x	0,08	0,03	0,01	0,18	0,07	0,04
	M(Kütle)	54396	115315	180800	48587	103699	163377
P:0.01	T_{y-1} (sn)	0,76	1,50	2,28	1,37	2,92	4,62
	Katılım O.	79	79	79	73	75	75
	V_w	5082	4940	4604	2762	2493	2625
	V_y	7489	9117	10127	3701	4267	5703
	V_w/V_y	0,68	0,54	0,45	0,75	0,58	0,46
	M_w	15451	15258	14566	16987	17025	20315
	M_c	4937	10950	16938	4166	10675	21801
	M_x	126501	299443	494325	62416	139993	278123
	M_w/M_x	0,12	0,05	0,03	0,27	0,12	0,07
	M(Kütle)	54699	114348	177460	49321	103605	161334

Çizelge 4.6. (devam)

P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,65	1,37	2,20	1,13	2,53	4,07
	Katılım O.	78	77	75	73	75	75
	V_w	7360	7847	7702	4058	4036	4359
	V_y	8521	9468	9946	4389	4726	5517
	V_w/V_y	0,86	0,83	0,77	0,92	0,85	0,79
	M_w	22638	24864	24877	25759	27927	31748
	M_c	2565	3882	6231	1334	3653	7096
	M_x	143797	310997	485680	73924	155055	269158
	M_w/M_x	0,16	0,08	0,05	0,35	0,18	0,12
	M(Kütle)	54797	111210	169857	50238	102692	157082

Çizelge 4.7. Perde uzunluğu 2 m için çatlamış kesit değerleri

ÇATLAMIŞ KESİT DEĞERLERİ							
2 m perde		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T_{y-1} (sn)	0,81	1,55	2,36	1,48	3,13	4,83
	Katılım O.	79	78	77	73	74	75
	V_w	3422	2962	2559	2041	1599	1681
	V_y	7076	8958	10082	3446	4074	5830
	V_w/V_y	0,48	0,33	0,25	0,59	0,39	0,29
	M_w	12980	11889	10912	15349	14867	17821
	M_c	7272	15038	22175	6038	14713	30029
	M_x	119562	294169	491955	58119	133606	284224
	M_w/M_x	0,11	0,04	0,02	0,26	0,11	0,06
	M(Kütle)	54703	116155	182330	48937	104617	165024
P:0.01	T_{y-1} (sn)	0,72	1,43	2,17	1,20	2,70	4,21
	Katılım O.	78	78	77	72	74	75
	V_w	5600	5503	5176	3291	2960	3098
	V_y	7935	9635	10714	4157	4643	5849
	V_w/V_y	0,71	0,57	0,48	0,79	0,64	0,53
	M_w	21036	21134	20462	23453	24719	27832
	M_c	4794	10815	16924	3808	10124	19480
	M_x	133983	316330	522821	70054	152250	285173
	M_w/M_x	0,16	0,07	0,04	0,33	0,16	0,10
	M(Kütle)	55300	116237	181074	49945	105530	165002
P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,63	1,29	2,05	1,07	2,51	3,90
	Katılım O.	77	76	75	70	72	74
	V_w	7446	7784	7628	4256	4067	4348
	V_y	8879	10273	10938	4707	4931	5780
	V_w/V_y	0,84	0,76	0,70	0,90	0,82	0,75

Çizelge 4.7. (devam)

	M_w	31725	33083	32849	35798	39742	43395
	M_c	2548	5629	8793	1808	4959	9279
	M_x	149685	337150	533713	79192	161643	281778
	M_{w/Mx}	0,21	0,10	0,06	0,45	0,25	0,15
	M(Kütle)	55760	114895	176391	51247	105871	163756
P:0.03	T_{y-1} (sn)	0,48	1,08	1,79	0,86	2,10	3,49
	Katılım O.	77	75	74	70	72	73
	V_w	9149	11159	11045	5674	5498	5434
	V_y	9383	11794	11923	5806	5754	5822
	V_{w/Vy}	0,98	0,95	0,93	0,98	0,96	0,93
	M_w	30951	39750	40445	43447	48905	51116
	M_c	422	1459	2355	496	1371	2436
	M_x	157958	386934	581776	97549	188569	283835
	M_{w/Mx}	0,20	0,10	0,07	0,45	0,26	0,18
	M(Kütle)	56716	114558	173186	53023	107172	162107

Çizelge 4.8. Perde uzunluğu 3 m için çatlamış kesit değerleri

ÇATLAMIS KESİT DEĞERLERİ							
3 m perde		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T_{y-1} (sn)	0,77	1,50	2,26	1,33	3,00	4,87
	Katılım O.	78	78	77	71	73	74
	V_w	4180	3742	3339	2534	2055	2199
	V_y	7420	9324	10576	3760	4260	5921
	V_{w/Vy}	0,56	0,40	0,32	0,67	0,48	0,37
	M_w	19479	18840	17920	23119	24126	30817
	M_c	6727	14619	22248	5273	13500	28912
	M_x	125347	306123	516027	63403	139704	288596
	M_{w/Mx}	0,16	0,06	0,03	0,36	0,17	0,11
	M(Kütle)	54940	117078	184255	49120	105442	166789
P:0.01	T_{y-1} (sn)	0,68	1,36	2,07	1,09	2,67	4,11
	Katılım O.	77	77	77	70	72	73
	V_w	6102	5984	5659	3693	3215	3367
	V_y	8392	10188	11376	4520	4781	5978
	V_{w/Vy}	0,73	0,59	0,50	0,82	0,67	0,56
	M_w	30343	31109	30642	34639	38771	43551
	M_c	4738	10946	17332	3571	-38771	18766
	M_x	141659	334384	554989	76146	156724	291325
	M_{w/Mx}	0,21	0,09	0,06	0,45	0,25	0,15
	M(Kütle)	55780	118084	184955	50339	107195	168635
P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,54	1,16	1,87	0,86	2,16	3,60
	Katılım O.	75	74	73	69	70	71
	V_w	7962	8738	8473	5219	4820	4628

Çizelge 4.8. (devam)

	V_y	9390	11511	12198	5717	5779	6053
	V_w/V_y	0,85	0,76	0,69	0,91	0,83	0,76
	M_w	41927	46691	46171	52901	59870	62721
	M_c	2595	6277	9799	1959	5391	9551
	M_x	158174	377505	594832	96104	189279	294873
	M_w/M_x	0,27	0,12	0,08	0,55	0,32	0,21
	M(Kütle)	56904	118758	184075	52349	109647	170414
	T_y-1 (sn)	0,45	0,99	1,59	0,77	1,86	3,06
	Katılım O.	75	75	75	68	70	72
	V_w	8713	11271	11316	6268	6126	6064
P:0.03	V_y	9619	13226	13929	6563	6725	6960
	V_w/V_y	0,91	0,85	0,81	0,96	0,91	0,87
	M_w	48293	62671	63241	68304	76645	81136
	M_c	1493	4017	6267	1128	3110	5551
	M_x	161730	433455	678988	110107	220082	338938
	M_w/M_x	0,30	0,14	0,09	0,62	0,35	0,24
	M(Kütle)	58279	119933	183949	54606	112586	172933
	T_y-1 (sn)	0,45	0,99	1,59	0,77	1,86	3,06
	Katılım O.	75	75	75	68	70	72
	V_w	8713	11271	11316	6268	6126	6064

Çizelge 4.9. Perde uzunluğu 4 m için çatlamış kesit değerleri

ÇATLAMİŞ KESİT DEĞERLERİ							
4 m perde		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T_y-1 (sn)	0,74	1,46	2,21	1,17	2,68	4,31
	Katılım O.	77	77	77	71	72	74
	V_w	4512	4043	3631	2993	2464	2495
	V_y	7676	9538	10797	4189	4670	5947
	V_w/V_y	0,59	0,42	0,34	0,71	0,53	0,42
	M_w	24471	24158	23274	28878	31063	36402
	M_c	6526	14260	21778	4849	12475	24266
	M_x	129680	313127	526785	70647	153124	289860
	M_w/M_x	0,19	0,08	0,04	0,41	0,20	0,13
	M(Kütle)	54989	117321	185029	49125	105665	167446
P:0.01	T_y-1 (sn)	0,60	1,24	1,92	0,92	2,29	3,74
	Katılım O.	75	76	75	69	70	72
	V_w	7241	7185	6906	4503	4015	3873
	V_y	9182	10967	12149	5189	5436	6034
	V_w/V_y	0,79	0,66	0,57	0,87	0,74	0,64
	M_w	42856	44915	44889	49300	56182	61173
	M_c	3893	9649	15447	2759	8101	14781
	M_x	154946	359853	592557	87394	178142	293996
	M_w/M_x	0,28	0,12	0,08	0,56	0,32	0,21
	M(Kütle)	55767	118674	186108	50409	107961	170041

Çizelge 4.9. (devam)

P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,51	1,09	1,73	0,76	2,02	3,39
	Katılım O.	73	74	74	68	69	70
	V_w	8162	9465	9326	5960	5329	5109
	V_y	9481	12301	13261	6429	6231	6465
	V_w/V_y	0,86	0,77	0,70	0,93	0,86	0,79
	M_w	56180	67859	68453	73267	85319	90991
	M_c	2423	6406	10226	1831	5075	9096
	M_x	159621	403247	646472	108007	204009	314868
	M_w/M_x	0,35	0,17	0,11	0,68	0,42	0,29
	M(Kütle)	57575	120531	187908	53065	111660	174381
P:0.03	T_{y-1} (sn)	0,39	0,95	1,55	0,60	1,63	2,74
	Katılım O.	73	73	72	68	69	70
	V_w	8680	11884	11727	7807	7035	6840
	V_y	10068	14024	14615	8455	7705	7872
	V_w/V_y	0,86	0,85	0,80	0,92	0,91	0,87
	M_w	52165	80426	80729	87724	101972	107921
	M_c	2742	4403	6864	2790	3350	5967
	M_x	168978	459363	712150	141571	252037	383195
	M_w/M_x	0,31	0,18	0,11	0,62	0,40	0,28
	M(Kütle)	61099	122873	189707	57428	115534	178700

Çizelge 4.10. Perde uzunluğu 5 m için çatlamış kesit değerleri

ÇATLAMIS KESİT DEĞERLERİ							
5 m perde		Kirişli Döşeme			Plak Döşeme		
Perde Oranı		8 kat	16 kat	24 kat	8 kat	16 kat	24 kat
P:0.005	T_{y-1} (sn)	0,66	1,35	2,08	0,96	2,30	3,72
	Katılım O.	76	76	76	70	71	73
	V_w	5681	5271	4849	3860	3309	3065
	V_y	8424	10204	11408	4933	5323	5971
	V_w/V_y	0,67	0,52	0,43	0,78	0,62	0,51
	M_w	35046	35857	35219	40487	45460	48451
	M_c	5586	12536	19407	3972	10344	18124
	M_x	142268	334975	556541	83164	174517	290982
	M_w/M_x	0,25	0,11	0,06	0,49	0,26	0,17
	M(Kütle)	55276	117918	185785	49479	106371	168466
P:0.01	T_{y-1} (sn)	0,55	1,17	1,83	0,76	1,90	3,13
	Katılım O..	75	75	75	70	71	72
	V_w	7503	7918	7618	5384	4865	4565
	V_y	9328	11605	12731	6125	6346	6745
	V_w/V_y	0,80	0,68	0,60	0,88	0,77	0,68
	M_w	48993	55516	55747	58818	67961	71744
	M_c	3657	9158	14626	2701	7309	12763
	M_x	157372	380768	620903	103117	207926	328620

Çizelge 4.10. (devam)

	M_w/M_x	0,31	0,15	0,09	0,57	0,33	0,22
	M(Kütle)	56144	119262	187260	50789	108555	171201
P:0.02	T_{y-1} (sn)	0,50	1,11	1,77	0,65	1,77	3,02
	Katılım O.	71	73	73	68	68	70
	V_w	8758	10076	9987	6957	6144	5866
	V_y	9908	12629	13602	7426	7059	7240
	V_w/V_y	0,88	0,80	0,73	0,94	0,87	0,81
	M_w	72612	91843	93571	90120	106671	114718
	M_c	2209	6077	9867	1686	4620	8250
	M_x	166860	414072	663137	124765	231101	352606
	M_w/M_x	0,44	0,22	0,14	0,72	0,46	0,33
	M(Kütle)	59620	125102	194672	53840	113547	177340
P:0.03	T_{y-1} (sn)	0,46	1,16	1,73	0,55	1,61	2,63
	Katılım O.	70	71	72	67	67	69
	V_w	9411	10804	11584	8032	7294	7087
	V_y	10087	12213	13739	8328	7859	7937
	V_w/V_y	0,93	0,88	0,84	0,96	0,93	0,89
	M_w	85596	122837	122258	104950	134316	139628
	M_c	1236	3482	5821	948	2697	4703
	M_x	169613	400221	669699	139709	257167	386394
	M_w/M_x	0,50	0,31	0,18	0,75	0,52	0,36
	M(Kütle)	60695	125438	193016	56061	116177	179127

4.3. Değerlerin Karşılaştırılması

4.3.1. 8-16-24 kat çatlamamış kesit kirişli döşeme

Yapı modelleri analizi yapıldıktan sonra oluşturulan grafiklerin yorumlarında %0,5, %1, %2, %3 perde oranlarına sahip modeller eksenlerin kesişim noktasından işaretlenmiş ve çatlamamış kesit özelliklerine sahip modellerin periyotlarıyla kıyaslama yapılmıştır. Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 'de 8, 16 ve 24 katlı çatlamamış kesit özelliklerine sahip kirişli döşemeye ait binaların periyodun perde uzun kenarı (L_w) ve perde oranına (p) bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda perde uzunluğu (L_w) sabit kalıp perde oranı (p) arttıkça periyotta azalmıştır. Perde oranı (p) sabit kalıp perde uzunluğu (L_w) arttırılınca periyodun yine azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca perdelerin plandaki yerleri değiştikçe kiriş açıklığı azaldıkça da periyotta da değişimler olduğu gözlemlenmiştir.

DBYBHY 2007'e göre karşılaştırma yapılmıştır. DBYBHY 2007'de taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek sistemdeki her bir doğrultudaki perdelerin tabanlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, tüm sistemin tabanında meydana gelen kesme kuvvetinin toplamının %75'inden fazla olamamalıdır koşulu irdelenmiştir (Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçeve Sistemlere İlişkin Koşullar DBYBHY 2007 2.5.2). Çatlamış kesit kirişli döşemeye sahip bina modeli incelendiğinde kesme kuvveti oranı (DBYBHY 2007 2.5.2) %75'inden fazla olamamalıdır koşulunu incelenmişti. 2.5.2.2 – 2.5.2.1'de $0,75 < \alpha_s \leq 1,0$ Aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir. 8, 16, 24 katlı çatlamamış kirişli döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir. Bu grafiklere göre;

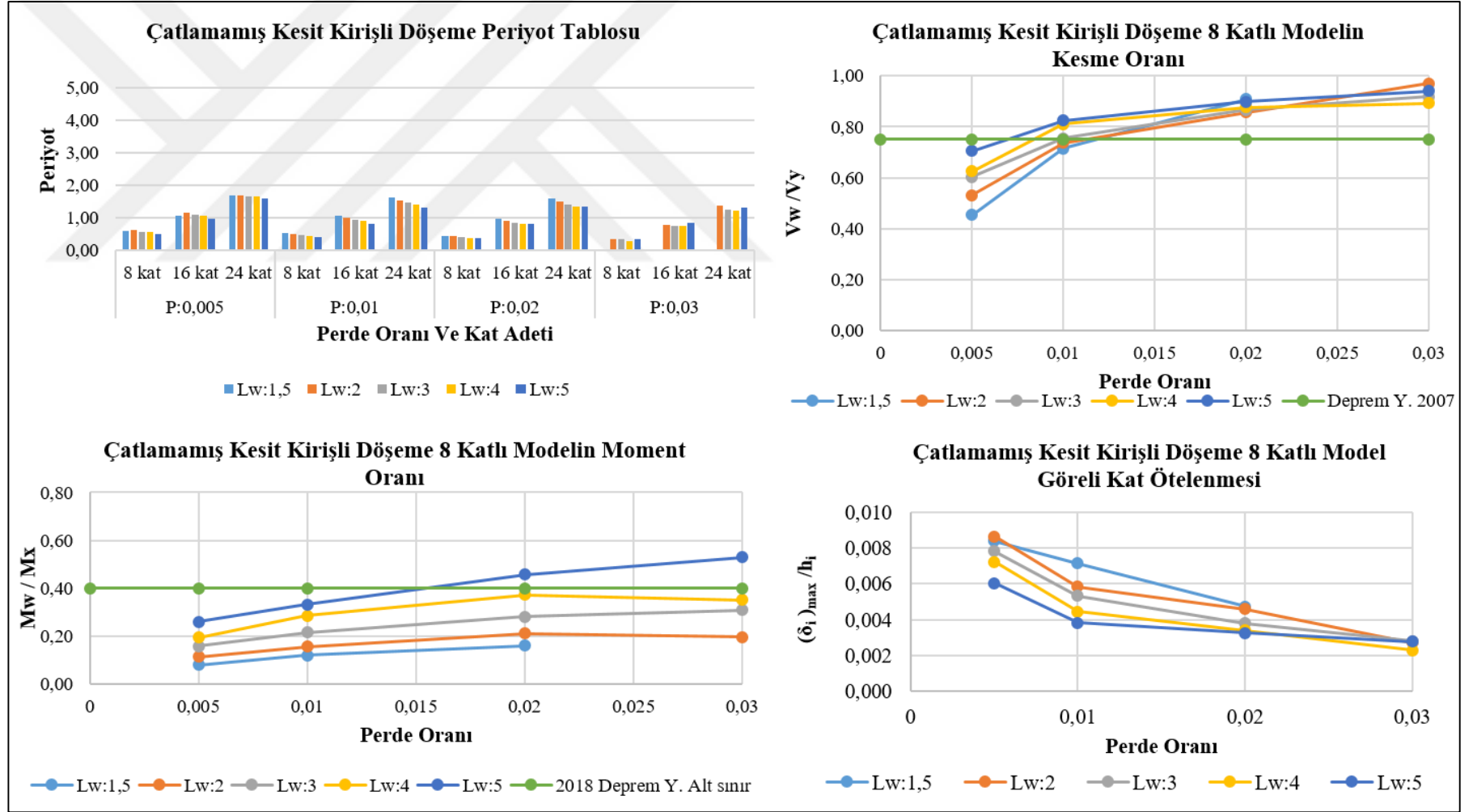
- ✓ 8 katlı sistemde kesme oranı incelendiğinde perde oranı %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m olan sistemler ve perde oranı (p) %1 ve perde uzunluğu 1,5 m olan sistem kesme kuvvetinin %75 inden az aldığı için çerçeve-perdeli sistemdir. Diğer modeller ise DBYBHY 2007'ye göre yeni bir R hesabı yapılarak süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve yapı sınıfı olarak devam edilir.
- ✓ 16 katlı sistemde kesme kuvveti için perde oranı %0,5 ve %1 olan ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 metre olan sistemler %75 sınırının altı olup yüksek süneklikli perde-çerçeve yapı sistemidir. %2, %3 sistemler ise yeni bir R hesabı yapılarak devam edilmektedir.
- ✓ 24 katlı sistemler için kesme oranları %0.5 ve %1 olan ve perde uzunluğu 1,5, 2, 3, 4, 5 m sistemler ve %2, %3 için perde uzunluğu (L_w) 2, 3, 4m sınırın altı olup yüksek sünekli perde-çerçeve yapı sınıfından devam edilirken perde oranı %2, %3 için perde uzunluğu (L_w) 1,5, 5 m sistemler için ise yeni bir R hesabı yapılarak devam edilmelidir.

Elde edilen çatlamamış kesit özelliklerine sahip modellerin devrilme momentinin yüzdelik olarak perdelerin aldığı oranlar belirlenmiş ve TBDY 2018 sınırları oluşturularak grafikleri çizilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) veya

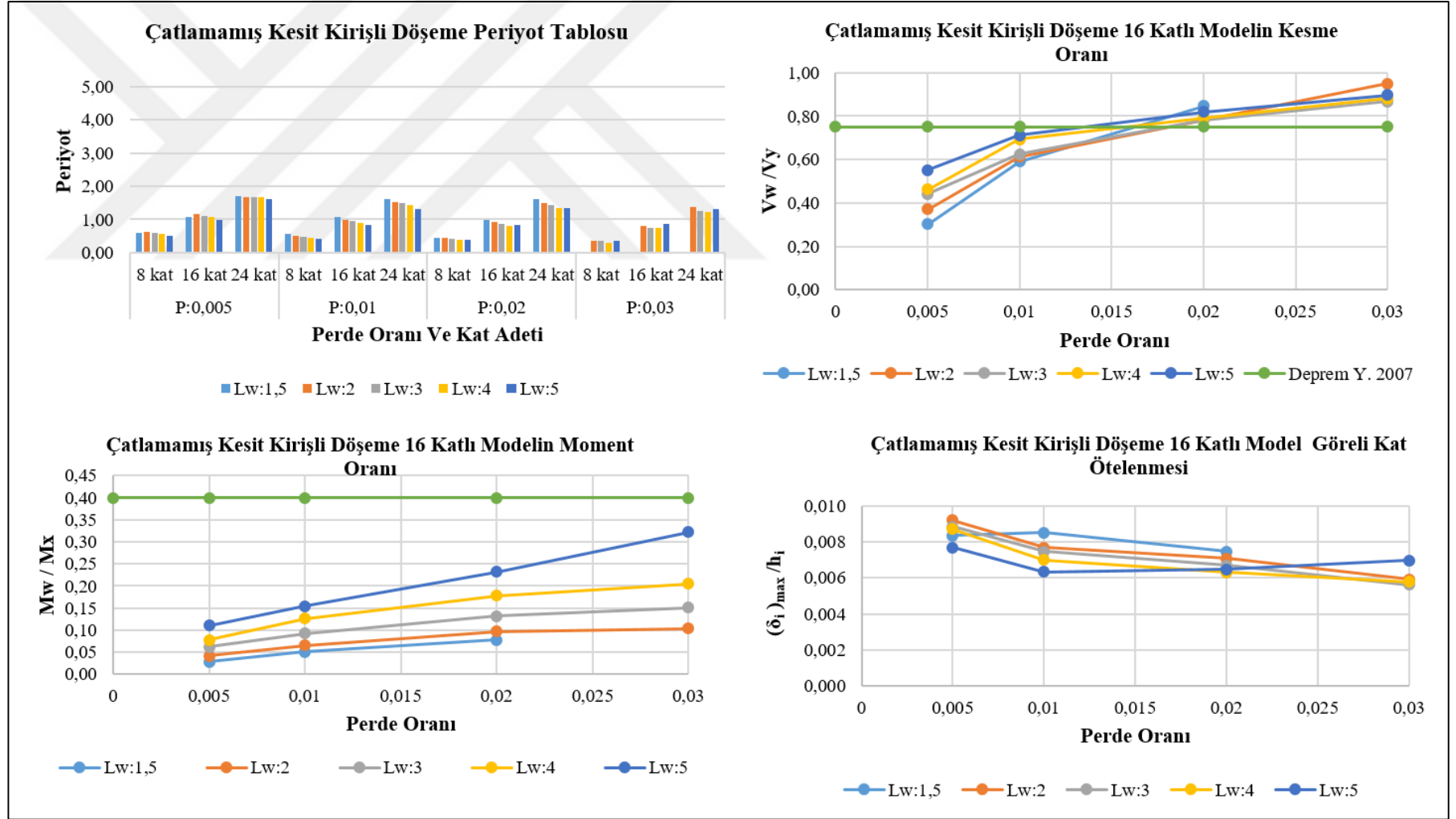
boşluksuz yerinde dökme veya ön üretimli betonarme perdeler moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda, perdelerin veya çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmayacaktır (TBDY 2018). Perde oranının 8, 16, 24 katlı çatlamamış kirişli döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir. Bu grafiklere göre;

- ✓ 8 katlı yapı için moment oranları incelendiğinde perde oranı %2, %3 ve perde uzunluğu 5 m olan sistemlerin bu aralıkta olduğu gözlemlenerek çerçeve-perdeli sistem denilebilirken, diğer perde oranlarına sahip sistemler süneklik düzeyi yüksek olan taşıyıcı sistemi çerçeveden oluşan yapı sınıfında girmektedir.
- ✓ 16 katlı ve 24 katlı yapıların hepsi yönetmelikte verilen sınırın altında kalarak süneklik düzeyi yüksek olan taşıyıcı sistemi çerçeveden oluşan yapı sınıfında.

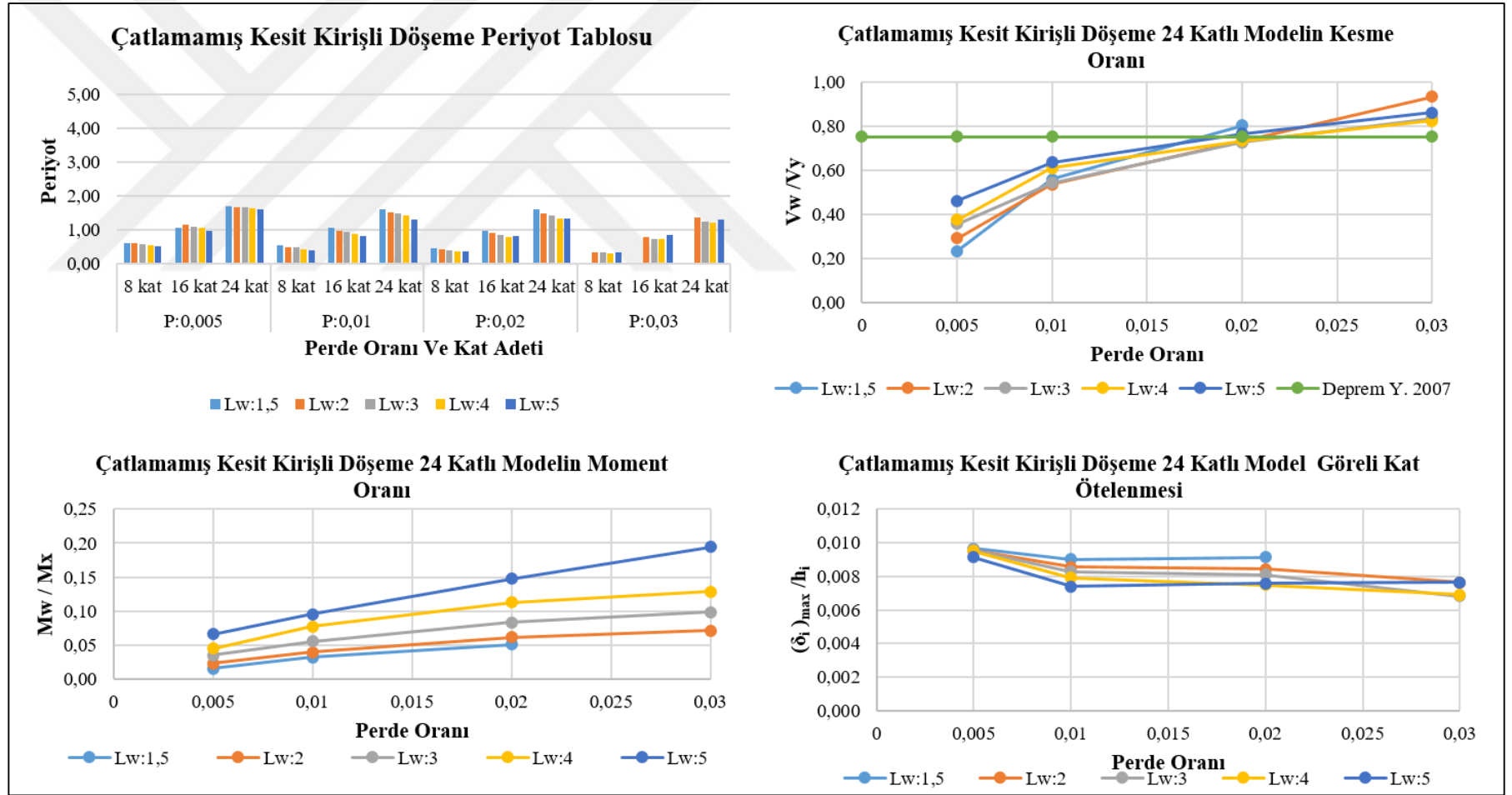
Görelî kat ötelemesi incelendiğinde sistemleri TBDY 2007'e göre görelî kat öteleme sınırlarının altında kalarak güvenli tarafta olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.1. 8 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi



Şekil 4.2. 16 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi



Şekil 4.3. 24 katlı çatlamamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi

4.3.2. 8-16-24 çatlamamış kesit plak döşeme periyot

Çatlamamış kesit plak döşeme modellerinin analizi yapıldıktan sonra oluşturulan grafiklerin yorumlarında perde oranlarına (p) %0,5, %1, %2, %3 sahip modeller eksenlerin kesişim noktasından işaretlenmiş ve çatlamamış kesit plak döşeme özelliklerine sahip modellerin periyotları kendi aralarında kıyaslama yapılmıştır. Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 'da 8-16-24 katlı çatlamamış kesit özelliklerine sahip kirişli ve plak döşeme ye ait binaların periyodun, perde uzun kenarı (L_w) ve perde oranına (p) bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda L_w sabit kalıp perde oranının (p) arttırılmasıyla periyodun kısaldığı, perde oranı (p) sabit kalıp perde uzunluğu (L_w) arttırılınca periyodun kısaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu modellerde de perdelerin plandaki yerleri değişikçe kiriş açıklığı azaldıkça da periyotta azalma olduğu gözlemlenmiştir. Kirişli yapı modeline göre plak döşemeli sistemlerde daha uzun periyotlarla karşılaşılmıştır. Bunun yanında perde yerleşimi ve iki perde arasındaki uzaklığında periyodu etkilediği görülmüştür. DBYBHY 2007' e göre karşılaştırma yapılmıştır. DBYBHY 2007'de taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek sistemdeki her bir doğrultudaki perdelerin tabanlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, tüm sistemin tabanında meydana gelen kesme kuvvetinin toplamının %75'inden fazla olamamalıdır koşulu irdelenmiştir (Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesi Sistemlere İlişkin Koşullar DBYBHY 2007 2.5.2).

Çatlamamış kesit plak döşemeye sahip bina modeli incelendiğinde kesme kuvveti oranı (DBYBHY 2007 2.5.2) %75'inden fazla olamamalıdır koşulunu incelenmişti. 2.5.2.2 – 2.5.2.1'de $0,75 < \alpha_s \leq 1,0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir. Perde oranının (p) çatlamamış plak döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Bu grafiklere göre;

- ✓ 8 katlı sistemde perde oranı %0.5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3 m olan sistemler süneklik düzeyi yüksek perde-çerçevesi olan taşıyıcı sistem sınıfında girmektedir. Diğer perde oranı ve uzunluklara sahip sistemler için yeni bir R hesabı yapılarak devam edilmelidir.

- ✓ 16 katlı modeller için ise perde oranı (p) %0.5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 metre ve perde oranı(p) %1 ve perde uzunluğu(L_w) 1,5, 2 metre olan sistemler % 75 kesme kuvveti sınırının altında kalarak süneklik düzeyi yüksek olan perde-çerçeve olan taşıyıcı sistem sınıfındadır. Perde oranı (p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 3, 4, 5 metre perde oranı (p) %2, %3 sistemler ise yeni bir R hesabı ile devam edilmelidir.
- ✓ 24 katlı için perde oranı (p) %0,5 ve %1 olan ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m sistemler sınırın altı olup süneklik düzeyi yüksek olan perde-çerçeve taşıyıcı sistem sınıfındayken perde oranı (p) %2, %3 sistemler ise yeni bir R hesabı ile devam edilmelidir.

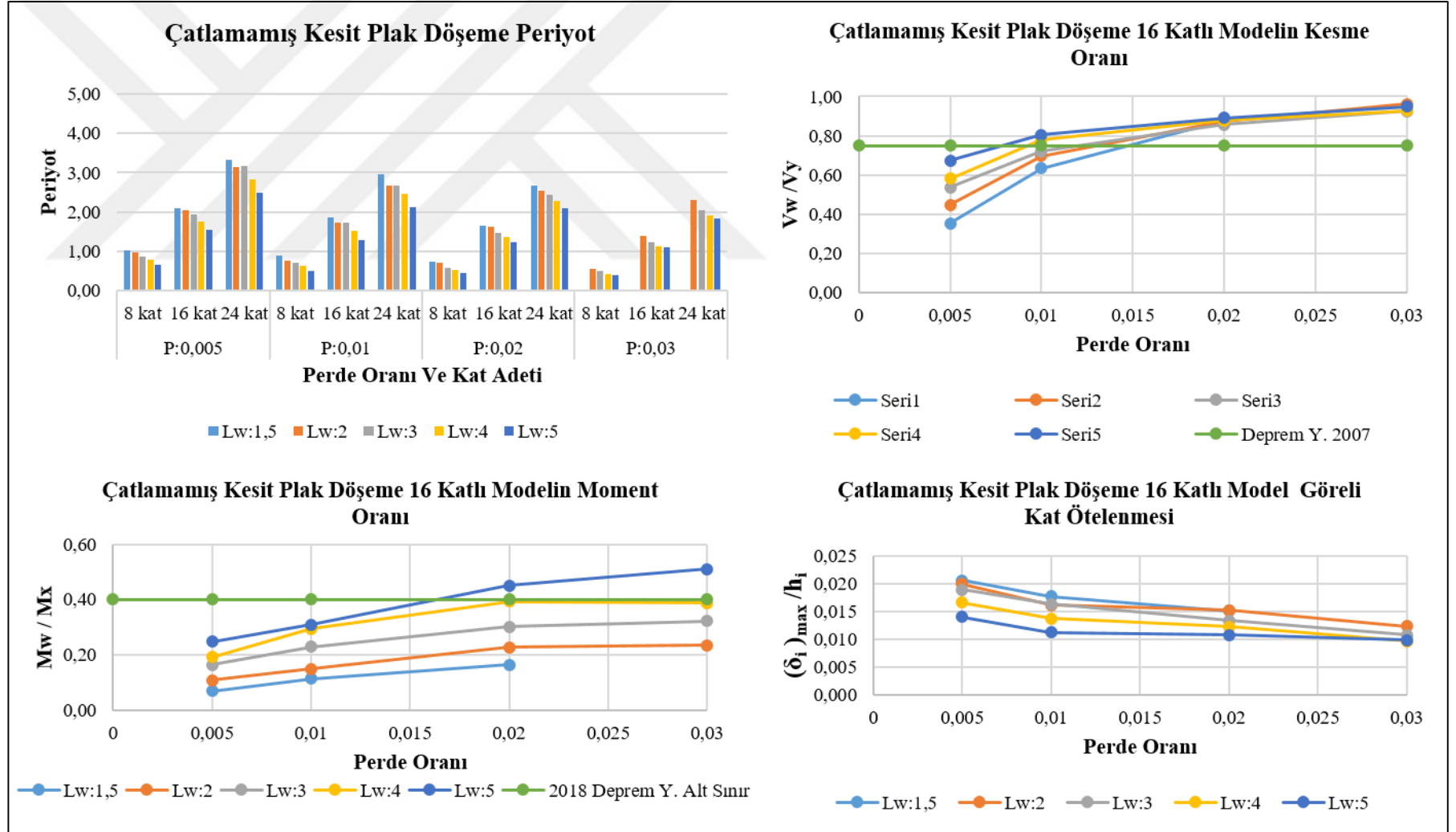
Elde edilen çatlamış kesit plak döşeme özelliklerine sahip modeller TBDY 2018 de 4.3.4.4 maddesinde kirişsiz döşemeleri içeren taşıyıcı sistemlerde deprem etkilerinin tamamı süneklik düzeyi yüksek boşluklu veya boşluksuz perdeler ile karşılanacak demıştır. Bu doğrultuda deprem etkisi olan kesme kuvvetinin tamamı perdelerle karşılanması durumu incelenmiştir.

- ✓ Kirişsiz döşeme 8 katlı modelde görelî kat ötelenmesi %2 sınırının altında kalarak kesme kuvvetlerini karşıladığı gözlemlenmiştir.
- ✓ Kirişsiz döşeme 16 katlı modelde görelî kat ötelenmesi kontrollüne bakıldığında sadece perde oranı (p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5 m olan perde görelî kat öteleme sınırını geçmiştir.

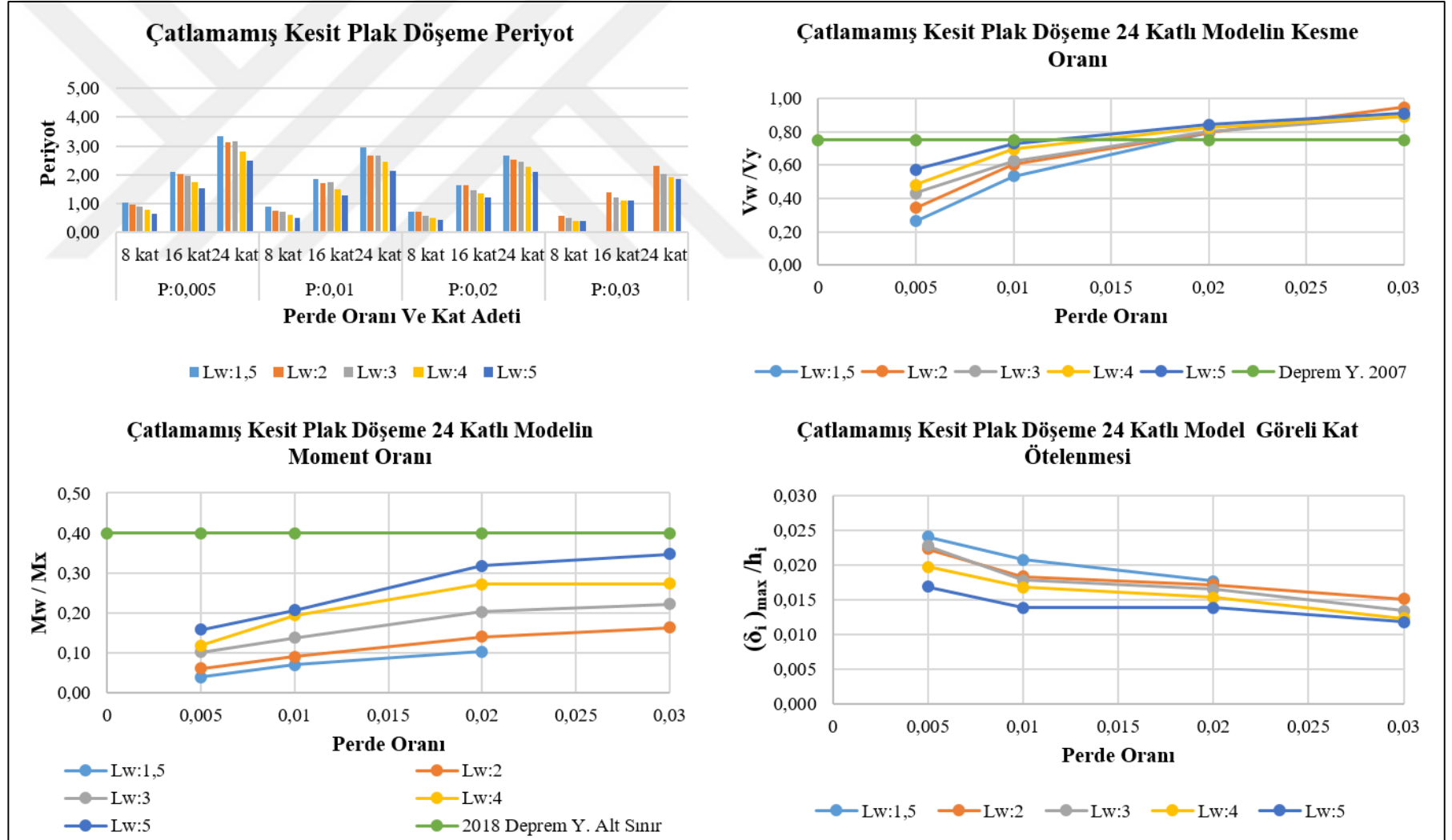
Kirişsiz döşeme 24 katlı modelde perde oranı(p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3 m, perde oranı(p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 2 m uzunluklu modeller görelî kat öteleme sınırını aşmıştır.



Şekil 4.4. 8 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi



Şekil 4.5. 16 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi



Şekil 4.6. 24 katlı çatlamamış kesitli plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılım etkisi

4.3.3. 8-16-24 kat çatlamış kesit kirişli döşeme periyot

Çatlamış kesit kirişli döşeme modellerinin analizi yapıldıktan sonra oluşturulan grafiklerin yorumlarında perde oranları %0,5, %1, %2, %3 olan modeller eksenlerin kesişim noktasından işaretlenmiş ve çatlamış kesit özelliklerine sahip modellerin periyotlarıyla kıyaslama yapılmıştır. Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9 'de 8, 16, 24 katlı çatlamış kesit özelliklerine sahip kirişli döşeme ye ait binaların periyodun perde uzun kenarı (L_w) ve perde oranına (p) bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda perde oranı artırıldığında periyot kısalmış ve perde oranı sabit kalıp perde uzunluğu (L_w) arttırılınca periyodun azaldığı gözlemlenmiştir ayrıca bu modellerde de perdelerin plandaki yerleri değişikçe kiriş açıklığı azaldıkça da periyotta da azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında perde yerleşimi ve iki perde arasındaki uzaklığında periyodu etkilediği görülmüştür. DBYBHY 2007'göre karşılaştırma yapılmıştır. DBYBHY 2007'de taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek sistemdeki her bir doğrultudaki perdelerin tabanlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, tüm sistemin tabanında meydana gelen kesme kuvvetinin toplamının %75'inden fazla olamamalıdır koşulu irdelenmiştir (Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçeve Sistemlere İlişkin Koşullar DBYBHY 2007 2.5.2). Çatlamış kesit kirişli döşemeye sahip bina modeli incelendiğinde kesme kuvveti oranı (TBDY 2007 2.5.2) %75'inden fazla olamamalıdır koşulunu incelenmişti. 2.5.2.2 – 2.5.2.1'de1'de $0,75 < \alpha_s \leq 1,0$ Aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir. Perde oranının çatlamış kesit kirişli döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'de verilmiştir. Bu grafiklere göre;

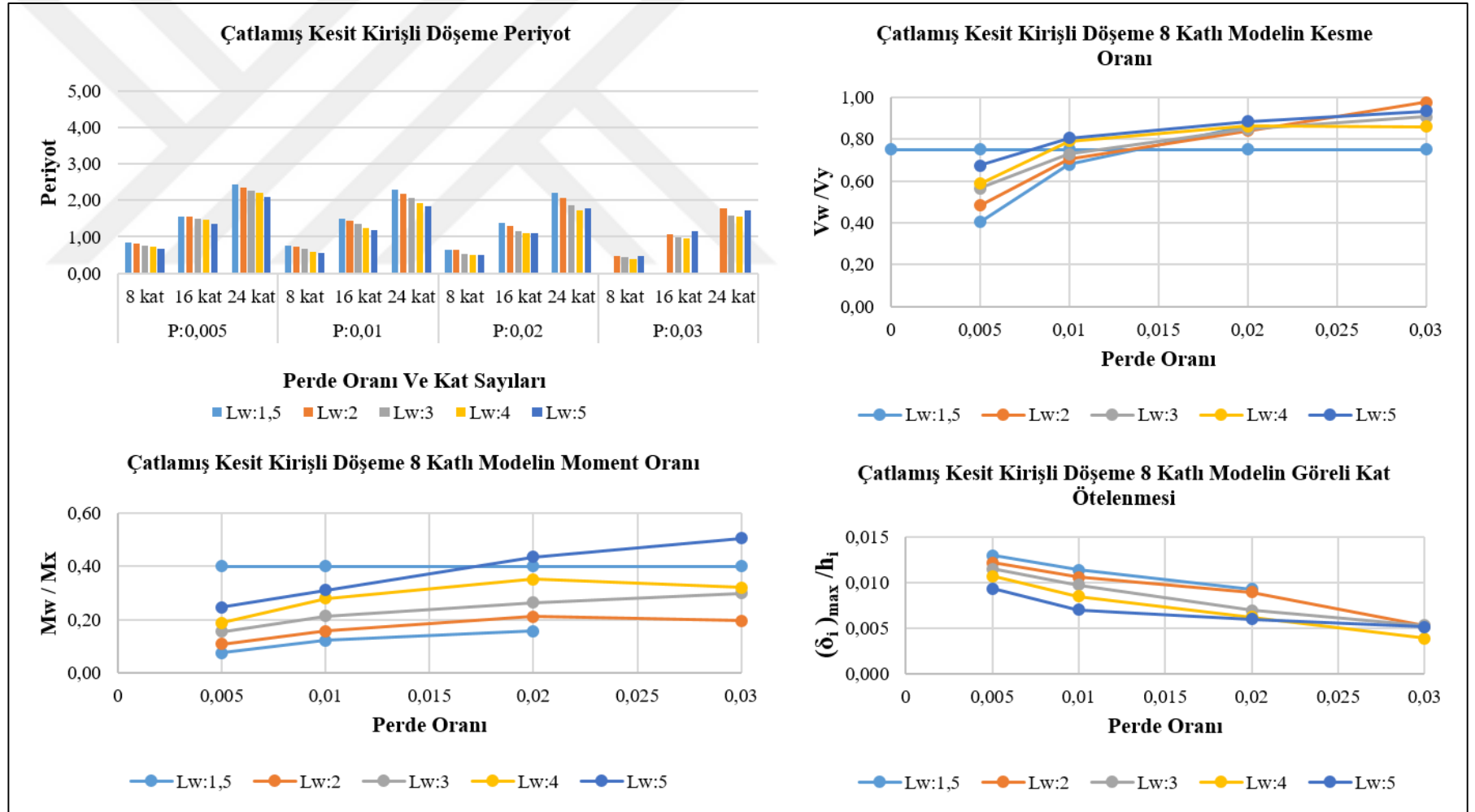
- ✓ 8 katlı modellerde perde oranı (p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m olan sistemler, perde oranı (p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3 m olan sistem süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve sistem olarak sınıflandırılabilirken diğerleri için yeni bir R hesabı yapılarak devam edilir.
- ✓ 16 katlı modellerde için ise perde oranı (p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m perde oranı (p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m olan sistemler sınırın altı olup süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve olan sistem sınıftayken perde oranı (p) %2, %3 sistemler ise yeni bir R hesabı yapılarak devam edilir.

- ✓ 24 katlı yapı modelleri için perde oranı (p) %0,5 ve %1 olan ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m ve perde oranının (p) %2'nin perde uzunluğu (L_w) 2, 3, 4, 5 m sistemler sınırın altı olup perde-çerçeve sistem sınıfındayken perde oranı %2 de sadece perde uzunluğu (L_w) 1,5 m ve perde oranı (p) %3 sistemler ise yeni bir R hesabı ile devam edilmelidir.

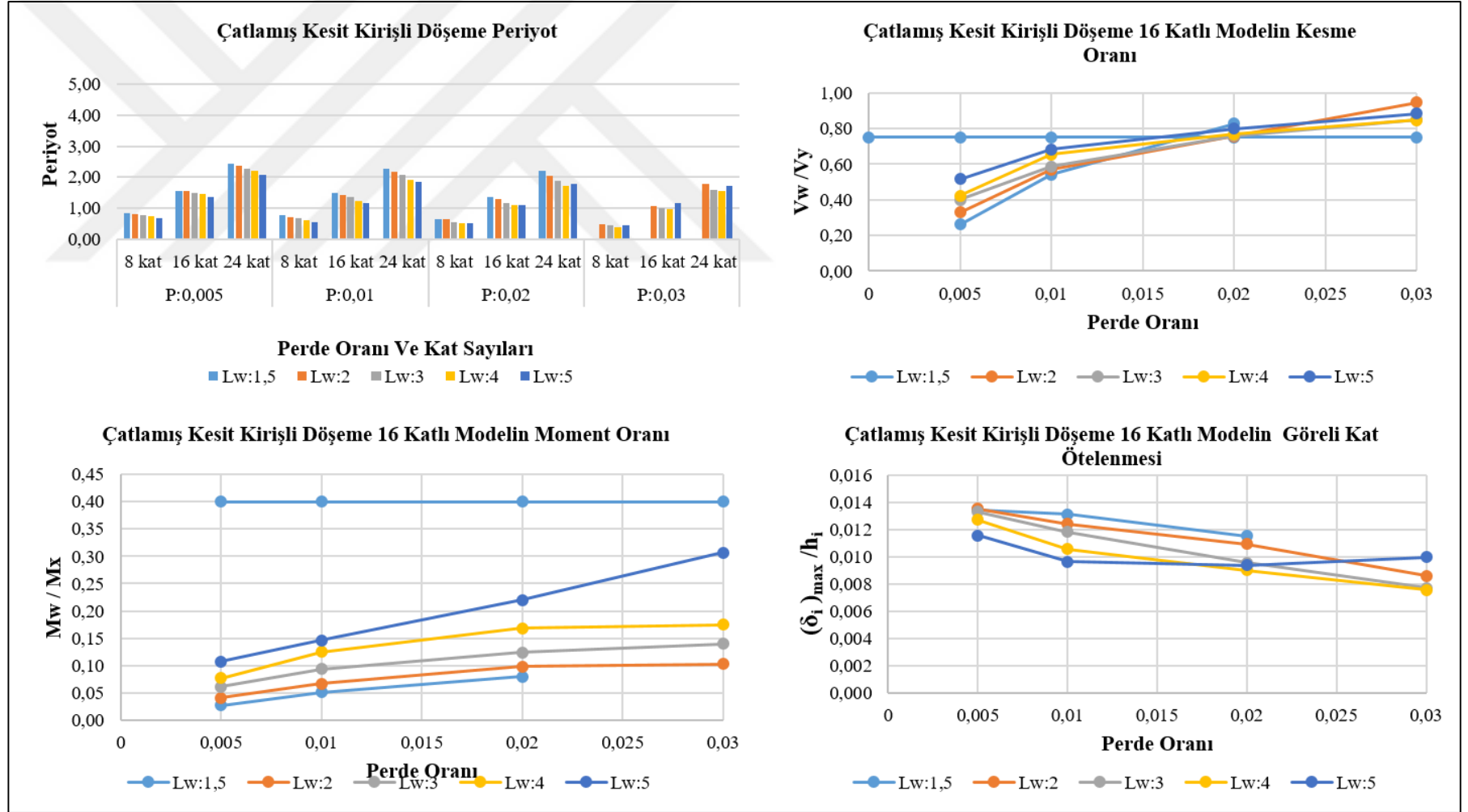
Elde edilen çatlamış kesit özelliklerine sahip modellerin devrilme momentinin yüzdeler olarak perdelerin aldığı oranlar belirlenmiş ve TBDY 2018 sınırları oluşturularak grafikleri çizilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu), boşluksuz yerinde dökme veya önüretimli betonarme perdeler moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda, perdelerin veya çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmayacaktır (TBDY 2018). Perde oranının çatlamış kesit kirişli döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'de verilmiştir. Bu grafiklere göre;

- ✓ 8 katlı yapı modelleri için perde oranı (p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m perde oranı %1 ve perde uzunluğu 1,5, 2, 3, 4, 5 m, perde oranı (p) %2 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4m, perde oranı (p) %3 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4m olan sistemlerin bu aralığın altında olduğu görülmüş ve taşıyıcı sistem türü çerçeve sınıfındadır. Perde oranı (p) %2'nin ve perde uzunluğu (L_w) 5 m, perde oranı (p) %3'ün ve perde uzunluğu (L_w) 5 m olanları ise taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek perde-çerçeve olan sistemdir.
- ✓ 16 katlı ve 24 katlı yapı modellerinin hepsi yönetmelikte verilen sınırın altında kalarak süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistem olarak sınıflandırılmaktadır.

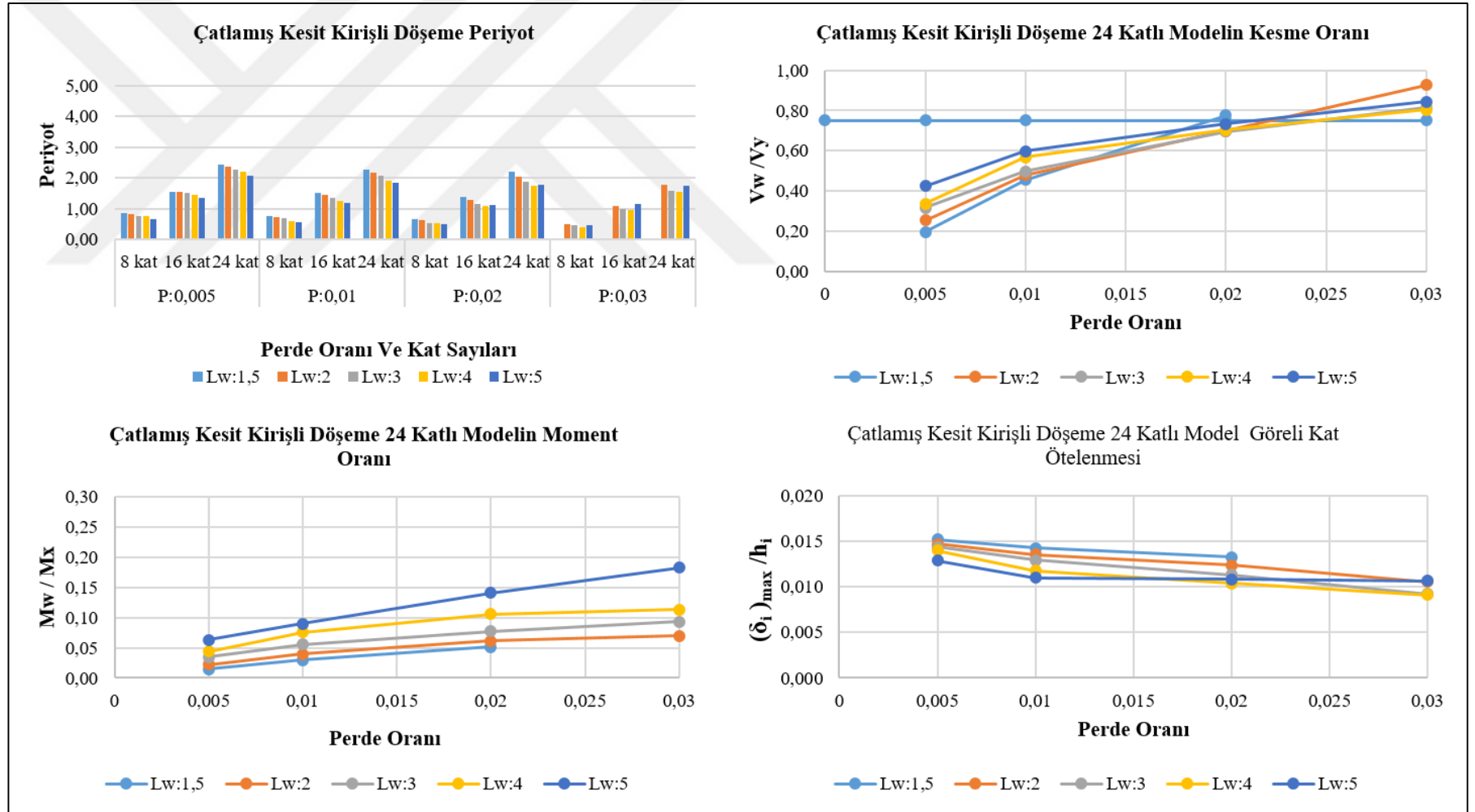
Görelî kat ötelemesi incelendiğinde sistemleri DBYBHY 2007 yönetmeliğine göre görelî kat öteleme sınırlarının 8 ve 16 ve 24 katlı yapılar için altında kalarak güvenli tarafta olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.7. 8 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi



Şekil 4.8. 16 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi



Şekil 4.9. 24 katlı çatlamış kesitli kirişli döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi

4.3.4. 8-16-24 kat çatlamış kesit plak döşeme periyot

Çatlamış kesit plak döşeme yapı modelleri analizi yapıldıktan sonra oluşturulan grafiklerin yorumlarında perde oranları %0,5, %1, %2, %3 olan modeller eksenlerin kesişim noktasından işaretlenmiş ve çatlamamış kesit plak döşeme özelliklerine sahip modellerin periyotları kendi aralarında kıyaslama yapılmıştır. Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 'de 8, 16, 24 katlı çatlamamış kesit özelliklerine sahip plak döşeme ye ait binaların periyodun perde uzun kenarı (L_w) ve perde oranına (p) bağlı olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda perde oranı arttıkça periyodun kısaldı ve perde oranı sabit kalıp perde uzunluğu (L_w) arttırılınca periyodun kısaldığı gözlemlenmiştir ayrıca bu modellerde de perdelerin plandaki yerleri değıştikçe giriş açıklığı azaldıkça da periyotta da azalma olduğu gözlemlenmiştir. Kirişli yapı modeline göre plak döşemeli sistemlerde daha uzun periyotlarla karşılaşmıştır. Bunun yanında perde yerleşimi ve iki perde arasındaki uzaklığında periyodu etkilediği görülmüştür. DBYBHY 2007'göre karşılaştırma yapılmıştır. DBYBHY 2007'de taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek sistemdeki her bir doğrultudaki perdelerin tabanlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, tüm sistemin tabanında meydana gelen kesme kuvvetinin toplamının %75'inden fazla olamamalıdır koşulu irdelenmiştir (Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçeve Sistemlere İlişkin Koşullar DBYBHY 2007 2.5.2).

Çatlamış kesit kirişli döşemeye sahip bina modeli incelendiğinde kesme kuvveti oranı (TBDY 2007 2.5.2) %75'inden fazla olamamalıdır koşulunu incelenmiştir. 2.5.2.2 – 2.5.2.1'de $0,75 < \alpha_s \leq 1,0$ Aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir. Perde oranının çatlamış kesit plak döşeme için yapı kuvvet dağılım grafikleri Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'da verilmiştir. Bu grafiklere göre;

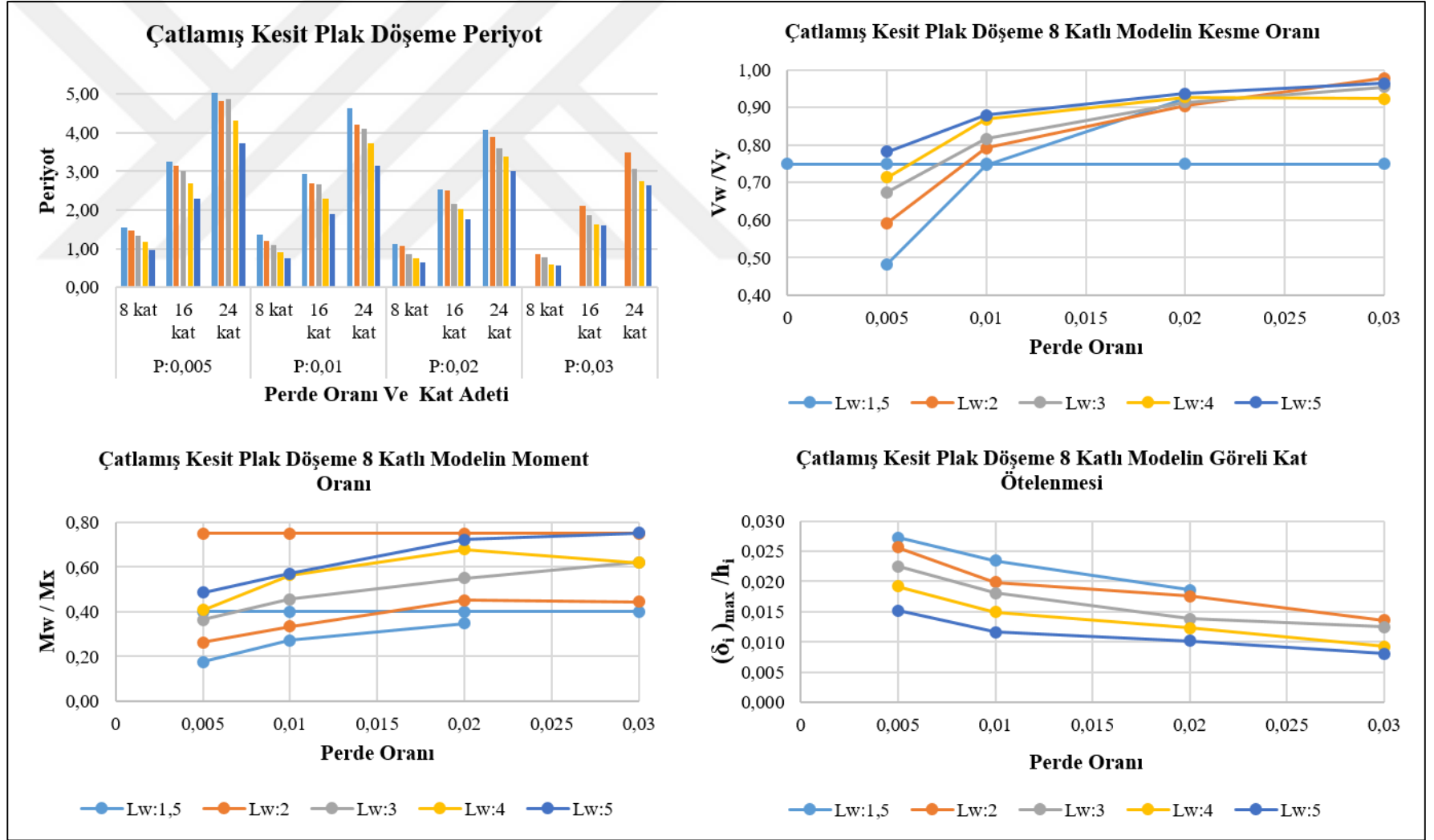
- ✓ 8 katlı yapı modelleri için perde oranı (p) %0.5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4 m perde uzunluğu olan sistemler perde-çerçeve sistem olarak sınıflandırılabilirken diğerleri modeller için yeni bir R hesabı ile devam edilmektedir.

- ✓ 16 katlı yapı modelleri için ise perde oranı (p) %0,5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m, perde oranı (p) %1 perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4m olan sistemler sınırın altı olup perde-çerçeve sistem sınıfındayken perde oranı(p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 5 m ve perde oranı (p) %2, %3 sistemler için ise yeni bir R ile devam edilmelidir.
- ✓ 24 katlı yapı modelleri için perde oranı (p) %0,5 - %1 olan ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3, 4, 5 m sistemler sınırın altı perde-çerçeve sistem sınıfındayken perde oranı (p) %2, %3 sistemler ise yeni bir R hesabı ile devam edilmeli.

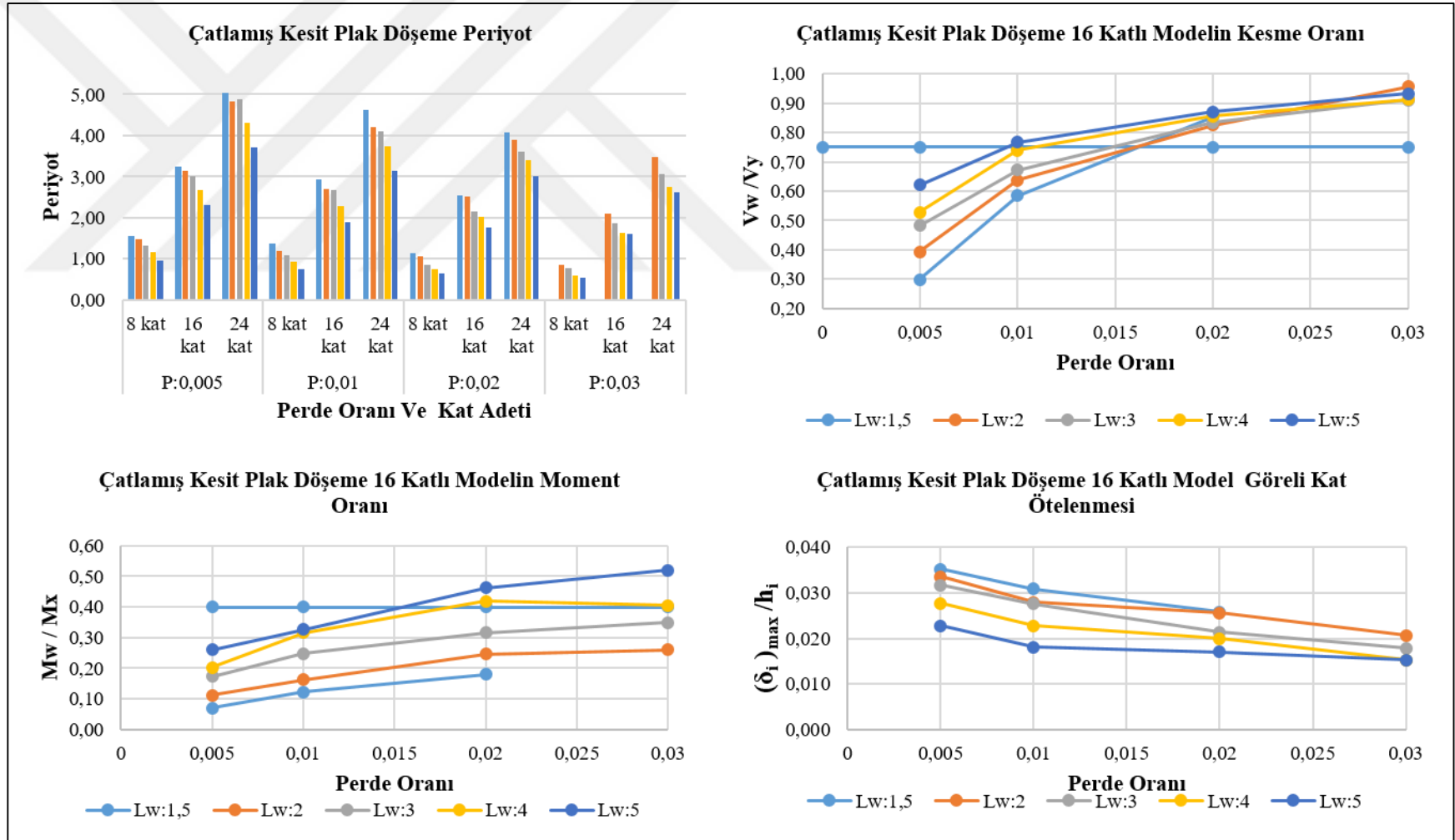
Elde edilen çatlamış kesit plak döşeme özelliklerine sahip modeller TBDY 2018’de 4.3.4.4 maddesinde kirişsiz döşemeleri içeren taşıyıcı sistemlerde deprem etkilerinin tamamı süneklik düzeyi yüksek boşluklu veya boşluksuz perdeler ile karşılanacak demidir. Bu doğrultuda deprem etkisi olan kesme kuvvetinin tamamı perdelerle karşılanması durumu incelenmiştir.

- ✓ Kirişsiz döşeme 8 katlı modelde görelî kat ötelenmesi %2 sınırını gecen modeller perde oranı (p) %0.5 ve perde uzunluğu (L_w) 1,5, 2, 3 metre uzunluklu perdelerdir.
- ✓ Kirişsiz döşeme 16 katlı modelde görelî kat ötelenmesi kontrolüne bakıldığında perde oranı %3 ve perde uzunluğu (L_w) 3, 4, 5m, perde oranı (p) %2 ve perde uzunluğu (L_w) 4, 5 m, perde oranı (p) %1 ve perde uzunluğu (L_w) 5m görelî kat öteleme sınıırını altındadır. Diğer modeller görelî kat ötelenmesi sınırının üstünde kalarak 2007 yönetmeliğı şartını sağlamamıştır.

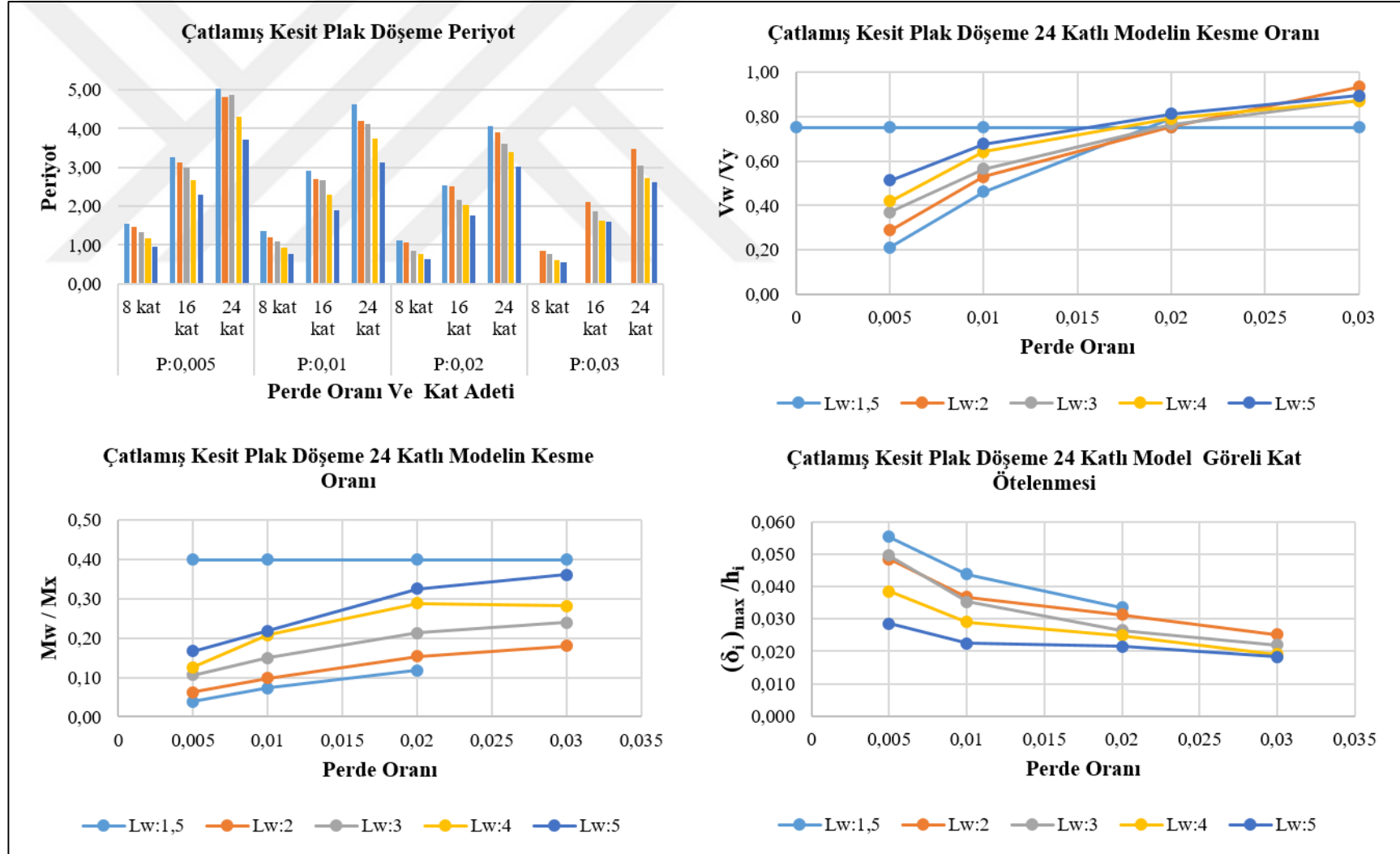
Kirişsiz döşeme 24 katlı modelde perde oranı (p) %3 ve perde uzunluğu (L_w) 4, 5 m görelî kat öteleme sınıırının altında kalmıştır diğer modeller görelî kat ötelenmesi sınırının üstünde kalarak 2007 yönetmeliğı şartını sağlamamıştır.



Şekil 4.10. 8 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi



Şekil 4.11. 16 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi



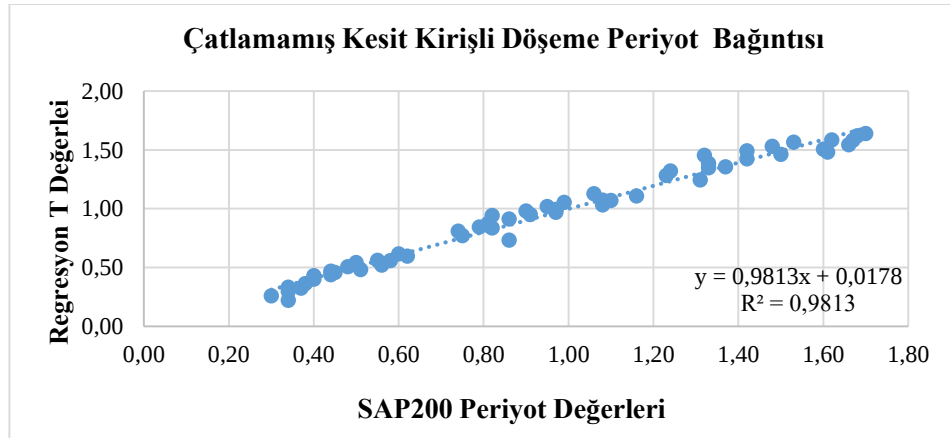
Şekil 4.12. 24 katlı çatlamış kesit plak döşemeli modeller için perde oranının yapı kuvvet dağılımına etkisi.

4.4. Regresyon Analizi

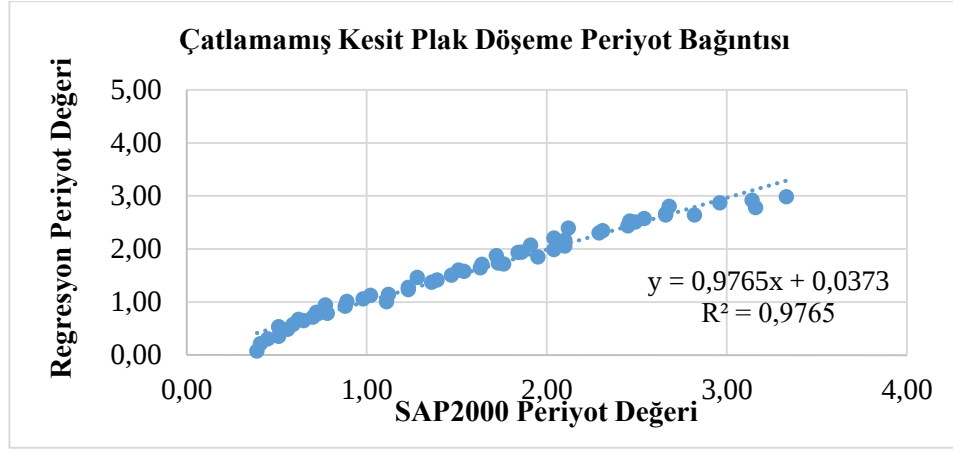
Regresyon analizinde denklem oluşturulurken sistemsal olarak çatlamış kesit ve çatlamamış kesit olarak 2'e ayrılmıştır. Bunları plak döşeme ve kirişli döşeme olarak sınıflandırdıktan sonra birinci dereceden 3 değişkenli bir denklem elde edilmiştir. Elde edilen denklemde bulunan değişkenler ise perde oranı, perde uzunluğu ve kat adeti olmak üzere temsili bir T (periyot) bulunmuştur. Bulunan bu periyot SAP2000 programı yardımıyla oluşturulan yapı modellerinin periyotları ile grafikler oluşturulmuştur.

Çizelge 4.11. P, N, L_w ye bağlı T denklemi

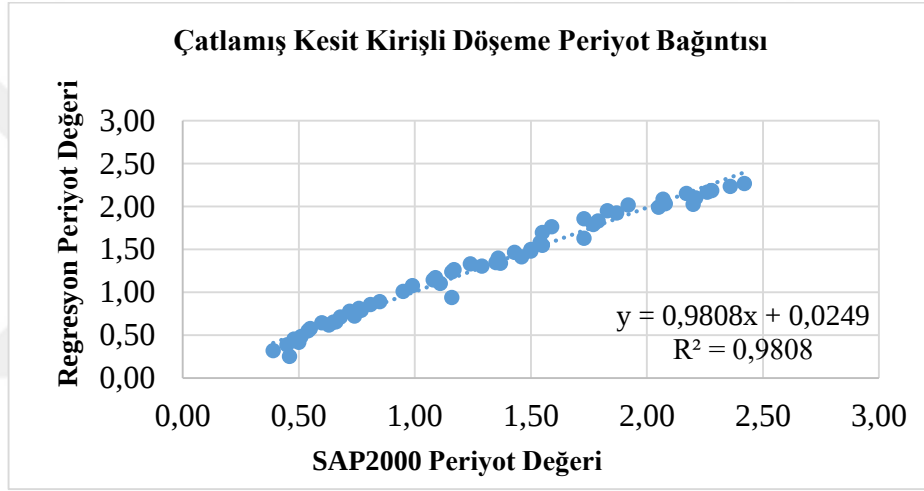
Çatlamamış Kesit			Çatlamış Kesit		
	Kirişli D.	Plak D.		Kirişli D.	Plak D.
Kesişim	0,212	0,516	Kesişim	0,386	0,923
P	-10,46	-22,86	P	-16,13	-37,27
N	0,064	0,116	N	0,086	0,176
L_w	-0,038	-0,136	L_w	-0,067	-0,238
$T = -10,46P + 0,064N - 0,038L_w + 0,212 \dots \dots \dots (1a)$					
$T = -22,86P + 0,116N - 0,136L_w + 0,516 \dots \dots \dots (2a)$					
$T = -16,13P + 0,086N - 0,067L_w + 0,386 \dots \dots \dots (3a)$					
$T = -37,27P + 0,176N - 0,238L_w + 0,923 \dots \dots \dots (4a)$					



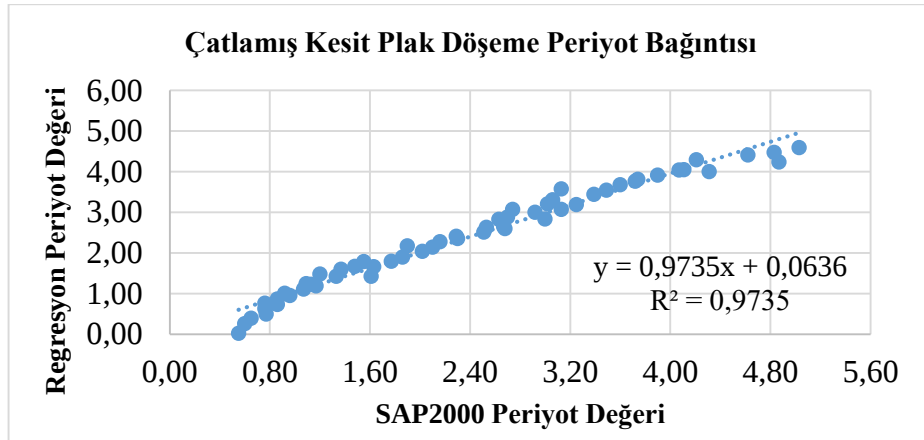
Şekil 4.13. Çatlamamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 1a denklemi ile elde edilen grafik.



Şekil 4.14. Çatlamamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 2a denklemi ile elde edilen grafik.



Şekil 4.15. Çatlamamış kesit plak döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 3a denklemi ile elde edilen grafik.



Şekil 4.16. Çatlamış kesit kirişli döşeme periyot bağıntısı sap2000 ile regresyon 4a denklemi ile elde edilen grafik.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez kapsamında DBYBHY 2007 ve TBDY 2018'e göre farklı perde oranları, perde uzunlukları, kat âdeti, döşeme tipleri ve etkin kesit rijitlikleri için oluşturulan 228 modelin yapı kuvvet dağılımları için elde edilen sonuçlarla aşağıda listelenmiştir;

- ✓ Perde oranı (P) ve perde uzunlukları (L_w) arttıkça kirişli ve plak döşemeli sistemlerde çatlamış ve çatlamamış kesitlerin periyotları kısalmıştır. Plak döşemeli sistemin periyodu kirişli döşeme periyodundan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.
- ✓ Perde oranı ve perde uzunluğu arttıkça deprem yüklerinden kaynaklanan yatay kesme kuvvetlerin önemli kısmını perdeler almaktadır.
- ✓ Perde oranı ve perde uzunluğu arttıkça görelî kat öteleme değerleri çatlamamış ve çatlamış kesitlerde azaltmıştır.
- ✓ Perde oranı (p) %1,5 üzerine çıktığında kullanılan perde uzunlukları fark etmeksizin kesme kuvvetini önemli ölçüde perdeler aldığından perde uzunluğunun öneminin kalmadığı gözlemlenmiştir.
- ✓ Perde oranları ve perde uzunluklarının yapı kuvvet dağılımına etkileri taşıyıcı sistemlerin süneklilik düzeyine ilişkin koşullar irdelenmiştir. DBYBHY 2007'de kesme kuvvetine göre yapı sistemlerine ilişkin koşulların TBDY 2018' de verilen momente bağlı yapı sistem sınıflandırılmasından daha doğru sonuç verdiği gözlemlenmiştir.
- ✓ Perdelerin taşıdığı momentler oransal bir değerlendirme ölçütü olarak kullanılacaksa yeni sınırlar tanımlaması gerekmektedir.

- ✓ Perde oranı, perde uzunluğu ve kat âdetine bağlı olarak etkin kesit rijitlikleri özelliklerine göre regresyon analizi yapılmıştır ve buna bağlı olarak periyot (T) denklemleri oluşturulmuştur.
- ✓ Buradaki sonuçlar dikdörtgen kesitli perdelerden oluşan sistemler için geçerlidir. I, H, T, L, vb. kesitlerden oluşan başlıklı perdelerin atalet momentleri çok daha yüksek olacağından yapısal kuvvet ve moment dağılımı oldukça farklı etkilenebilir. Bu durum göz ardı edilmemelidir.



KAYNAKLAR

- Avşar, Ö., Yurdakul, Ö., Tunaboyu, O. 2013. Betonarme Perde Duvar Oranının Binaların Sismik Performansına Etkisi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 1-8, Hatay.
- Burak, B., Comlekoglu, H. G. 2013. Effect of shear wall area to floor area ratio on the seismic behavior of reinforced concrete buildings. *Journal of Structural Engineering*, 139(11), 1928-1937.
- Çömlekoğlu, H. G. 2009. Effect of shear walls on the behavior of reinforced concrete buildings under earthquake loading. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, Ankara.
- Günel, A., O. 2013. Influence of the shear wall area to floor area ratio on the seismic performance of existing reinforced concrete buildings. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, Ankara.
- Kazaz, I. 2016. Seismic deformation demands on rectangular structural walls in frame-wall systems. *Earthquakes and Structures*, 10(2), 329-350.
- Karshenas, S. 1984. Predesign cost estimating method for multistory buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 110(1), 79-86.
- Sakcalı, G. B., Tekeli, H., Demir, F. (2017). The effects of shear wall amount on building performance in RC buildings. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 157-168.
- Soydaş, O. 2009. Evaluation of shear wall indexes for reinforced concrete buildings. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, Ankara.
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., Bircan, H. 2014. İstatistiğe Giriş Uygulamalı Temel Bilgiler Çözümlü ve Cevaplı Sorular. Aktif yayınevi, 326, Türkiye.
- TBDY (Taslak). 2016. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 360, Ankara.
- TBDY 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 395, Ankara.
- Trost, S. M., Oberlender, G. D. 2003. Predicting accuracy of early cost estimates using factor analysis and multivariate regression. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 198-204.