

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

ORCID : - - -

Trabzon

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Lisans öğrenimim döneminde bitirme ve tasarım tezlerinde danışmanlığımı üstlenen, Yüksek Lisans eğitimim süresince de engin bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, yine kariyer hayatıma yönelik attığım adımlarda fikir ve düşünceleri ile daima en doğru seçeneklere yönlendiren ve son olarak "Betonarme Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı için Yeni Bir Yaklaşım" adlı yüksek lisans tezimin amacını ve araştırma konusunu önerip, yoğun çalışma temposunda kıymetli vaktini ayırarak gerekli inceleme ve tavsiyelerde bulunan kıymetli danışmanım Prof. Dr. Sayın Metin HÜSEM'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Sayın Şevket ATEŞ ve Prof. Dr. Sayın Şükrü YETGİN'e yapmış oldukları değerlendirmeler ve sundukları önerilerden dolayı çok teşekkür ederim.

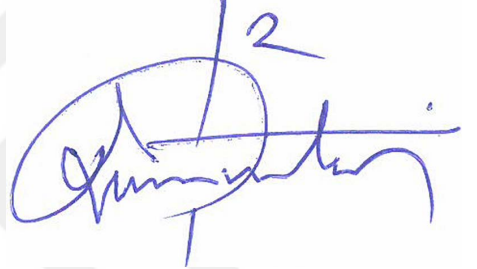
Ayrıca bu günlere gelmeme vesile olarak aldığım her kararda yanımda duran, maddi manevi desteklerini koşullar ne olursa olsun hiçbir şekilde esirgemeyen ve sorumluluk üstlendiğim tüm görev ve konularda sonsuz güven duyguları ile en büyük destekçim olan aileme en derin minnet duygularımı bildirip her ne kadar üzerimdeki emeklerine mukabil olmasa da sonsuz teşekkürlerimi de bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasının da amaç ve kapsamı doğrultusunda başta İnşaat Mühendisliği literatürü olmak üzere bilim dünyasına ve ülkemize faydalı olmasını ümit ederim.

Onur KAVAK
Trabzon, 2020

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Betonarme Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı İçin Yeni Bir Yaklaşım*” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım *Prof. Dr. Metin HÜSEM*’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/10/2020.



Onur KAVAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Taraması	3
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı	20
1.4. Periyot Kavramı.....	23
1.4.1. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi	24
1.4.1.1. Betonarme Çerçevesiz Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı İçin Önerilen Bazı Ampirik Formüller	26
1.4.1.2. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunu Etkileyen Bazı Parametreler.....	29
1.4.1.2.1. Betonarme Çerçevesiz Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Plan Alanının Etkisi.....	29
1.4.1.2.2. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Perde Etkisi	31
1.4.1.2.3. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Çift Perde Olarak Tanımlanan Durumun Etkisi	32
1.4.1.2.4. Betonarme Çerçeve Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Dolgu Duvar Etkisi.....	35
1.4.1.2.5. Bina Hakim Doğal Titreşim Periyoduna P-Δ Durumunun Etkisi	40
1.4.2. Yüksek Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi.....	41
1.4.3. Barajların Hakim Doğal Titreşim Periyotlarının Belirlenmesi.....	42
1.4.3.1. Toprak Dolgu Barajların Doğal Frekanslarının Analitik Çözümlerin Ortalamasıyla Hesabı.....	42
1.4.3.2. Büyük Ölçekli Toprak ve Kaya Dolgu Barajların Doğal Periyodunun Tahmini.....	43
1.4.4. Kablolü Köprülerin Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi....	44

1.4.4.1.	Kule Esnekliğinin Dikkate Alındığı Modern Kablolü Köprülerin Doğal Modlarının Tahminleri	44
1.4.5.	Çeşitli Ülkelerin Sismik Kodlarında Önerilen Doğal Periyot Formülleri .	49
1.5.	Türkiye Yönetmeliklerinde Hakim Doğal Hakim Titreşim Periyodu Formülleri	63
1.5.1.	1968 Yılı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik....	64
1.5.2.	1975 Yılı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik....	65
1.5.3.	1997 Yılı Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	66
1.5.4.	2007 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	67
1.5.5.	2018 Yılı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.....	68
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	70
2.1.	Betonarme Çerçevesel ve Perdeli Çerçeve Karma Tip Binaların Modellenmesi	70
2.2.	Perdeli Binaların Modellenmesi	106
2.3.	Yüksek Binaların Modellenmesi	109
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	111
3.1.	TBDY 2018'e Göre Modellenen Binaların Periyot Hesapları	111
3.1.1.	DTS = 1, 1a, 2, 2a İçin Çerçevesel ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların Doğal Periyot Hesapları.....	111
3.1.2.	DTS = 3, 3a, 4, 4a İçin Çerçevesel ve Perde-Çerçeve Tip Karma Binaların Doğal Periyot Hesapları.....	117
3.1.3.	DTS = 1, 1a, 2, 2a İçin Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların Doğal Periyot Hesapları	122
3.1.4.	DTS = 3, 3a, 4, 4a İçin Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların Doğal Periyot Hesapları	125
3.1.5.	Çerçevesel ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların 1. Önerilen Bağntı Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları	128
3.1.6.	Çerçevesel ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların 2. Önerilen Bağntı Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları	134
3.1.7.	Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların 1. Önerilen Bağntı Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları	139
3.1.8.	Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların 2. Önerilen Bağntı Yardımıyla Periyot Hesapları	142
3.2.	Çalışmada Önerilen Birinci Bağntıdan Elde Edilen Büyük Periyot Değerlerinin Önerilen İkinci Bağntı Yardımı ile Düzenlenmesi.....	145
3.3.	Çalışmada Önerilen Bağntıların ve Uluslararası Sismik Kodlarda Önerilen Ampirik Formüllerin Karşılaştırılması	152
3.4.	Çalışmada Önerilen Bağntıların Modellenen Yüksek Binalara Uygulanması.....	162

3.5.	Çalışmada Önerilen 1. Bağıntının ve Yüksek Binaların Doğal Periyot Hesabı İçin Önerilen Bazı Formüllerin Kıyaslanması.....	163
3.6.	Yükseklik ve Kat Sayısının Beraber Kullanıldığı Formüllerin ve Çalışmada Önerilen Bağıntılarının Kıyaslanması	164
3.7.	Tez Çalışmasında ve Kodlarda Önerilen Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi.....	167
3.7.1.	Çalışmada Önerilen Bağıntılardan Bulunan Düzenlenmiş Periyot Değerlerinin Grafikselleştirilmesi	168
3.7.2.	Çalışmada ve Kodlarda Önerilen Bağıntılarının Grafiklerle Kıyaslanması	170
3.7.2.1.	Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binalar İçin İlgili Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi.....	170
3.7.2.2.	Tamamen Perdelerden Oluşan Binalar İçin İlgili Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi.....	171
3.7.2.3.	Tamamen Perdelerden Oluşan Binalar İçin İlgili Tüm Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi Beraber Kıyaslanması	173
3.7.2.4.	Yüksek Binalar İçin Çalışmada Önerilen Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi Olarak Kıyaslanması	174
3.7.2.5.	Yüksek Binalar İçin Literatürde ve Çalışmada Önerilen Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi Olarak Kıyaslanması.....	175
3.7.2.6.	Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binalar İçin Kodlarda ve Çalışmada Önerilen Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi Olarak Kıyaslanması.....	176
3.7.2.7.	Yükseklik ve Kat Sayısının Beraber Kullanıldığı Formüllerin ve Çalışmada Önerilen Bağıntılarının Grafikselleştirilmesi Olarak Kıyaslanması.....	179
3.8.	Çalışmada Önerilen ve İncelenen Tüm Bağıntılar Arasında Yapılan Genel Bir Kıyaslama	180
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	182
5.	KAYNAKLAR.....	189
6.	EKLER	194
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BETONARME BİNALARIN HAKİM DOĞAL TİTREŞİM PERİYODUNUN
HESABI İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

Onur KAVAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Metin HÜSEM
2018, 193 Sayfa, 73 Sayfa Ek

Bina hakim doğal titreşim periyodu hesabı, ülkemiz ve dünya çapında yayımlanan yönetmeliklere göre yaklaşık olarak yapılsa da bulunan büyük periyot değerleri emniyet açısından uygun değildir. Gerçek periyotlara en yakın sonuçların elde edilebilmesi amacıyla hazırlanan bu tez çalışmasında, toplam da 32 farklı kalıp planlı 264 adet betonarme binanın, SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile doğal titreşim periyotları belirlenmiş ve 2018 yılı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY) önerilen bağıntılarla da periyotlar analitik olarak hesaplanmıştır. Ardından çalışmada önerilen bağıntılar yardımıyla da periyotlar hesaplanıp tüm sonuçların Excel programı ile korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre çerçeve ve karma sistemlerde %97 ve perdeli sistemlerde %99 korelasyon katsayıları ile en optimum sonuçlar elde edilmiştir. Yine ortalama mutlak hataların da bu sistemlerde sırası ile %17 ve %14 civarında olduğu belirlenmiştir. Mevcut TBDY 2018 yönetmeliğindeki yaklaşık formüllere kıyasla bulunan daha yüksek korelasyon katsayısı ve daha düşük ortalama mutlak hata değerleri dikkate alındığında çalışma önerilen bağıntıların, bina hakim doğal titreşim periyodu hesaplamalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Periyot, Titreşim Periyodu, Doğal Periyot, Hakim Periyot, Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodu, Frekans, Doğal Titreşim Frekansı

Master Thesis

SUMMARY

A NEW APPROACH FOR CALCULATION OF THE FUNDAMENTAL NATURAL VIBRATION PERIOD OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

Onur KAVAK

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
The Graduate Civil Engineering Program
Supervisor: Prof. Dr. Metin HÜSEM
2018, 193 Pages, 73 Pages Appendixes

Although Turkey and many countries have proposed some empirical formulas about fundamental ambient vibration period of buildings, the approximate values of these periods are not suitable for safety. To obtain period values which are nearly same with exact values, totally 264 reinforced concrete buildings with 32 different plan areas are analyzed using Modal Analysis Method by SAP2000v20 program and found the vibration periods. After that, the ambient periods of mentioned buildings are calculated analytically using empirical formulas in TBDY 2018 seismic code and proposed some empirical equations in this work. Obtained period data from these formulas and equations analyzed through regression and correlation analyzes by Microsoft Excel program. As a result, the reinforced concrete frame and combined with shear wall buildings have 97% correlation coefficient and only reinforced shear wall buildings have 99% correlation coefficient. Also, these systems have 17% and 14% mean absolute errors simultaneously. In conclusions, according to empirical formulas in the existing seismic code TBDY 2018, the equations proposed in this thesis which has higher correlation coefficients and lower main absolute errors can be used for estimating fundamental ambient vibration periods of reinforced buildings.

Keywords: Period, Vibration Period, Natural Period, Fundamental Period, Fundamental Natural Vibration Period of Buildings, Frequency, Natural Vibration Frequency

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. İncelenen binaların kalıp planları [6].	31
Şekil 1.2. Perde duvarların şablon hali [10].	33
Şekil 1.3. Yatay yük etkisinde dolgu duvarlı çerçevenin deformasyon durumu [45].	38
Şekil 1.4. İncelenen deney örnekleri [16].	40
Şekil 1.5. İki boyutlu dolgu baraj örneğinin sonlu elemanlarla modellenmesi [31].	42
Şekil 1.6. Kule ayağının ve yatay payandaların enkesitleri [33].	48
Şekil 1.7. Çalışmada dikkate alınan kule tipleri [33].	48
Şekil 2.1. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	76
Şekil 2.2. (2) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	77
Şekil 2.3. (3) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	78
Şekil 2.4. (4) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli	79
Şekil 2.5. (5) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D bina modeli (b)	80
Şekil 2.6. (6) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	81
Şekil 2.7. (7) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	82
Şekil 2.8. (8) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	83
Şekil 2.9. (9) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	84
Şekil 2.10. (10) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	85
Şekil 2.11. (11) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	86
Şekil 2.12. (12) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	87
Şekil 2.13. (13) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	88
Şekil 2.14. (14) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	89
Şekil 2.15. (15) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	90
Şekil 2.16. (16) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	91
Şekil 2.17. (17) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	92
Şekil 2.18. (18) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	93
Şekil 2.19. (19) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	94
Şekil 2.20. (20) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	95
Şekil 2.21. (21) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	96

Şekil 2.22. (22) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	97
Şekil 2.23. (23) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	98
Şekil 2.24. (24) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	99
Şekil 2.25. (25) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	100
Şekil 2.26. (26) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	101
Şekil 2.27. (27) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	102
Şekil 2.28. (28) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	103
Şekil 2.29. (29) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	104
Şekil 2.30. (30) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	105
Şekil 2.31. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	107
Şekil 2.32. (2) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	108
Şekil 2.33. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)	110
Şekil 3.1. Denklem 3.11'e ve TBDY'ye ait periyot değerlerinin grafiksel gösterimi.....	147
Şekil 3.2. $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ için Denklem 3.12 ile düzenlenmiş periyot değerlerinin grafiksel gösterimi.....	168
Şekil 3.3. $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ için Denklem 3.12 ile düzenlenmiş periyot değerlerinin grafiksel gösterimi.....	169
Şekil 3.4. $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ kapsamında çerçevesiz ve perde-çerçeve karma tip binalar için bahsedilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması	170
Şekil 3.5. $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ kapsamında çerçevesiz ve perde-çerçeve karma tip binalar için bahsedilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması	171
Şekil 3.6. Tüm DTS kapsamında tamamen perdelerden oluşan binalar için bahsedilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması	172
Şekil 3.7. Tamamen perdelerden oluşan binalar için ilgili tüm bağıntıların grafiksel olarak beraber kıyaslanması.....	173
Şekil 3.8. Yüksek Binalar için çalışmada önerilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması.....	174
Şekil 3.9. Yüksek binalar için literatürde ve çalışmada önerilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması.....	176
Şekil 3.10. Çerçevesiz ve perde-çerçeve karma tip binalar için kodlarda ve çalışmada önerilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması.....	178
Şekil 3.11. Yükseklik ve kat sayısının beraber kullanıldığı formüllerin ve çalışmada önerilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması.....	179

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Doğal titreşim periyodu için önerilen bağıntılar [13, 45].....	28
Tablo 1.2. Dolgu duvar elastisite modülleri [12].	38
Tablo 1.3. Dolgu duvar tiplerine göre β katsayıları [12].	39
Tablo 1.4. Kule tiplerine göre değişen parametreler [33].....	49
Tablo 2.1. Modellenen binaların eleman boyutları ve malzeme özellikleri	72
Tablo 2.2. Modellenen binaların eleman boyutları ve malzeme özellikleri	106
Tablo 2.3. Modellenen binanın eleman boyutları ve malzeme özellikleri	109
Tablo 3.1. TBDY 2018'den (DTS = 1, 1a, 2, 2a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	112
Tablo 3.2. TBDY 2018'den (DTS = 3, 3a, 4, 4a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	117
Tablo 3.3. TBDY 2018'den (DTS = 1, 1a, 2, 2a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	123
Tablo 3.4. TBDY 2018'den (DTS = 3, 3a, 4, 4a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	126
Tablo 3.5. Denklem 3.11'den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	129
Tablo 3.6. Denklem 3.12'den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	135
Tablo 3.7. Denklem 3.13'den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	140
Tablo 3.8. Denklem 3.14'den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması	143
Tablo 3.9. Denklem 3.11'den elde edilen periyot değerlerinin Denklem 3.12 ile düzenlenmiş hali	148
Tablo 3.10. Çalışmada önerilen bağıntıların ve farklı ülkelere ait kodların kıyaslanması	153
Tablo 3.11. Çalışmada önerilen bağıntıların ve çeşitli ülkelere ait kodların kıyaslanması	157

Tablo 3.12. Denklem 3.11’de önerilen bağıntının, Tablo 2.3’de özellikleri belirtilen yüksek binalara uygulanması.....	162
Tablo 3.13. Denklem 3.11’de önerilen bağıntı ve yüksek binaların periyot hesabı için önerilen bağıntıların Tablo 2.3’deki binalar üzerinden kıyaslanması	163
Tablo 3.14. Denklem 3.11’de önerilen bağıntı ve Denklem 3.15’deki bağıntının Tablo 2.1’deki betonarme çerçevesel binalar üzerinden kıyaslanması	165
Tablo 3.15. Çalışmada, literatürde ve sismik kodlarda doğal periyot hesabı için önerilen tüm ampirik formüllerin genel bir kıyaslaması	180
Tablo 3.16. Tez çalışması kapsamında önerilen bağıntıların özeti.....	181



SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Kat alanı
A	: Konsol alanı
a	: Dolgu duvar elastisite modülü
a	: Perde merkez aksları arası mesafe
A_b	: Bağ kirişi efektif alanı
A_B	: Bina kat alanı
AF	: Boyutsuz modül katsayısı
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AFPS	: Association Française de Genie Parasismique
A_c	: Eşdeğer perde alanı
AIJ	: The Architectural Institute of Japan
A_i	: İ'inci perde enkesit alanı
A_k	: Toplam yapı elemanı (kolon +duvar) kesme alanı
AS	: Australian Standards
ASCE	: American Society of Civil Engineers
A_t	: Bina eşdeğer kesme alanı
ATC	: Applied Technology Council
A_{w_j}	: J'inci perdenin kesme alanı
A_n	: Köprü burulma yay rijitliğinde kullanılan tablo değerleri
A_1	: Köprünün kule tipine bağlı tablosal değer
A_2	: Köprünün kule tipine bağlı tablosal değer
B	: Tabliye genişliği
B	: Açıklık sayısı
BNBC	: Bangladesh National Building Code
BSLJ	: Building Standard Law of Japan
B_y	: Yatay yöndeki açıklık sayısı
b_Y	: Köprünün kule tipine bağlı tablosal değer

BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
B_x	: Dikey yöndeki açıklık sayısı
c	: Duvardaki boşluk genişliği
CPWEHK	: Code of Practice on Wind Effects in Hong-Kong
C_H	: Betonarme çerçeveler için kullanılan katsayı
C_N	: Bina yüksekliğine göre değişen katsayı
c_n	: Bina periyot hesabında kullanılan ve lineer olmayan regresyon analizi sonucunda elde edilen değerler
C_t	: Taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı
C_t^w	: Perdeli binaların periyodu için kullanılan katsayı
C_u	: Bina periyodunu sınırlayıcı katsayı
C_w	: Eşdeğer perde alanı
D	: Konsol derinliği
D	: Hesap doğrultusundaki bina uzunluğu
d	: Uygulanan yatay kuvvet doğrultusunda bina en üst düğüm noktasındaki deplasman
D_{bi}	: Eksantrisite katsayısı
d_{fi}	: Fiktif yükleme noktasında yük doğrultusundaki deplasman
D_i	: Hesap doğrultusundaki perde uzunluğu
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
D_s	: Hesap doğrultusunda çaprazlı çerçeve uzunluğu
D_w	: Duvar uzunluğu
E	: Elastisite modülü
E	: Duvar elastisite modülü
EAK	: Ellinico/Hellinico Seismiko Kodika
ECL	: Egyptian Code for Loads
EI	: Zemin kat rijitliği
$EI_{d,Y}$: Kompozit tabliyenin yatay yöndeki rijitliği
$EI_{d,Z}$: Kompozit tabliyenin dikey yöndeki rijitliği

EMS	: European Macroseismic Scale
Ercd ENV	: European pre-Standards
E_s	: Kablo elastisite modülü
E_t	: Kule elastisite modülü
E-W	: Earth-west
F	: Taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı
f_D	: Ölü yüklerden kabloda meydana gelen ortalama gerilme
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
F_i	: İ'inci kata etkiyen fiktif yükü
$F_i^{(x)}$: İ'inci kata etkiyen fiktif yükü
G	: Kayma modülü
G	: Tabliye kayma modülü
g	: Yer çekimi ivmesi
H	: Bina yüksekliği
h	: Kat yüksekliği
h	: Bina yüksekliği
H	: Baraj yüksekliği
H	: Kule ayağının tabliye üstündeki yüksekliği
H_A	: Kuledeki ankrajlı kesimin uzunluğu
H_i	: Kule ayağının tabliye altındaki yüksekliği
h_i	: Bina yüksekliği
H_N	: Temel üst kotundan itibaren bina yüksekliği
h_n	: Bina yüksekliği
H_t	: Kule toplam yüksekliği
I	: Atalet momenti
I	: Toplam dolgu duvar alanının, toplam panel alanına oranı
I_b	: Bağ kirişi atalet momenti
IBC	: International Building Code
I_i	: İ'inci kesme duvarı atalet momenti

IS	: Indian Standards
$\bar{I}_{t,Y}$: Kule ayaklarının Y doğrultusundaki atalet momenti
$\bar{I}_{t,X}$: Kule ayaklarının X doğrultusundaki atalet momenti
JNBC	: The Jordanian National Building Code
J_d	: Tabliye enkesit burulma sabiti
K	: Yanal basınç katsayısı
K	: Yapı cinsi katsayısı
K	: Bina zemin katına ait rijitlik
k	: Rijitlik
k	: Sabit bir katsayı
$K_{bs,X}$: Arka açıklıktaki kablo sisteminin düşey yöndeki rijitliği
$K_{c,Z}$: Merkezi açıklıktaki kablo sisteminin düşey yöndeki rijitliği
$K_{ct,Z}$: Tabliyenin düşey yöndeki rijitliği
$K_{ct,\theta}$: Kulenin burulma yay rijitliği
kN	: Kilonewton
k_s	: Zemin modülü
k_t	: Taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı
$K_{t,X}$: Kulenin düşey yöndeki rijitliği
$K_{t,Y}$: Kulenin yatay yöndeki rijitliği
$K_{tr,Z}$: Arka açıklıktaki kablo sisteminin ve kulenin düşey yöndeki rijitlikleri toplamı
L	: Hesap doğrultusundaki bina uzunluğu
l	: Hesap doğrultusundaki toplam panel uzunluğu
l	: Baraj uzunluğu
L_d	: Dolgu duvar diyagonal uzunluğu
l_i	: Hesap doğrultusundaki perde uzunluğu
L_p	: Ana açıklık mesafesi
L_s	: Arka açıklık mesafesi
L_{tor}	: Mesnetler arası tabliyenin etkili burulma mesafesi

L_y	: Y yönündeki plan uzunluğu
L_x	: X yönündeki plan uzunluğu
l_{wj}	: Hesap doğrultusundaki perde uzunluğu
M	: Ortalama mutlak hata değeri veya yüzdesi
m	: metre
m	: Kütle
m	: Yayılı yük
m	: Kat kütlesi
m_d	: Tabliye kütlesi
m_i	: İ'inci kat kütlesi
MRS	: Modal response spectrum
m_Y	: Köprünün kule tipine bağlı tablosal değer
n	: Kat sayısı
N	: Kat sayısı
NBCC	: National Building Code of Canada
N_c	: Ankraj sayısı
NEHRP	: National Earthquake Hazards Reduction Program
NRC	: National Research Council of Canada
N-S	: North-south
NZS	: New Zealand Standards
NZSEE	: New Zealand Society for Earthquake Engineering
P	: Toplam kesme duvarı alanının kat alanına oranı
p_a	: Atmosfer basıncı
PGA	: Peak Ground Acceleration
R	: Yapı davranış katsayısı
R	: Korelasyon katsayısı
r	: Tabliye dönme yarıçapı
RPA	: Regles Parasismiques Algeriennes
RTA	: Realistic time approach
s	: Saniye
s	: Standart sapma

S	: Perde alanının, toplam kat alanına oranının yüzdesi
S	: Her iki doğrultudaki plan uzunluklarının çarpımı
SAA	: Standards Association of Australia
S_{ae}	: Elastik spektral ivme
SEAOC	: Structural Engineers Association of Northern California
SI	: Standards of Israeli
SIA	: Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein
STA	: Simplified Time Approach
t	: Duvar kalınlığı
t	: Ton
T	: Doğal periyot
T_a	: Doğal periyot
TADAS	: Triangular Plate Added Damping and Stiffness
T_c	: Dolgu duvarsız çerçeve bina periyodu
T_d	: Dolgu duvarlı bina periyodu
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TDY	: Türkiye deprem yönetmeliği
T_i	: Doğal titreşim periyodu
T_L	: Minimum doğal titreşim periyodu
$T_p^{(x)}$: Bina hakim doğal titreşim periyodu
T_{pA}	: Bina hakim doğal titreşim periyodu
T_U	: Maksimum doğal titreşim periyodu
t_w	: Kalınlık
T_Y	: Köprünün yatay doğrultudaki birincil periyodu
T_Z	: Köprünün dikey doğrultudaki birincil periyodu
${}^R T$: RTA'ya göre doğal periyodu
${}^S T$: STA'ya göre doğal periyodu
T_0	: Köprünün birincil burulma periyodu
T_0	: Bina doğal periyodu
T_1	: Bina hakim doğal periyodu

T_1^*	: İki boyutlu baraj modeli doğal periyodu
T_1'	: Üç boyutlu baraj modeli doğal periyodu
T_{1A}	: Birinci doğal titreşim periyodu
UBC	: Uniform Building Code
UCLA	: University of California, Los Angeles
US	: United States
V_s	: Kayma dalgası hızı
V_t	: Taban kesme kuvveti
$V_t^{(x)}$: Taban kesme kuvveti
W	: Katlardaki düşey yükler
W	: Bina toplam ağırlığı
W	: Dolgu duvarın periyoda etki parametresi
w	: Kat ağırlığı
α	: Taşıyıcı sistem katsayısı
α	: Lento bağlantı rijitliğinin duvar rijitliğine oranı
α	: Kule ayağının yatayla yaptığı açı
α	: Eşdeğer çerçeve elemanın uzunluğuna karşılık gelen etkili genişlik
α_1	: Dolgu panel uzunluğu modifikasyon faktörü
α_2	: Açıklık sayısı faktörü
α_3	: Dolgu miktarı modifikasyon faktörü
β	: Duvardaki boşluk oranını temsil eden katsayı
δ	: Taşıyıcı sistem katsayısı
ΔT	: Dolgu duvarlı binalarda periyot azalma yüzdesi
$\Delta F_N^{(x)}$: N. kata etkiyen ilave deprem yükü
ΔF_N	: N. kata etkiyen ilave deprem yükü
φ	: Doğal frekans değeri
γ	: Farklı etkenleri dikkate alan katsayı
γ	: Malzeme birim ağırlığı
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı
κ	: Üniorm dağılmayan kayma gerilmesi için şekil faktörü

- λ : Taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı
- μ : Duvar aksel deformasyon değeri
- Π_2 : Kulenin birincil yatay ve düşey periyodunu etkileyen boyutsuz değişken
- Π_{θ_2} : Kulenin birincil burulma periyodunu etkileyen boyutsuz değişken
- ρ : Hesap doğrultusundaki perde alanının toplam kesme alanına oranı
- ρ : Kütle yoğunluğu
- ω : Doğal frekans
- ω_i : Doğal frekansı yada açısal frekans
- Ω_n : Çift perdeli binaların periyodunu etkileyen bir değişken
- 3D : Üç boyut

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bina hakim doğal titreşim periyodunun pratik olarak ampirik formüllerle hesabı, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin yönetmeliklere dahil olması ile beraber ön boyutlandırma esnasında önemli bir noktaya gelmiştir. Periyot konusu sadece bahsedilen bu hesap yöntemi için değil, aynı zamanda inşaat mühendisliğinin özellikle yapı dinamiği alanındaki birçok konuda da büyük önem arz etmektedir. Örneğin yapı dinamiğinin incelediği konu olan ve binaların tasarımında üzerinde dikkatle durulan rezonans durumunun temeli de söz konusu periyot kavramına dayanmaktadır. Burada sadece tasarımı yapılan binaların periyodu değil, aynı zamanda binaların inşa edildiği zeminlerin doğal titreşim periyodu da hesaba katılmaktadır. Tam olarak bu noktada yapısal analizin ilk basamağı olan spektrum eğrileri devreye girmektedir. Aynı deprem kaydından elde edilen çok sayıdaki bina yer değiştirme verilerine ait eğri ile farklı deprem kayıtlarından elde edilen aynı tür eğriler birlikte kullanılarak yatay ekseninde periyot (T), düşey ekseninde ise elastik tasarım spektral ivme (S_{ae}) değerlerinin bulunduğu tasarım spektrumları elde edilmektedir. Doğal olarak farklı zemin sınıflarına ve deprem bölgelerine göre değişkenlik gösteren bu eğrilerin, düşeyde maksimum elastik spektral ivme değerleri aldığı noktalara karşılık gelen yatay eksenindeki periyot aralıkları, bahsedilen rezonans kavramının kilit noktasını oluşturmaktadır. Zira ampirik bağıntılarla hesabı yapılan bina titreşim periyodu değerlerinin yatay eksenindeki bu kritik bölgeye düşmesi, yapısal analizin uygulandığı binaya maksimum elastik spektral ivmelerin etki edeceği anlamına gelmektedir. Bu da bina taban kesme kuvvetinin maksimum değerler alacağı sonucunu vermektedir. Ayrıca sönüm oranlarının arttırılması yöntemi ile binaya etki eden bu kuvvetlerin sönümlenmesi ise yine yapı dinamiğinin periyotla alakalı bir başka önemli konusudur. Üstelik doğal titreşim periyodu sadece binalar için değil, aynı zamanda köprü ve baraj gibi yapıların yapısal analizi içinde önemli bir parametredir. Tüm bu hususlar çerçevesinde binaların veya diğer tür yapıların hakim doğal titreşim periyodunun doğru bir şekilde tahmin edilmesinin, mühendislik disiplini bağlamında titizlikle dikkat edilmesi gereken bir durum olduğu ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde, paket programlar yada Sonlu Elemanlar Yöntemi'ne dayalı analiz programları, yine Modal Analiz Yöntemi'ni kullanarak titreşim periyotlarını kolayca hesaplayabilmektedir. Bilgisayar destekli bu hesaplamalar zamandan tasarruf sağladığı gibi elde edilen sonuçlar da binaların kesin yada gerçek periyot değerlerini yansıtmaktadır. Yine günümüzde, mevcut binaların ve bu binaların oturduğu zeminlerin doğal titreşim periyodunu hesaplayabilmek için elektronik cihazlar geliştirilmiş ve bu cihazlar yaptıkları ölçümlerle en doğru sonuçları yakalayabilmişlerdir. Fakat tasarım sırasında bu yöntemlerin kullanımının mümkün olmaması bir yana, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi gibi elle hesap yapılması durumunda bilgisayar destekli programların kullanılması da uygun olmamaktadır. Bundan dolayı başta Amerika ve Avrupa ülkeleri olmak üzere dünya çapında kullanılan ASCE, ATC ve Eurocode 8 gibi kodlardan yönetmeliklerimize dahil edilen, farklı yıllarda farklı şartlarla şekillendirilen ve yaklaşık sonuçlar veren ampirik bağıntılar, ülkemizde binaların doğal titreşim periyodu hesaplarında kullanılmaktadır. Söz konusu bu yaklaşık sonuçlardan elde edilen titreşim periyodu değerleri, kesin yada gerçek titreşim periyodu değerlerinden daha büyük olmakta ve bu da ekonomik kesitler sağladığı gibi emniyet açısından da olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bunun nedenleri arasında, bağıntıların çoğunun sadece yüksekliğin bir fonksiyonu olması ve hakim periyot üzerinde önemli derecede etkileri bulunan rijitlik ve kütle gibi parametrelerin dikkate alınmaması bulunmaktadır. Neticede gerek emniyet gerekse ekonomi gibi inşaat mühendisliğinin temel iki prensibinin mümkün olduğunca korunabilmesi maksadıyla bu çalışmada, gerçek periyot değerlerine en yakın değerlerin elde edilebilmesi göz önünde tutulmuş ve bu doğrultuda yeni ampirik bağıntılar önerilmiştir. Söz konusu bağıntılarda rijitlik, kütle ve yükseklik gibi yapı parametreleri beraber dikkate alınarak kesin sonuçlara en yakın periyot değerleri elde edilmiştir. Ülkemizde binaların doğal titreşim yada hakim doğal titreşim periyodunun hesaplanması üzerine yapılan çalışmalar çok az sayıda olmakla beraber, yine yapılan çalışmalar mevcut yönetmeliklerde kullanılan periyot formüllerinin farklı koşullara göre değerlendirilmesi şeklindedir. Bu çalışmada önerilen ampirik bağıntılar dünya çapında ve ülkemizde bugüne kadar kullanılan ve aynı temele dayanan bağıntılardan farklı olarak yakaladığı optimum sonuçlarla bu konuya yeni bir pencere açmaktadır. Bu bölümde periyot kavramına değinilmiş, literatür taraması yapılmış ve binaların doğal titreşim periyodu hesaplamaları üzerine yapılan bazı çalışmaların detaylarından bahsedilmiştir.

1.2. Literatür Taraması

Araştırmacılar bugüne kadar, literatürde yayımlanmış çalışmalarında farklı bina türleri için çeşitli parametreleri dikkate alan farklı doğal titreşim periyodu formülleri önermişlerdir.

Çeşitli ülkelerin kodlarında bulunan bina doğal titreşim periyodu formüllerinin amacı, yatay kuvvetler aracılığıyla tasarım taban kesme kuvvetini hesaplamak içindir. Bu bağlamda ampirik formüller öneren söz konusu bu sismik kodlar yapı malzemesine, bina tipine ve diğer parametrelere bağlıdır. Bu formülasyonlar genel olarak periyot değerlerini yanlış belirlemede ve bundan dolayı spektral ivme katsayısı ve buna bağlı olarak sismik kuvvetler de yanlış hesaplanmaktadır. Goel ve Chopra [1] tarafından bina doğal periyodu hesabı üzerine yapılan söz konusu bu çalışmanın amacı da binaların sismik deplasmanını belirleyebilmek için yeni formülasyonlar önermektir.

Yapılan bu çalışmada da bina doğal titreşim periyodunun belirlenebilmesi için çoğu sismik kodda kabul görmüş çeşitli ampirik formüller önerilmiştir. Söz konusu bu çalışma kapsamında 1971 ve 1994 arasında gerçekleşen 8 adet Kaliforniya depremine ait verilerden ölçülen doğal titreşim periyotları ve Amerika sismik kodlarının bu örneklere uygulanması gerçekleştirilmiştir. Buna göre mevcut durumda betonarme perdeli binaların doğal titreşim periyodunu tahmin etmede kullanılan formülasyonların büyük ölçüde yetersiz kaldığı görülmüştür. Daha sonra teorik formüller düzeltilip, Dunkerley Eşitliği kullanılarak regresyon analizi yardımıyla ölçülen 17 adet periyot verisine dayalı, betonarme perdeli çerçeve, betonarme çerçeve ve çelik çerçeve türü binaların doğal titreşim periyodu için teorik bir formül önerilmiştir. Ayrıca Rayleigh Metodu'nda da olduğu gibi oransal analiz yöntemi kullanılarak elde edilen periyotların, ilgili çalışmada önerilen eşitlikten elde edilen değerlerin 1.4 katını aşamayacağı şeklinde bir sınırlama da getirilmiştir [2,3].

Bina sismik uygulamalarında elastik periyot kavramı büyük öneme sahiptir. Periyot hesaplaması için çeşitli kodlarda bulunan ampirik formüllerin yanında, mevcut binaların dinamik karakterleri de modal analiz ve serbest yada zorlanmış titreşim testleri ile belirlenebilmektedir. Alguhane vd. [4] tarafından yapılan çalışmada, Suudi Arabistan'ın Medine şehrinde farklı lokasyonlarda bulunan 32 farklı binanın dinamik özellikleri incelenmiştir. Söz konusu binalara uygulanan titreşim ölçümleri ile hakim yatay ve düşey periyot değerleri belirlenip çeşitli kodlardaki formüllerle kıyaslanmıştır. Sonuçta regresyon

analizi kullanılarak mevcut betonarme binaların doğal periyodunun hesabı için basit formülasyonlar önerilmiş ve öteki kodlarda yer alan formüllerle de karşılaştırılmıştır.

Los Angeles'da yapılan bir çalışmada doğal periyot ve sönüm oranı gibi modal niceliklerin belirlenebilmesi için toplamda 1045 adet belirgin sismik hareket ve bina kayıtlarından elde edilen değerler toplanmıştır. Bu doğrultuda betonarme çerçeveler, eksantrik ve merkezi çaprazlı çelik çerçeveler, betonarme perdeli binalar, yığma binalar, öngermeli betonarme binalar ve ahşap binalar gibi yapı türleri modellenmiş ve modal parametreleri etkileyen yükseklik, sismik uyarı büyüklüğü gibi etkenler incelenmiştir [5].

Birçok ülkede mevcut durumda kullanılan yaklaşık ampirik formüller yüksekliğin bir fonksiyonu olduğu gibi rijitlik, dolgu duvar sayısı, dolgu duvar cinsi, plan geometrisi, plan boyutu, her iki doğrultudaki panel (perde) sayısı gibi parametreleri dikkate almamaktadır. Yalnızca yükseklik ve kat sayısının dikkate alındığı bu formüller yapı türüne göre değişen periyot değerlerini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Ayrıca betonarme çerçevelerde hakim doğal titreşim periyodu değerlerinin, hesaplamalarda dikkate alınan plan doğrultusuna göre de değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda Sangamnerkar ve Dubey [6] tarafından yapılan çalışmanın amacı ise plan alanının, çerçeve tipi betonarme binaların titreşim periyodu değerlerine etkisini belirlemektir. Bu maksatla yapılan dinamik analiz örnekleri, yapı plan alanı parametresinin periyot hesabına etkisini göstermektedir. Bu kapsamda kat yüksekliği 3.6 m, 25 katlı ve 92 m yükseklikteki, kalıp planı kare geometrili, farklı plan boyutlarına sahip 36 adet çerçeve türü bina örneği incelenmiştir. Bilgisayar programı yardımıyla yapılan analizler sonucunda, titreşim periyodu hesabı konusunda mevcut ülke kodlarının, plan geometrisini de dikkate alması gerektiği ve bu doğrultuda kodların yeniden gözden geçirilmesi gerektiği önerilmiştir.

Bina ön tasarımı için belirlenmesi gereken doğal periyot değerleri, sismik kodlarda bulunan, çoğunluğu bina yüksekliğinin yada yatay boyutlarının bir fonksiyonu olan ampirik formüllerle bulunmaktadır. Fakat Nepal kaynakları tarafından bu ampirik formüller henüz doğrulanmış değillerdir. Mevcut binaların doğal periyotlarının belirlenmesinde bu kodlardaki formüllerin yanında modal analiz, doğal ve zorlanmış titreşim testi yöntemlerinin kullanıldığı da bilinmektedir. Shrestha ve Karanjit [7] tarafından yapılan bu çalışmada da 31 adet dolgu duvarlı betonarme binanın doğal titreşimleri jeofon yardımıyla ölçülmüş ve hem deneysel hem de kodlardaki bağıntılardan elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Birçok çalışma sonucunda da olduğu gibi kodlardaki bağıntılardan elde edilen değerlerin deneysel olarak elde edilen değerlerden daha büyük olduğu görülmüştür. Yine periyot değerleri ile

yapılan çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre bina yatay boyutlarının periyot üzerine etkisinin çok az olduğu görülmüştür.

Bilindiği gibi bina tasarım kodları, yatay kuvvetleri ve taban kesme kuvvetini belirleyebilmek için bir takım formüller önermektedir. Söz konusu bu yatay kuvvetleri belirleyebilmek için ilk olarak bina doğal titreşim periyodunun deneysel ve teorik olarak belirlenmesi gerekmektedir. Birleşik Devletler (US) ve Mısır gibi ülkelerin mevcut durumda kullanmış olduğu ve birçok araştırmacının da çalışmalarında bina doğal periyodu için önermiş olduğu ampirik formüller, esas olarak bina yüksekliği (H) ve kat sayısına (N) bağlı bağıntılardan ibarettir. Bahsedilen yükseklik ve kat sayısı parametreleri formülasyonlarda beraber kullanılmayıp, birbirinden ayrı olarak ele alınmıştır. Salama [8] tarafından yapılan bu çalışmada, betonarme çerçeve türü binaların doğal titreşim periyodu için bina yüksekliği ve kat sayısını birlikte dikkate alan bir bağıntı önerilmiştir. Söz konusu yapılan araştırmalar kapsamında geliştirilen bu bağıntı, 27 adet betonarme çerçeveli binanın Kaliforniya depremlerinden elde edilen kayıtlarının regresyon analizine dayandırılmıştır. Sonuçta çeşitli ülkelerde bina doğal periyodu için kullanılan ampirik formüllerin yükseklikle beraber kat sayısını da dikkate alarak yeniden düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Önerilen bağıntıdan elde edilen değerlerin ve ölçülen değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür.

Bina periyodu üzerine yapılan bu çalışmada, aynı alanda yapılan birçok araştırma gibi perdeli betonarme binaların doğal titreşim periyodu üzerinde odaklanılmıştır. Bina titreşim modu fazlarındaki sismik enerjinin çoğu, doğal titreşim periyodu tarafından absorbe edilmektedir. Elastik davranış ve Dunkerley Formülü'ne dayanarak, yapının geometrik ve mekanik özellikleri de dikkate alınıp yeni bir eşitlik önerilmiştir. Sonuçların, çok daha karmaşık ve zor işlemler gerektiren, nümerik yöntemler kullanarak doğal periyot hesabı yapan Sonlu Elemanlar Metodu'ndan elde edilen değerlerle örtüştüğü belirtilmiştir. Böylece perdeli binaların ön tasarım aşamasına pratik bir yol kazandırılacağı düşünülmüştür ve perdeli binaların doğal titreşim periyodu için teorik yada ampirik olmak üzere farklı formüller önerilmiştir. Bu formülasyonlar çeşitli istatistiksel yaklaşımlar, doğal titreşim ölçümleri ve matematiksel ifadelerle elde edilmiştir. Bunun için binaların yalnızca geometrik karakterleri hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Sadece boyuta dayalı bu formüller perde rijitliği ne olursa olsun aynı sonuçları vermektedir. Kat sayısı 2 ile 20 arasında değişen 10 adet binanın incelendiği bu çalışmada Dunkerley Eşitliği temel alınarak sürekli kat yüksekliği ve kat kütlesi hipotezi ile gerçekçi bir bağıntı bulunduğu ifade edilmiştir. Böylece

perdeli binaların, geometriksel ve matematiksel özellikleri ve toplam kat sayısı ile doğrudan ilişkili periyot değerleri elde edilebildiği görülmüştür [9].

Japonya'da yapılan çalışmanın sonucunda ortaya atılan ve önerilen eşitlikle gösterilen çift perde duvarlı binaların periyodu için önerilen formülün, Sturm-Liouville Diferansiyel Eşitliği ve binaların ilk iki periyodunu veren elle hesap yöntemleri tarafından doğrulandığı belirtilmiştir. Eşitliğe göre ilgili ifadede yer alan bazı parametreler hesaplandıktan sonra binaya ait periyot değerleri elde edilir. Denklemden elde edilen değerlerin maksimum taban kesme kuvveti değeri açısından, mevcut durumda kullanılan çeşitli ülke kodlarındaki perdeli binaların periyot hesaplamalarına kıyasla daha uygun olduğu öne sürülmüştür. Bu metodun kullanılmasının gerek bilgisayar gerekse elle hesap makinesi kullanımında zamandan tasarruf sağladığı görülmüş ve mühendislik pratiğinde kullanışlı olduğu belirtilmiştir. Çalışmada 26 ve 20 katlı iki adet perdeli bina örneği üzerinde incelemeler yapılmıştır. Ayrıca önerilen bağıntıdan elde edilen veriler, Wallace ve Moehle tarafından geliştirilen bağıntının sonuçları ile de karşılaştırılmış ve sonuçların birbirine yakın olduğu belirtilmiştir [10].

Tünel kalıp formunda olan binaların sismik performansları hakkındaki yetersizlik ve hem kodlardaki hem de standartlardaki yetersizlik, bu tür yapıların sismik açıdan tehlikeli bölgelere uygulanması önündeki en büyük engeldir. Ayrıca bu binalardaki yatay ve düşeydeki düzensizlikler de uygulanabilirlik açısından bir başka zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Mohsenian vd. [11] tarafından yapılan ilgili çalışmada da düzensizlik barındıran 3, 5, 7 ve 10 katlı binalar incelenerek, bu tür yapıların sismik davranışı belirlenip uygun tasarım yöntemleri geliştirilmiştir. Sonuçta bu tür binaların burulma esnekliği ve yeterli sismik dayanım kapasitelerinin olduğu görülmüştür.

Dünya çapındaki çalışmalarda, dolgu duvarların titreşim periyoduna ve yatay rijitlik üzerine etkileri hususunda birçok araştırma yapılmıştır. Bilindiği gibi birçok ülke kodunda geçen ampirik bağıntılarda bu dolgu duvarların etkisi dikkate alınmıştır. Yüksekliğin bir fonksiyonu olan bu formüllerde dolgu duvar etkisi bir katsayı yardımı ile hesaba katılmışsa da duvar kalınlığı, duvardaki boşluklar ve duvarın elastisite modülü gibi parametreler göz ardı edilmiştir. Bu çalışmada ise söz konusu bu parametrelerin doğal periyoda olan etkisi analiz edilmiş ve literatürde geçen ampirik formüller ile de kıyaslanmıştır. İncelenen örnek binalar, kat planı ilgili şekillerde de belirtildiği üzere 5 adet kısa açıklığı 5 m, 4 adet uzun açıklığı 6 m olan, düzgün geometri, 3, 6, 9, 11 katlı ve kat yüksekliği 3 m olan binalardan ibarettir. Dolgu duvarlar iki ucu mafsallı, diyagonal, eşdeğer basınç çubuğu olarak modellenmiştir. Bu çubuk elemanların aksinel rijitliği çalışmada belirtilen ilgili bağıntı

yardımıyla hesaplanabilmektedir. Sonuç olarak duvar kalınlığı arttıkça periyot değerlerinin düştüğü gözlemlenmiş ve ayrıca duvar boşluk oranının artmasının da periyot değerlerinde büyümeye neden olduğu belirtilmiştir. Tüm bu veriler ışığında mevcut bina yönetmeliklerinin veya kodlarının, titreşim periyodunu etkileyen bu parametreleri göz önüne alarak yeniden güncellenmesi gerektiğinin altı çizilmiştir [12].

Bina yüksekliği boyunca kütle ve rijitliğin dağılımı doğal titreşim periyodunu etkilemektedir. Yani yapısal olan yada olmayan herhangi bir elemanın rijitliği veya kütlesi doğal periyot değerine etki eden parametrelerdendir. Titreşim periyoduna etki eden bu parametrelerden bazıları, yapısal düzenlilik, yapı yüksekliği, perde dağılımı, kat sayısı, açıklık sayısı, eleman kesit alanları, dolgu panellerdeki boşluk durumu, yük durumu ve zemin durumudur. Bu parametrelerin bina doğal periyoduna etkisi ve periyotla ilişkisi çözümü zor olan bir problemidir. Bu kapsamda Asteris vd. [13] tarafından yapılan çalışmanın temelinde 14 katlı bir betonarme çerçeve bina ele alınmıştır. Açıklık mesafesi, açıklık sayısı, dolgu duvar rijitliği, dolgu duvarlardaki boşluk oranı, yumuşak katın konumu gibi bazı parametreler incelemede dikkate alınmıştır. Çeşitli kodlar ve literatürdeki çalışmalara göre hesaplanan titreşim periyot değerleri birbirleriyle kıyaslanmış ve analiz sonuçlarına göre açıklık mesafesinin, dolgu duvar rijitliğinin, yumuşak katın bulunduğu yerin, betonarme binaların hakim doğal titreşim periyot değerlerini etkileyen kritik parametreler olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda ülkeler, bina doğal periyodu için geliştirilmiş ampirik bağıntılara kendi standart ve koşullarına göre farklı katsayılar atamışlar ve yeni bağıntılar üzerine çalışmalar yapmışlardır. Fakat mevcut kodlar bu parametrelerin çoğunu periyot hesabında dikkate almamakta ve yapı doğal periyodunu doğru bir şekilde tahmin edememektedir. Açıklık sayısının periyot değerleri üzerinde önemli etkileri görülmezken, açıklık uzunluğunun periyodu önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir. Betonarme çerçeve binalarda açıklık mesafesinin artması periyot değerini arttırmaktadır. Benzer şekilde dolgu duvarlı betonarme çerçeve binalarda, dolgu duvar uzunluğunun yüksekliğine oranı arttıkça periyot değeri artmaktadır. Eğer dolgu duvarlardaki boşluk oranı %80 oranına çıkarsa periyot değeri de lineer olarak artmaktadır. Fakat boşluk oranının %80 oranını aşması durumunda periyot değeri, yapının duvarsız çerçeve şeklinde davranmasından dolayı değişmemektedir. Yine çeşitli analiz verilerine göre henüz tasarımı yapılmamış çerçeve binalarda birinci katın yumuşak kat olması durumunda yüksek periyot değerleri elde edilmektedir. Tasarımı yapılmış çerçeve binalarda, açıklık mesafesi 3 m olduğunda ve ikinci katın yumuşak kat olması durumunda yüksek periyot değerleri elde edilmektedir. Yine

tasarımı yapılmış çerçeve binalarda, açıklık mesafesinin 6 m ve ikinci katın yumuşak kat olması durumunda da yüksek periyot değerleri elde edilmektedir. Sonuçların da gösterdiği gibi aslında karşılaşılan problemler tahmin edildiğinden daha karmaşıktır ve çok çeşitli parametreler sonuçları etkilemektedir. Lakin kodların çoğunda yer alan ve çoğu araştırmacı tarafından önerilen eşitliklerde hakim periyot için yalnızca bina yüksekliği hesaba katılmaktadır. Ek olarak tüm bu çalışma ve araştırmaların sonucu, mevcut yönetmeliklerin planda ve düşeyde düzensiz olan binaların doğal titreşim periyodu değerini doğru şekilde tahmin edemediğini göstermektedir. Örneğin zayıf kat düzensizliği bulunan binaların hakim periyodu, düzenli binalara göre daha düşük değere sahiptir ve bu tür durumlara karşı dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin doğal titreşim periyodunun daha doğru şekilde tahmin edilebilmesi için farklı bilim insanları tarafından yeni analitik bağıntılar önerilmektedir.

Bina tasarım kuvvetleri genel olarak Maksimum Tasarım Yer İvmesi (PGA), Tepki Modifikasyon Faktörü (R-faktörü) ve kabul edilebilir yatay deplasman olmak üzere üç ana parametreye bağlıdır. Söz konusu bu sismik tasarım kuvvetleri de bina rijitliğini ve buna bağlı olarak da doğal periyotları etkilemektedir. Mevcut sismik kodlarda bulunan periyot hesabı için önerilen formülasyonlar, Kaliforniya'da sismik açıdan tehlikeli bölgeden elde edilen periyot verilerine göre geliştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmada da 768 adet burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevenin periyodu analitik olarak hesaplanmış ve tasarım yer ivmesi, modifikasyon faktörü ve yatay deplasman parametrelerinin periyot değerlerine etkisi gösterilmiştir [14].

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışma, Üçgen Plak Ekli Sönümleyici ve Rijitlik elemanı (TADAS) olarak bilinen sisteminin uygulandığı çelik çerçevelerin sismik davranışlarını incelemek ve global hasar parametresini araştırmak için yapılmıştır. TADAS sistemleri binalarda en çok kullanılan metalik pasif sönümleyicilerdendir. Saedi ve Shabakhty [15] tarafından yapılan bu çalışmada 3 açıklıklı, 3, 6, 9, 12 katlı, 4 farklı tip çerçeve modellenmiş ve doğrusal olmayan analiz yapılarak hedef deplasmanlar, etkili ve elastik yatay rijitlik, hakim periyot ve itme eğrisi gibi parametreler belirlenip TADAS sistemli ve normal çelik çerçeveli durumlar için karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre tepki modifikasyon faktörünün TADAS sistemlerde daha büyük olduğu ve kat sayısı arttıkça da bu değerlerin %40 oranında azaldığı görülmüştür.

Türk bilim insanları tarafından yapılan bir çalışmada, tek yönlü harmonik hareket üreten sarsma tablası kullanılarak $P - \Delta$ durumunun bina titreşim periyoduna etkisi incelenmiştir. Eş zamanlı görüntü işleme tekniği ile deney örneklerinin titreşim periyotları

ve sönüm oranları belirlenmiş ve teorik sonuçlarla kıyaslanmıştır. İncelenen örnekler ilgili şekilde gösterildiği gibi kolonları çelik testereleden, döşemeleri ise alüminyum çerçevelerden oluşan tek katlı ve üç katlı farklı yapı modellerinden ibarettir. Tek katlı modelde yapı titreşim periyodu, serbest titreşim hareketlerinin tekrarlanma süresinin ölçülmesiyle belirlenmiştir. Çok katlı yapı modellerinde ise periyot değerleri, sarsma tablasında harmonik yer hareketine maruz bırakılarak zorlanmış titreşim deneyleriyle bulunmuştur. Hareketin frekansı zamanla arttırılıp yapı deplasman genliğinin pik noktası bulunmuştur. Bu noktaya karşılık gelen frekansın hakim periyot değerini verdiği belirtilmiştir. Örnek modellerin rijitlikleri ise yaptıkları yatay deplasmanlar ölçülerek bulunmuştur. Buna göre tek serbestlikli sistemlerin, $P - \Delta$ etkisi dikkate alınarak yapılan teorik periyot hesabı, çalışmada önerilen ilgili bağıntı ile yapılmaktadır. ETABS programı kullanılarak yapılan analizler neticesinde, $P - \Delta$ durumunun ihmal edilmesinin incelenen modellerdeki narin kolonlardan dolayı periyot değerlerinde %23'e kadar hatalara neden olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak yapılarda yanal rijitlik azalmasına yol açan $P - \Delta$ etkisinin, bina titreşim periyodu değerlerini arttırdığı belirtilmiştir [16].

İstanbul Avcılar'da, 17 Ağustos 1999 depreminden sonra güçlendirmeye alınmış vaziyet planı ilgili şekillerde verilen İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasının değişen doğal titreşim periyodu değeri ve söz konusu yapının zeminle olan ilişkisinin rezonans etkisi açısından incelenmesi maksadıyla Mikrotremor Yöntemi ile bir dizi ölçümler yapılarak binanın salınım periyodu belirlenmiştir. Söz konusu Karabulut vd. [17] tarafından yapılan çalışmada, analitik hesaplamalar her ne kadar yaklaşık değerler verse de özellikle yüksek yapılarda bu yöntemin kullanılmasının büyük önem arz ettiği belirtilmiştir. Mikrotremor Yöntemi iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Bunlardan birincisi, binadaki iki farklı kattan alınan değerlerden yatay ve düşey spektrum bileşenlerinin oranlarını belirleme (Nakamura Yöntemi), diğeri ise bina içindeki ve bina dışındaki istasyondan elde edilen değerlerin bileşenleri arasında yapılan oranlamadır. İncelenen fakülte binası toplamda 5 ana bloktan meydana gelmektedir ve depremde ciddi şekilde pas payı betonlarının dökülmesi gibi hasarlar görmüştür. Binada kullanılan yöntem Nakamura yöntemi olarak bilinmektedir ve zemin titreşim veya yapı titreşim periyodu belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntemde, zaman ortamında iki yatay bir düşey olmak üzere üç bileşenli mikrotremor kayıtları spektral ortama aktarılıp birbirine oranlanarak hakim titreşim periyodu belirlenmektedir. Söz konusu bu yöntem literatürde tek istasyon yöntemi olarak da bilinmektedir. Doğrusal olmayan davranışın bulunduğu bölgelerde bu metotla hızlı çözümler

elde edilmektedir. Bu teknikte, simülasyonlarla desteklenememe gibi karşılaşılan bir takım zorluklar da mevcuttur. Dolayısıyla ikinci yöntem olan referans istasyon tekniği ile birlikte kullanılması önerilmiştir. Uygulanan Mikrotremor Metodu'ndan elde edilen değerlerin, ölçüm noktasına yakın gürültü kaynaklarından olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Binada, ağırlık merkezi referans alınarak bodrum, 1. ve 3. katta yaklaşık 30 dakika süren ölçümler yapılmış ve ek olarak da binaya 50 m uzaklıkta bir referans istasyonundan ölçümler alınmıştır. Sonuçta yatay/düşey spektral oran tekniği olan Nakamura yöntemiyle yapılan ölçümlerde 1.4 ve 4 Hz olmak üzere iki farklı pik noktası bulunmuştur. Referans istasyonundan elde edilen ölçümler yardımıyla bu verilerden 1.4 Hz'in zemine, 4 Hz'in de binaya ait frekans değeri olduğu anlaşılmıştır. Sonuçta gerek maliyet gerekse güvenilirlik açısından Mikrotremor Yöntemi'nin, bina ve zemin frekansının belirlenmesinde dünya çapında kullanılan etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Ditommaso vd. [18] tarafından yapılan çalışmanın amacı yapısal ve yapısal olmayan hasarlara maruz kalmış betonarme binaların doğal titreşim periyodunu ampirik olarak belirleyebilmektir. İtalya'da 2009 yılında meydana gelen L'Aquila Depremi sadece sağlam binaların değil aynı zamanda hasar görmüş binaların periyot değerleri ile kodlardan hesaplanan periyot değerlerinin uyumsuzluğunu da ortaya çıkarmıştır. İtalya'da bina periyot hesabı çalışmaları konusunda bir fırsat yaratan bu depremde, farklı yaşlara ve hasar seviyelerine sahip toplamda 68 adet binanın doğal titreşim periyotları incelenmiştir. Avrupa Makrosismik Ölçeği'ne (EMS 98) göre dört farklı hasar seviyesi dikkate alınmış ve hasar seviyesi ve bina yüksekliğine göre belirlenen periyot değerleri yeniden gruplandırılmıştır. Düşük hasar seviyesi için betonarme binaların doğal periyot değerlerinin Avrupa'da kullanılan sismik kodlardan elde edilen değerlerden küçük olduğu saptanmış, hatta hasar seviyesinin artmasıyla artan periyotların dahi söz konusu bu kodlardan elde edilen değerlerden küçük kaldığı belirtilmiştir. Sonuçta araştırmacılar, mevcut betonarme binalar için sismik kodların doğal titreşim periyodu formüllerinin, elastik olmayan davranışı dikkate alarak yeniden güncellenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

İtalya'daki Siracusa alanı olarak bilinen bölgenin, yüzeye çıkmış kireç taşlı araziden oluştuğu bilinmektedir. Ana kaya olarak dikkate alınan bu arazi kumtaşı ve kil gibi malzemelerle örtülüdür. Panzera vd. [19] tarafından, burada betonarme ve kargir yığma binaların dinamik karakterlerini belirlemek için bir dizi ölçümler yapılmış ve Avrupa sismik kodlarıyla uyuşmayan periyot değerleri görülmüştür. Bunun nedeni olarak da, ilgili bölgedeki binalarda kullanılan rijit dolgu duvarları yada bitişik nizam olma durumu

gösterilmiştir. Yapılan yer hareketi simülasyonlarıyla farklı periyot, ivme ve hız değerleri elde edilmiştir. Sonuçlar, büyük periyot değerlerinin söz konusu bu sahadaki tortul çökeltme alanlarında olduğunu göstermiştir. Diğer yandan volkanik ve kireç taşı arazilerde sarsıntı seviyesinin yumuşadığı da görülmüştür.

Trifunac vd. [20] tarafından yapılan bu çalışmada, Van Nuys'da bulunan 7 katlı betonarme bir hastane binasının aşık frekans büyüklüğü ve zamana bağlı olarak değişimi incelenmektedir. Çok küçük, orta ve büyük olmak üzere 12 adet deprem kaydına ait veriler kullanılmıştır. Bina özelliklerinin, temel ve zemin özelliklerinin tanımı yapıldıktan sonra güçlü yer hareketi verileri kullanılmış, yapı zemin etkileşimi dikkate alınmış ve tepki kayıtlarının Fourier analizi sonuçları gösterilmiştir. Sonuçlar aşık frekans değerlerinin bir depremden diğerine değiştiğini göstermiştir. Buna göre genel eğilimin yer hareketinin büyüklüğü arttıkça frekans değerinin küçüldüğü yönünde olduğu görülmüştür. Hasar verici yer hareketi esnasında frekans değerleri 0.4 ile 0.5 hertz (Hz) arasında ölçülürken, hasardan sonra 1.1 ile 1.4 Hz arasında ölçülmüştür. Bu veriler, yapı tepki büyüklüğünün küçükten büyüğe doğru değişiminde, frekans değerlerinin %64'lük bir azalma eğiliminde olduğunu göstermiş ve söz konusu bu duruma da zemindeki doğrusal olmayan davranışın neden olduğu belirtilmiştir.

Kaliforniya'da Jennings vd. [21] tarafından yapılan çalışmada, 9 katlı betonarme perdeli Milikan kütüphane binası, 9. Kata yerleştirilen iki adet kütle titreştirici yardımıyla dinamik testlere tabi tutulmuştur. İlk doğal modun doğu - batı (E-W) doğrultusunda 0.66 s periyotlu, ikinci doğal modun kuzey - güney (N-S) doğrultusunda 0.50 s periyotlu olduğu görülmüş ve üçüncü modun da burulma modu olduğu belirtilmiştir. Rezonans titreşimi esnasında zemin yüzeyi hareketleri ve temel hareketleri ölçümleri ile yapı zemin ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Ortalama %0.7 ile %2 arasında değişen bir enerji kaybı meydana getirdiği belirtilmiştir. Yapı zemin ilişkisi ölçümleri, binanın temelde neredeyse sabit bir tepki verdiğini göstermiş ve salınımın çatı hareketine %1'den daha az bir katkısı olduğu, temel yer değiştirmesine ise %2 oranında bir katkısı olduğu belirtilmiştir. Her ne kadar ihmal edilebilir değerlerle karşılaşılsa da sonuçlar büyük ölçekli yapı zemin ilişkisi deneyinin yapılabileceğini göstermiştir.

İtalya sismik kodu baz alınarak yapılan bu çalışmada ise yaşanılabilir güvenli durum ve hasar durumuna göre tasarlanmış endüstriyel ve konut tipi binalar ve standartların sismik göçme riski gibi durumları üzerine incelemelerde bulunulmuştur. Bu bağlamda kargir yığma, yerinde dökme betonarme, öngermeli betonarme, çelik ve sismik yalıtımlı binalar

incelenmiştir. Yine kemer tipi yapılar da göçmelere ve hasarlara neden olan yıllık depremlerin miktarına göre belirlenen sismik bölgelere göre tasarlanmıştır. Her binanın göçme miktarı, performans bazlı deprem mühendisliği çerçevesinde hesaplanmıştır. İtalya sismik koduna göre de yapılan hesaplamaların sonucunda, tasarım işlemlerine güvenilirliğin sismik tehlikenin artmasına bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir [22].

Kanada *NBCC-2005 (National Building Code of Canada)* yönetmeliğinde kullanılan bina doğal periyodu formülasyonları, Kaliforniya’da meydana gelen birtakım depremden ölçülen bina periyotlarına dayanmaktadır. Farklı depremlerin farklı sahalardaki etkilerinin ve binayı tetikleyen uyarıcı kuvvetlerin büyüklüğünün değişkenliği, söz konusu incelenen verilerde bir takım uyumsuzluklar doğurmaktadır. Ampirik değerlerle kesin değerlerin uyuşmamasından dolayı Kaliforniya periyot kayıtlarından elde edilen formüllerin, diğer ülkelerde kullanılmadan önce dikkatle incelenmesi gerektiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Gilles ve McClure [23] tarafından yapılan bu çalışmada doğal titreşim ölçümleri kullanılarak, yine Kanada’nın Montreal kentine ait periyot veri tabanının geliştirilip araştırmalarda kullanılması üzerine inceleme yapmak amaçlanmıştır. Sonuç olarak Montreal’daki bina periyot değerlerini içeren veritabanının, *NBCC*’deki mevcut periyot formüllerinin geliştirilmesinde ve sismik duyarlılık çalışmalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, orta yada düşük sismik dereceli bölgelerde uygulanabilir olan *NBCC* dikkate alınarak merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin doğal titreşim periyodunu belirlemek için basit bir ifade önermektir. Ölçülebilen bina periyotları analitik yoldan elde edilen değerlerle kıyaslanmıştır. Analitik olarak bina periyodunu hesaplayan ifadelerle dayanarak ampirik bir formül türetilmiştir. Geniş çapta yapılan parametrik çalışmalarla *NBCC-2005* yönetmeliğinin çaprazlı çelik çerçevelerin periyot değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bina periyotlarının sismik tehlike seviyelerine ve zemin şartlarına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Sonuçta Kanada’da geçerli olmak üzere birçok durumu göz önüne alarak daha küçük periyot değerleri veren bir ifade önerilmiştir [24].

Kohler [25] tarafından yapılan bu çalışma kapsamında da Los Angeles, Kaliforniya Üniversitesi Kampüsü’ne (UCLA) inşa edilen 17 katlı çelik çerçeve tipi fabrika binası üzerindeki kuvvet dağılımı incelenmiştir. En şiddetlisi 7.9 büyüklüğünde olan üç farklı deprem ve 24 saat süreli kuvvetli bir rüzgardan kaynaklı meydana gelen doğal titreşimlerden, Fourier büyüklük spektrumları elde edilmiştir. İlk moda ait frekans değerlerinin 0.55 ile 0.6 Hz arasında, ikinci moda ait frekans değerlerinin ise 1.6 ile 1.9

arasında olduğu görülmüştür. İlk moda ait doğal titreşim frekanslarının, yapı zemin etkileşimindeki yumuşamanın ardından elde edilen frekans değerlerine göre 0.05 ile 0.1 arasında daha küçük değerler aldığı belirtilmiştir. Yine Encino Depremi esnasında meydana gelen güçlü rüzgarların, ilgili binanın frekans değerlerini azalttığı belirtilmiştir.

Dünyanın en yüksek yapıları arasında yer alan iki adet betonarme rezidans tipi yüksek bina, meydana gelen iki tayfun sırasında incelenmiş ve bu çalışma doğrultusunda gerekli ölçümler yapılmıştır. Doğal periyot ve sönüm değerleri belirlenip ampirik bağıntılar ve diğer yöntemlerden bulunan değerlerle karşılaştırılmıştır. Yaygın şekilde kullanılan bina doğal periyodu ile sönüm değerleri için kullanılan ampirik bağıntılar toplanmış ve Hong Kong'daki betonarme binaların titreşim değerleri çalışma kapsamında derlenmiştir. Rüzgar boyunca değişen doğal periyot ve sönüm değerlerinin, yüksek yapıda neden olduğu tepkiler için fırtına tepki faktörü yaklaşımı kullanılarak rüzgar şartları oluşturulmaya çalışılmıştır. Söz konusu bu yaklaşımın kullanılmasıyla ampirik formüllerden elde edilen afaki doğal periyot değerleri ve sönüm değerlerinin dengelendiği belirtilmiştir [26].

Modern şehirlerin gelişmesiyle birlikte özellikle yüksek binalar Hindistan'da da artmaya başlamıştır. Bu tür binalar için bazı kodlar mevcut olsa da bunlar sismik tasarımda özellikle de doğal periyot hesabında yetersiz kalmaktadır. Kaliforniya'da gerçekleşen depremlere dayalı çıkarılmış bu sismik kodlar, Hindistan *IS 1893-2002 (Indian Standards)* yönetmeliğinde de olduğu gibi dünya çapında birçok ülke tarafından kabul görmüştür. Bu bağlamda, Mumbai ve Haydarabad şehirlerinde bulunan 21 adet betonarme bina incelenerek Hindistan'da yüksek binaların periyot hesabında kullanılan ampirik formüllerin güvenilirliği kontrol edilmiştir. Söz konusu binalara yerleştirilen titreşim sensörlerinden alınan kayıtlar ve ilgili koddaki ifadelerden elde edilen periyot değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta kat sayısı ile periyot değerleri arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı görülmüş ve bahsedilen ampirik ifadelerin yeniden gözden geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir [27].

Şili açıklarında 27 Şubat 2010'da meydana gelen şiddetli deprem, ülkedeki yüksek binaları önemli derecede etkilemiştir. Çok fazla yıkım olmamasına rağmen bazı yapıların önemli ölçüde hasar gördüğü bildirilmiştir. Rojas [28] tarafından yapılan çalışmada, bu depremde sismik kodlara göre kuvvetlerin incelenmesinin ilerleyen zamanlarda yüksek binaların sismik davranışını anlayabilmek için bir başlangıç noktası olduğu belirtilmiştir.

Ahşap paneller içeren hafif ahşap çerçeveli binaların, sahada uygulanan dinamik testlerle doğal titreşim periyodunun hesaplanabilmesi için yapılan bu çalışmada, yaklaşık bir formülasyon önermek amaçlanmıştır. Bu bağlamda Kanada'da hafif ahşap binalara bir dizi

doğal titreşim testi uygulanmış ve elde edilen kayıtlara frekans etki alanı analizi yapılarak doğal frekans, mod şekilleri, yapısal sönüm gibi dinamik parametreler bulunmuştur. Rayleigh Metodu ile bulunan periyot değerlerinin, doğal titreşim testi ve Sonlu Elemanlar Metodu'ndan bulunana periyot değerleri ile uyum içerisinde olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak bu tür binaların periyot hesabı için ölçülen verilerle uyumlu bina yüksekliği, kat alanı ve perde uzunluğu gibi yapı parametrelerini de dikkate alan regresyon analizine dayalı bir formülasyon önerilmiştir [29].

Frekans değerleri diğer yapı türlerine nazaran daha büyük olan tahıl silolarının yapısal davranışı hakkında yapılan birçok araştırma olmasına rağmen kötü tasarım ve inşaat şartları gibi nedenlerden dolayı birçoğu göçmektedir. Tayvan'da 1999'da meydana gelen bir depremde, Taichung limanında yer alan siloların neredeyse tamamının yıkıldığı belirtilmiştir. Bunun üzerine bu tür yapıların tasarımının yeniden gözden geçirilmesi gerektiği ve mevcut tasarım prosedürlerinin yetersiz kaldığı kanısına varılmıştır. Söz konusu bu çerçevede, Pieraccini vd. [30] tarafından tahıl silolarının doğal periyodunun belirlenmesi amacıyla deneysel bulgularla karşılaştırmalı olarak analitik bir formülasyon önerilmiştir.

Toprak dolgu barajlar üç boyutlu (3D), devasa, homojen olmayan, su ve zeminle etkileşim içinde olan yapılardır. Özellikle İran'da bu tip barajlar oldukça yaygındır. Toprak dolgu barajların sismik analizi özellikle deprem bölgelerinde büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla doğal frekans ve periyot hesabı, barajların sismik davranışının belirlenmesinde önemli etkenlerdendir. Doğal frekans hesabında genellikle deneysel korelasyon ortalamaları, kesme kirişi analizleri ve zaman tanımlı dinamik analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Bu doğrultuda Mahdizadeh ve Ghanbari [31] tarafından yapılan çalışmada da toprak dolgu barajların doğal frekans hesabı için çalışmadaki ilgili denklemde belirtilen analitik bir metod önerilmiştir. Buradaki iki önemli parametrenin kayma dalgası hızı ve baraj yüksekliği olduğu belirtilmiştir. Ayrıca baraj gövdesi geometrisi, zemin rijitliği, elastisite modülü, poisson oranı da hesap işlemleri için gereklidir. Önerilen bağıntının sonuçları, nümerik metotlar ve sonlu eleman metodu kullanılarak yapılan dinamik analiz sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Çalışmada önerilen eşitlikten elde edilen sonuçlar, bahsi geçen bu yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında 100 m'ye kadar olan yüksekliklerde birbirine yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Yine barajlar kapsamında Öner [32] tarafından yapılan çalışmada, büyük kaya dolgu ve toprak dolgu barajların doğal periyodunu hesaplamak için analitik çözümlere ve yaklaşık formül verilerine dayanarak ampirik bir bağıntı önerilmiştir. Yapılan analitik çözümler

heterojen kayma papuçlu ve küçük kayma şekil değiştirme dağılımlı modelleri ihtiva etmektedir. Sonlu Elemanlar Yöntemi ile kayma tabanlı iki boyutlu ve üç boyutlu çözümler yapılarak tek serbestlik dereceli idealleştirilmiş basit bir ifade türetilmiştir. Önerilen ampirik bağıntının verileri, zorlanmış titreşim testlerinden ve küçük depremlerden elde edilen tepki kayıtlarından gelmektedir. Söz konusu kaya dolgu barajların doğal periyodunun tahmini için geliştirilen bağıntının, büyük ölçekli barajların küçük şekil değiştirmelere dayalı doğal periyodunun tahmini için kullanışlı olabileceği belirtilmiştir. Önceden yapılmış olan çalışmalarda da toprak dolgu barajların iki boyutlu ve üç boyutlu analizleri için ilgili denklemlerdeki bağıntılar önerilmiştir. İncelenen veriler, çeşitli ülkelerde ve Türkiye’de bulunan Keban, Çubuk gibi büyük boyuttaki kaya ve toprak dolgu barajlardan daha önce kaydedilen periyot değerleri olup titreşim deneyleri için de ilgili barajların gövdesine kurulan çift dönel kütleler kullanıldığı belirtilmiştir. Sonuçta dolgu barajların hakim doğal titreşim periyodunun tahmini için geliştirilen yarı ampirik bağıntının, gelecekte daha büyük ölçekli dolgu barajların periyot tahmini için geliştirilecek olan düzenlenmiş ifadelerle bir kaynak oluşturabileceği belirtilmiştir.

Kablolu köprülerin tasarımı dinamik tepki parametrelerine göre yapılmaktadır. Köprülerin doğal periyotları üzerine Camara vd. [33] tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, yapının mekanik ve geometrik özelliklerine dayalı doğal titreşim modları için analitik ifadeler önererek tasarımcılara gerekli bilgileri sağlamaktadır. Optimum çözümler elde edilene kadar ön tasarım aşamalarında farklı geometrilerdeki köprü tipleri incelenmiştir. Bu tasarım aşamalarında analitik formülasyon avantajlı olduğu gibi Sonlu Elemanlar Metodu’na da gerek kalmamaktadır. Mod tahmini için yapılan önceki çalışmalardan farklı olarak araştırmaya kule esnekliği de dahil edilmiştir. Önceden çok sayıda inşa edilmiş kablolu köprü örneklerine dayanan analitik çalışmada, bazı kurallara bağlı olarak boyutlandırmalar ve oranlamalar önerilmiştir. Seçilen örneklerde, ayak enkesitleri ilgili şekillerde gösterilen beş farklı kule tipli, kutu ve U kesit tabliyelili, merkezi ve yanal kablolu sistemler dikkate alınmıştır. Ana açıklığı 200 ile 800 m arasında değişen 1000’in üzerinde kablolu köprünün titreşim özellikleri, geniş çapta parametrik analizlerle ortaya konulmuştur. Periyot tahmini için formülasyon önermek amacıyla nümerik sonuçlara boyutsal analizin Vaschy-Buckingham teoremi uygulanmıştır. Sonuç olarak farklı ülkelerde inşa edilmiş 17 adet kablolu köprünün titreşim özellikleriyle ilgili formülasyon doğrulanmıştır. Özetle bu çalışma, kablolu köprülerin tasarımında çok önemli olan birincil yatay, dikey ve burulma periyotlarının tahmini için bazı analitik ifadeler sunmaktadır. Önceki çalışmalarda ihmal

edilen kule rijitliği hesaplamalarda dikkate alınmış ve özellikle küçük ve orta boyutlu kablolu köprülerde, tabliye ve kule ilişkisinin yatay yönlü hesaplamalarda önem arz ettiği belirtilmiştir. Bu yeni bağıntılar, kulenin dikey ve burulma titreşim periyoduna önemli etkileri olan düşey doğrultudaki dönme hareketini de dikkate almaktadır. Önceki çalışmalar bu özelliği ve arka açıklıktaki ankrajlı kablolardan kaynaklanan kısıtlamayı dikkate almamışlardır. Sonlu eleman metotlu 1050 adet örnek üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları, periyot tahminindeki hataları azaltmaktadır. Gözlemlenen %15'in altındaki ortalama mutlak hata ile önceki araştırmacıların önerdiği formülasyonların doğruluk payının daha az olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada önerilen ifadelerin, yapı malzemesine bakmaksızın standart iki kuleli kablolu köprüler için geçerli olduğu bildirilmiştir. İnşa edilmiş çok sayıda kablolu köprüden elde edilen boyutsuz oranlar vasıtasıyla farklı kule tipli ve kablo şekilli köprüler için kesitler ve bazı sayısal parametreler önerilmiştir. Yani burada detaylandırılmış yapılardan elde edilen verilerin, yeni projelerdeki hesaplamalara uygun bir başlangıç noktası oluşturabileceğinin altı çizilmiştir.

İlgili araştırmacılar çalışmalarında, 1992 yılında meydana gelen Lander ve Big Bear Depremleri'nin eğrisel kara yolu köprülerini önemli ölçüde etkilediğini ve doğal titreşim periyodu değerlerinin 1.56 ile 1.75 saniye arasında değiştiğini belirtmiştir. Açıklığı 2540 m olan eğrisel bir köprünün ele alındığı bu çalışmada, deprem anında yapının tepkisini araştırmak için üç boyutlu köprü modelleri oluşturulmuştur. Lineer modellerin, köprülerin deprem anındaki tepkilerini belirlemede yeterli olduğu belirtilmişse de köprünün tüm kolonları için kuvvet üst sınırının belirlenmesinde yetersiz olduğu vurgulanmıştır. Neticede %20 lik bir farkla artan periyot değerlerinin, söz konusu köprünün çatlamış kolonlarından ve kazık temellerdeki dönme rijitliğinin kaybedilmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir [34].

Yine köprüler üzerine yapılan bir çalışmada, 4 farklı köprünün sismik performansları doğal titreşim testleri uygulanarak belirlenmiş ve ayrıca Sonlu Elemanlar Metodu ile modelleme yapılıp Modal Analiz Yöntemi ve deprem analizi gibi teknikler de uygulanmıştır. Bu doğrultuda yapılan analitik ve deneysel incelemelerde, Ankara-Sivas hızlı tren demiryolu hattı üzerinde bulunan öngermeli, I kirişli köprüler seçilmiştir. Ardından LARSA 4D programıyla ilgili köprüler Sonlu Elemanlar Metodu ile modellenerek dinamik özellikleri belirlenmiştir. Devamında, köprülere uygulanan doğal titreşim testleri sonucunda doğal frekans değerleri elde edilmiştir. Ülkemizde 2007 yılında yayımlanan *Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne (TDY)* göre zaman tanımlı analizler yapılmış ve bunun için de 1992 Erzincan Depremi, 1999 Kocaeli Depremi ve 1999 Düzce Depremi gibi 3 farklı deprem kaydı

kullanılmıştır. Sonuçlara göre köprülerdeki hasar durumunun, minimum hasar sınırı altında kaldığı görülmüştür [35].

Çeşitli ülkelerde kullanılan sismik kodlardaki bina periyodu formüllerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda mevcuttur. Bu kapsamda El-Kholy [36] tarafından yapılan bu çalışmada ise *ECL-2012 (Egyptian Code for Loads)*, *Eurocode 8-2013*, *IBC-2015 (International Building Code)* ve *UBC-1997 (Uniform Building Code)* olmak üzere dört ülke kodu karşılaştırılmıştır. İncelenen binalar ağırlıklı şekilde, perde içeren çok katlı betonarme yapılarıdır. Mısır'ın Kahire şehrinde incelenen ve kat planları ilgili şekillerde de gösterilen 10 katlı ve 20 katlı binalarda, Eşdeğer Statik Yük Yöntemi ve Modal Tepki Spektrum Yöntemi (MRS) kullanılmıştır. Doğal periyot hesabında Basitleştirilmiş Zaman Yaklaşımı (STA) ve Realistik Zaman Yaklaşımı (RTA) dikkate alınmıştır. Çalışmada iki farklı analiz yöntemi, iki farklı yaklaşım türü ve dört farklı kodla analize tabi tutulan iki binadan alınan sonuçlar, mühendislik firmalarının *UBC-1997*'yi kullanımını azaltma yönünde teşvik ederken, MRS ve RTA'nın beraber kullanılmasını önermektedir. Aynı zamanda *ECL-2012* yönetmeliğine güveni arttırmakta ve ECL komisyonunu betonarme perdeli binaların periyot hesabı konusunda teşvik etmektedir. Doğal periyot hesabında STA bağıntısı ve RTA bağıntısı ilgili denklemlerde gösterilmiştir. Realistik yaklaşıma göre elde edilen doğal periyodun maksimum değeri, yönetmeliklere göre değişik değerler alan C_u katsayısı ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca bu yaklaşıma ait C_t^w katsayısı *ECL-2012* yönetmeliğinde olmayıp *Eurocode 8-2013*, *IBC-2015* ve *UBC-1997* yönetmeliklerinde de farklı formülasyonlarla belirlenmiş değerler almaktadır. Yapılan kıyaslama sonucunda, *UBC-1997* yönetmeliğinin diğer yönetmeliklere kıyasla kesme kuvveti kapsamında ve diğer parametrelerde ortalamaya göre fazla sonuçlar verdiği, *IBC-2015* yönetmeliğinin genel olarak daha tutarlı sonuçlar verdiği ve *ECL-2012* yönetmeliğinin bu veriler ışığında eksikliklerini gidermesi gerektiği ortaya çıkarılmıştır.

Bina hakim doğal titreşim periyodu, yapının kesme kuvvetine göre tasarımı için gerekli olan spektral ivme değerinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Bu doğrultuda yapılan çalışmada, dünya çapında kullanılan yönetmeliklerin lineer statik ve dinamik analizler için önerdiği doğal periyot formüllerine genel bir bakış sunulmaktadır. Bu kapsamda *Eurocode 8*'de belirtilmiş olan doğal titreşim periyodu formüllerine yönelik bazı güncel öneriler sunulmuştur. Yapılan çalışmaların neticesinde *Eurocode 8* yönetmeliğinin, bina titreşim periyodu hesabında, betonarme çerçeveye rijit bağlı ve rijit bağlı olmayan dolgu duvarların etkisinin de dikkate alınarak revize edilmesi gerektiği önerilmektedir. Betonarme

çerçeve binaların, özellikle yaşı büyük olanlarının periyot hesabında Goel ve Chopra tarafından yapılan güncelleme önerisinin mevcut durumda gerekli olmadığı belirtilmiştir. İlgili denklemde belirtilen bağıntı ve C_t katsayısı ile dolgu duvarları rijit bağlı olan betonarme çerçeve binaların titreşim periyodunun hesaplanabileceği öne sürülmüştür. Rayleigh Metodu ile hesaplanan periyot değerlerinin, yüksekliğe bağlı ampirik bağıntılardan elde edilen değerlere maksimum yönden sınırlayıcı olabileceği düşünülmüştür. Bina doğal titreşim periyotlarını gerçek değerlerden daha büyük veren analitik (Rayleigh) yöntemden elde edilen düşük taban kesme kuvveti değerlerinin, yatay kuvvet yöntemiyle elde edilen taban kesme kuvveti değerlerine göre büyütülmesi gerektiği belirtilmiştir [37].

Rayleigh-Ritz Metodu ile hesaplanan titreşim periyodu değerlerinin gerçek değerlerin yaklaşık iki katı olmasının nedeni, analizde kullanılan kütle faktörünün kullanım esnasındaki kütle durumundan farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Fakat değerler arasında bir korelasyonun olması da bunun üzerine yapılabilecek çalışmaları desteklemektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmanın sonucunda *Eurocode 8* yönetmeliğinin, bina titreşim periyodu formüllerinde, betonarme çerçeveye farklı rijitliklerle bağlı olan dolgu duvarların etkisinin de dikkate alınarak yeniden gözden geçirilmesi önerilmektedir. Betonarme çerçeve binaların periyot hesabı için önerilen ampirik formüllere, bazı araştırmacılar tarafından yapılan güncelleme önerilerinin mevcut durumda gerekli olmadığı da belirtilmiştir [38].

Hindistan'da Velani ve Ramancharla [39] tarafından yapılan çalışmada, çeşitli ülkelere ait yönetmeliklerdeki titreşim periyodu formülleri kıyaslanmıştır. Buna göre periyot hesabı, alçak ve orta yükseklikteki düzenli binalarda gerçek değerlerle daha uyumlu sonuçlar verirken yüksek binalarda durum daha farklı bir hal almaktadır. Yüksek binalar kendilerine özel birtakım parametrelere sahip yapılardır ve analizlerinde de bu parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. İşte periyot da bu parametrelerden biridir. Çalışmada ele alınan ve farklı ülkelerin kodlarıyla kıyaslanan Hindistan'ın *IS 1893 (Indian Standards)* yönetmeliği, yüksek binaların doğal periyodu hesabında yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı yapılan araştırmalar, bu tür yapıların titreşim periyodu hesabı için yeni bağıntılar geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Çalışma sonucunda nümerik analiz ile ampirik formüllerden elde edilen doğal periyot değerleri arasındaki farkın dolgu duvarsız çerçevelerde daha fazla, dolgu duvarlı olanlarda ise daha az olduğu belirtilmiştir.

Deprem yatay kuvveti üzerinde önemli etkisi olan bina doğal titreşim periyodu, birçok koda ait basit ampirik formülasyonlarda yükseklikle ilişkilendirilmiştir. Fakat bu yaklaşımlar daha önceki çalışmalarda da bahsedildiği gibi gerçek değerlerden uzak

konservatif periyot ve taban kesme kuvveti değerleri vermektedir. Bu bağlamda Hindistan'da moment aktaran betonarme çerçeve binaların periyodu üzerine araştırmalar yapılmıştır. Çalışmada, mevcut 21 adet farklı boyutlardaki betonarme çerçeve bina, Sonlu Elemanlar Metodu kullanılarak incelemiştir. Analizden elde edilen periyot değerleri, *IS 1893(Part 1)-2002* yönetmeliğindeki ilgili denklem ile ifade edilen ampirik formülden elde edilen değerlerle karşılaştırılmış ve moment aktaran betonarme çerçeve binaların doğal periyodunun hesabı için ilgili denklemde belirtilen yeni bir eşitlik önerisinde bulunulmuştur [40].

Binaların dinamik parametrelerinin tahmini için en güvenilir yöntem olarak deprem kayıtlarından elde edilen verilerin kullanılması önerilmiştir. Bu tür veriler sismik ağın yerleştirilmesi ve bakımının çok maliyetli olması, deprem olma durumuna bağlı olması ve deprem riskinin düşük olduğu bölgelerde problem oluşturması yönünden güçlük oluşurmaktadır. Bu doğrultuda Guillier [41] tarafından yapılan çalışmada doğal titreşim ölçümleri, 536 kayıttan 23'ü hastane ve 344'ü kargir duvarlı betonarme çerçeve türü bina olan örneklerden alınmıştır. Peru'nun Lima şehrinde 1974 yılında 8.1 büyüklüğünde meydana gelen depremin bu veri kayıtlarının miladı niteliğinde olduğu belirtilmiştir. Söz konusu Lima Depremi'nin ardından *Peru E.030-2007* yönetmeliğinde, doğal periyot hesabı için ilgili denklemde belirtilen eşitlik önerilmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde de farklı yıllarda yayımlanmış olan yönetmelikler incelenmiştir. Bunlar 1940, 1942, 1947, 1953, 1961, 1968, 1975 1997, 2007 ve son olarak 2018 yılında yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'dir. Muhtevası incelendiğinde 1968 ve 1997 yılları arasında bina hakim doğal periyodu için daha farklı ampirik formüllerin önerildiği ve 1997 yılı ve sonrasında ise bazı kısıtlamalar ve uygulama koşullarındaki farklılıklar hariç, genel çerçevede periyot hesabı için aynı tür ampirik formüllerin kullanılmış olduğu görölmektedir. Ayrıca ülkemizde, ilk yönetmelik kapsamında değerlendirilebilecek olan ve 1940 yılında yayımlanan *Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapılar Talimatnamesi* adında bir talimatname de çıkarılmıştır [42].

Yine bina titreşim periyodu hesabı üzerine İncetaş [43] tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'deki bazı yönetmeliklerin içeriğine değinilmiştir. Buna göre 1947 yılında ve Bayındırlık Vekaleti tarafından 1953 yılında T.C. Resmi Gazete'de 03.10.1953 tarih ve 8547 sayı ile *Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Talimat* adında bir talimatname yayımlanmıştır. Fakat 1968 yılına kadar kullanılan bu talimatnamelerde Eşdeğer Deprem Yüku Yöntemi ve buna bağlı olarak da bina hakim doğal titreşim periyodu

hesabı için ampirik bağıntılar bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu talimatnamelere dair periyot hesapları, ilgili çalışmada incelenememiştir. Ek olarak 1989 yılında 2. baskı olarak çıkarılan *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*'de de bina doğal titreşim periyodu hesabı için ilgili denklemde belirtilen bir formül önerilmiştir.

1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı

Yapıya etki eden deprem kuvvetlerinin hesabı için bina hakim doğal titreşim periyodu hesabının doğru, gerçek yada kesin periyot değerlerine en yakın bir şekilde belirlenmesi önemli bir husustur. Bu bağlamda çeşitli ülkeler tarafından yayımlanan ve mevcut durumda yine birçok ülke tarafından kullanılan sismik kodlarda, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için çeşitli ampirik bağıntılar önerilmiştir. Söz konusu bu ampirik bağıntılar temelde aynı fonksiyona sahip olmakla beraber, kullanıldığı ülkenin sismik şartlarına göre farklı parametre yada katsayılarla sınırlandırılmışlardır. Ülkemizde de farklı yıllarda yayımlanan yönetmeliklerde önerilen ve temelde yükseklik yada kat sayısının dikkate alındığı bu ampirik formüller, verdikleri yüksek periyot değerleriyle yapıya etki eden taban kesme kuvvetinin hesabında emniyet açısından zafiyet doğurmaktadırlar. Yine aynı kodlardaki basit ampirik formüllerin yanında, özellikle Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanması durumunda kullanılan ve Rayleigh Formülü olarak bilinip fiktif olarak belirlenen bir deprem yükünün, yapı kat kütlelerine göre dağıtılması gibi uğraştırıcı ve zaman alıcı analitik işlemler gerektiren bir formül önerilmişse de gerek bahsedilen işlem yükü gerekse elde edilen çok daha büyük periyot değerleri münasebetiyle pratik hesaplarda bu formül, önerilen öteki ampirik formüllere kıyasla arka planda kalmaktadır. Her ne kadar söz konusu bu değerler ekonomik kesitler verse de birinci prensibi emniyet olan inşaat mühendisliği bilim alanında, ekonomi ilkesi ikinci planda değerlendirilmesi gereken bir olgudur. Bahsedildiği şekilde yönetmeliklerde önerilen bu bağıntıların gerçek değerlere nazaran çok daha büyük sonuçlar vermesi ve Türkiye bazında bina periyot hesaplamaları üzerine yapılan bazı çalışmalar olmasına rağmen ülkemiz menşeli bina doğal titreşim periyodu hesabı için önerilen pratik bağıntıların olmaması yapılan bu çalışmanın ortaya çıkış noktasını oluşturmaktadır. Binaların ön tasarım aşamasında hesabı yapılan ve taban kesme kuvvetinin belirlenmesinde gerekli olan bina hakim doğal titreşim periyodunun, emniyet ve

ekonomi çerçevesinde en optimum değerlerini elde etmek amacıyla hazırlanan bu tez çalışması dört ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci ana başlık olan genel bilgiler başlığı altında, bahsedilen bina doğal titreşim periyotları hakkında yapılan çalışmalara ve önerilen bağıntılara değinilmiştir. Bu kapsamda geniş bir literatür taraması yapılmış, araştırmacılar tarafından ilgili konu hakkında yayımlanan çalışmalardan ve önerdikleri bağıntılardan bahsedilmiştir. Periyot kavramının genel çerçevede tanımı yapıldıktan sonra bina periyodu üzerine birtakım açıklamalarda bulunulmuştur. Ayrıca bina doğal periyodunu etkileyen parametrelere değinilmiş ve bu doğrultuda geliştirilen periyot bağıntıları detaylıca belirtilmiştir. Yine çeşitli ülkeler tarafından kullanılan sismik kodlarda bina doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen bağıntılara ve bunların birbirleri ile karşılaştırmalarına da değinilmiştir. Daha sonra yüksek yapıların doğal titreşimi ve rüzgar yüklerinin bu titreşime etkileri üzerine yapılan çalışmalardan alıntılar yapılmış ve bu yönde düzenlenmiş ampirik formüller ilgili denklemlerde ifade edilmiştir. Sadece binalar üzerine yapılan çalışmalar değil, aynı zamanda baraj ve kablolu köprülerin analizlerinde de elzem olan doğal titreşim periyodu hesaplamaları üzerine yapılan çalışmalardan da bahsedilip önerilen titreşim periyodu formülleri belirtilen eşitliklerle gösterilmiştir. Ardından Türkiye’de farklı yıllarda yayımlanmış çeşitli yönetmeliklerde ve son olarak TBDY 2018’de bina hakim doğal titreşim periyodu için önerilen formüllerden ve bunların uygulama koşullarından bahsedilmiştir.

Yapılan çalışmalar bölümünde, çalışma kapsamındaki takip edilen adımlar detaylıca açıklanmıştır. Burada ilk olarak incelenen bina örneklerinin modelleme aşamalarından bahsedilmiştir. Bu doğrultuda tasarlanan 32 farklı kalıp planına dayalı 264 adet binaya ön boyutlandırma verildikten sonra taşıyıcı sistemleri, eleman boyutları, malzeme özellikleri, kat sayıları ve kat yükseklikleri gibi parametreler tanımlanmıştır. Ardından sonlu eleman metotlu SAP2000v20 programı ile modellenen binaların hem üç boyutlu modelleri hem de IdeCADv08 programı yardımıyla oluşturulan kalıp planları ilgili şekillerde gösterilmiştir. Çalışma sonucunda önerilen ampirik formüllerin uygulanmasında gerekli olan binanın toplam kütlesi, toplam yüksekliği ve bina zemin katına yada ilk kata ait kolonların atalet momentleri tespit edilip MATLAB programı yardımıyla beton elastisite modüllerinin değişimine göre ilk kat rijitlikleri her iki yatay doğrultu için hesaplanmıştır. Çıkan sonuçlara göre küçük değerler belirlenip rijitlik açısından zayıf olan yöne karar verilmiş ve bina hakim birinci modunun bu yönde oluşacağı gerçeğiyle söz konusu bu rijitlik değerleri hesaplarda dikkate alınmıştır. Tasarımı yapılan binaların, TBDY 2018’de belirtilen yatayda ve düşeyde

düzensizlik durumlarının şartlarını sağlamasına özen gösterilmiş, mimari açıdan kritik görülen bazı binalardaki burulma (A1), planda çıkıntılar olması durumu (A3), zayıf kat (B1) ve yumuşak kat (B2) düzensizliklerinin hesapları yapılmıştır. Daha sonra bu binalar üzerinde yapılan Modal Analiz sonuçlarından elde edilen periyot değerleri derlenip, TBDY 2018'de Deprem Tasarım Sınıfı $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ ve $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ için önerilen bina hakim doğal titreşim periyodu formüllerinden elde edilen periyot değerleri ile birlikte Microsoft Excel programı kullanılarak tablolar halinde ifade edilmiştir. Söz konusu formüllerden Rayleigh Formülü için gerekli olan fiktif yük belirlenip ilgili binaların kat kütlelerine dağıtılmıştır. Bu kuvvetler yine incelenen binaların düğüm noktalarına uygulanarak SAP2000v20 programından elde edilen kat deplasmanları vasıtasıyla Rayleigh Formülü'nden elde edilen titreşim periyotları, yine Excel programı yardımı ile bulunmuştur. Ardından tez çalışması kapsamında bina hakim doğal titreşim periyodu hesabı için önerilen bağıntıların, incelenen bina örneklerine uygulanması ile elde edilen değerler de tablolar halinde sunulmuştur. Burada, incelenen binaların kütle, rijitlik ve yükseklik gibi parametreleri kullanılıp bunların kesin periyot değerleri ile olan regresyon analizleri neticesinde, titreşim periyodu üzerindeki pozitif yada negatif yöndeki etkileri belirlenerek bazı matematiksel ifadeler ortaya çıkarılmıştır. Sonuçta bu matematiksel ifadeler yeniden düzenlenerek yine TBDY 2018'deki formüllere nazaran kesin periyotlarla en yüksek korelasyon katsayısını veren bir dizi bağıntı önerilmiştir.

Çalışmanın bulgular ve irdeleme kısmında ise yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. İlk olarak TBDY 2018'de bina hakim doğal titreşim periyodu için önerilen bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden belirlenen ve kesin yada gerçek değerler olarak nitelendirilen periyot değerlerine, regresyon ve korelasyon analizleri uygulanıp gerekli değerler bulunmuştur. Ardından yapılan çalışmalar bölümünde de bahsedildiği gibi çalışmada önerilen bağıntılardan elde edilen periyot değerleri ile bahsedilen kesin periyot değerleri arasında korelasyon ve regresyon analizleri yapılmış, korelasyon katsayısı ve standart sapma gibi çeşitli değerler belirlenmiştir. Daha sonra dünya çapında kullanılan kodlardaki formüllere de uygulanan tüm regresyon ve korelasyon analizleri karşılaştırılmış ve gerçek değerlerle hesaplanan değerler arasındaki ortalama mutlak hata yüzdeleri hesaplanmıştır. Buna göre en yüksek korelasyon katsayılarının ve en düşük ortalama mutlak hata değerlerinin çalışma kapsamında önerilen bağıntılardan elde edildiği gerek tablosal gerekse grafiksel verilerden görülmüştür. Ek olarak aynı kalıp planına ve farklı yüksekliklere sahip 25 adet yüksek yapı

formunda modellenmiş binalara, çalışmada önerilen formüller uygulanmış ve yine mevcut yönetmeliklerdeki ampirik formüllere göre en büyük korelasyon katsayısı ve en küçük ortalama mutlak hata değerlerinin elde edildiği tespit edilmiştir.

Toplam 33 farklı kalıp planına sahip, 289 adet binanın incelendiği çalışmanın sonuçlar ve öneriler bölümünde ise bina hakim doğal titreşim periyodu için hem çalışma kapsamında önerilen hem de mevcut yönetmelikte önerilen bağıntılardan bulunan verilerin, bulgular ve irdeleme bölümündeki grafik ve tablolara göre genel bir değerlendirilmesi yapılmıştır. İlgili grafiklerden de kolaylıkla görülebileceği üzere tez çalışmasında önerilen bağıntılardan bulunan periyot değerlerinin, tüm deprem sınıfları için ve tüm betonarme taşıyıcı sistemler için en optimum sonuçları verdiği aşikardır. Buna göre yönetmeliğin önerdiği bağıntılara ait eğrilerin daha yukarıda kaldığı ve kesin periyot değerlerine ait eğriler ile bu çalışmada önerilen bağıntıya ait eğrilerin hemen hemen örtüştüğü görülmüştür. Yani söz konusu tez çalışmasında önerilen formüllerin rahatlıkla kullanılabilmesi belirlenmiş ve yine bu çalışma kapsamında dikkate alınmayan bazı yapı parametrelerinin de dahil olduğu yeni araştırmaların yapılabileceği önerisinde de bulunulmuştur.

1.4. Periyot Kavramı

Bir salınım yada titreşim hareketinin, bir tam turunu tamamlayabilmesi için saniye cinsinden geçen süreye periyot (T) denilmektedir. Aynı şekilde bir saniye içinde gerçekleşen salınım veya titreşim sayısına da frekans (f) denilmektedir ve birimi de hertz'dir (Hz). Bu da frekansın sayısal olarak periyot değerinin 1'e bölünmesi anlamına gelmektedir. Formülasyon açısından doğal titreşim periyodunun elde edilmesi ilgili denklemlerde de bahsedildiği üzere önce birimi radyan (rad) olan doğal açısal frekansın (w) bulunması, oradan da doğal periyoda geçilmesiyle gerçekleşmektedir. Salınım yada titreşim hareketi yapan herhangi bir cismin veya elemanın periyot değeri, o cismin yada elemanın malzeme ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu fiziksel özellikler içerisinde cismin yada söz konusu elemanın kütlesi, uzunluk yada genişlik gibi boyutları, bu boyutlara bağlı olarak rijitliği ve geometrik şekli yer almaktadır. Elbette bir tam salınım hareketinin süresi yada birim zamandaki sıklığı sadece bu parametrelere bağlı kalmamaktadır. Söz konusu titreşim yada salınım hareketi yapan elemanın mesnetlenme koşuluna da bağlıdır. Mesnetlendiği bölgeye

ankastre bağı olan bir elemanın doğal periyot değerleri daha küçük olurken mafsalla bağı olması durumunda ise doğal periyot değerleri daha büyük olmaktadır. Bahsedilen tüm bu durumlar, inşaat mühendisliği çerçevesinde değerlendirildiğinde bina, köprü ve baraj gibi yapıların da kendilerine has doğal titreşim periyotları ve frekansları bulunmaktadır. Bir binayı oluşturan yapısal elemanların boyutları, rijitlikleri, binanın kütlesi, bina toplam yüksekliği, kat planları, geometrik şekilleri ve kolonların mesnetlenme koşulları da ilgili yapı yada binanın doğal titreşim periyodunu etkilemektedir. Bu periyot değerlerinin büyük yada küçük olması yer hareketi esnasında, yapıya etkiyen taban kesme kuvvetinin büyüklüğünü etkilemektedir. Periyot değerlerinin büyük olması taban kesme kuvvetini azaltırken küçük olması da söz konusu bu kuvvetleri arttırmaktadır. Emniyet ve ekonomi açısından tezat bir duruma yol açan periyot değerlerinin büyüklükleri, tasarımı yapılan binaların inşa edileceği zeminin özelliklerine bağı olarak ön tasarım aşamasında yapının hedeflenen rijitliğine göre değişmektedir. Bu konunun detayına giriş bölümündeki rezonans kavramının açıklamasında değinilmiştir. Kısaca birçok bilim alanının incelediği başlıklardan olan doğal periyot yada frekans kavramları inşaat mühendisliğinin de tasarımdan mevcut binaların onarımına, spektrum eğrilerinin oluşturulmasından binaların sismik izolasyonuna kadar birçok statik ve dinamik analizin ilk basamağını oluşturmaktadır.

1.4.1. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Daha önce de bahsedildiği gibi söz konusu elemanların malzeme özelliklerine, eleman boyutlarına, rijitliğe ve mesnetlenme koşullarına bağı olan doğal titreşim periyodu değerleri inşaat mühendisliğinin yapı, hidrolik ve geoteknik gibi alanlarında yapılan birçok hesaplamanın önemli bir noktasını oluşturmaktadır. Bu alanların incelediği binaların, barajların, bunların oturduğu zeminlerin ve su dalgalarının kendilerine has doğal periyotları bulunmakta ve bu periyotlar yönetmeliklerde önerilen bağıntılarla hesaplanabilmektedir. Yine inşaat mühendisliğinin en yaygın uygulama alanı olan yapı ana bilim dalında, binaların hakim doğal titreşim periyotlarının gerçek değerlere yakın olacak şekilde belirlenebilmesi için çok sayıda araştırmacı ve bilim insanı, yaptıkları çeşitli çalışmalar neticesinde birçok ampirik bağıntı önermişlerdir. Blume [40] tarafından 1967 yılında yapılan çalışmada, yapı dinamiği teorisine dayalı uygulamalarla yapı titreşim periyodunun belirlenebileceği ifade

edilmiştir. İdealize edilmiş sönümsüz bir bina modelinin doğal titreşim periyodu için Denklem 1.1'deki bağıntı önerilmiştir.

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} \quad (1.1)$$

Burada T_i doğal titreşim periyodunu, ω_i doğal açısal frekansı ifade etmekte olup Denklem 1.2'deki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1.2)$$

Burada k rijitliği, m (kg) kütleyi ifade etmektedir [40].

Söz konusu bu minvalde önerilen bağıntıların bazıları birçok ülkenin sismik kodları tarafından kabul görmüş ve dünya çapında, Türkiye'de dahil olmak üzere çeşitli ülkeler tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Bu ampirik bağıntı yada formüller esas olarak bir katsayı faktörüyle yüksekliğin bir fonksiyonu şeklinde tanımlanmış ve dünya çapında yapılan akademik çalışmalar neticesinde önerilen çoğu eşitlik de bu veriler üzerinden türetilmiştir. Söz konusu bu katsayılar incelenen binanın taşıyıcı sistem türüne göre değişmektedir. Örneğin bahsedilen katsayılar, çelik çerçeve ve çaprazlı çelik çerçeve binalarda farklı değer aldığı gibi betonarme çerçeve, betonarme perdeli ve betonarme perde-çerçeve karma tip binalarda da farklı değerler almaktadır. Günümüzde birçok araştırmacı, bilgisayar destekli programlardan elde edilen ve kesin değerler olarak kabul edilen titreşim periyodu değerlerine daha çok yaklaşım hata oranlarını en aza indirebilmek için bahsedilen bu katsayıları, yaptıkları istatistiksel çalışmaların sonuçlarına göre değiştirerek bilimsel çalışmalarında önermişlerdir. İşte sözü edilen bu hususlara, yapılan çalışmalara, önerilen bağıntılara ve çeşitli ülkelerin yönetmelik veya sismik kodlarında önerdiği bina doğal titreşim periyodu formüllerine bu bölümün alt başlıkları kapsamında değinilmiştir.

1.4.1.1. Betonarme Çerçevesi Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı İçin Önerilen Bazı Ampirik Formüller

Literatür taramasında da bahsedildiği gibi birçok ülkenin sismik kodunda ve yapılan birçok çalışmada, binaların doğal titreşim periyodunun doğrudan yükseklik yada kat sayısı ile ilişkili olduğu belirtilmiş ve bu doğrultuda sadece yükseklik yada kat sayısının bir fonksiyonu olarak ampirik bağıntılar önerilmiştir.

Goel ve Chopra [38, 6] 1971-1994 arası meydana gelen San Fernando depreminden elde ettikleri verilere göre betonarme çerçevelerin titreşim periyodunun hesabı için deplasmana dayalı ve +1 standart sapmalı Denklem 1.3'ü ve -1 standart sapmalı, konservatif kuvvete dayalı, FEMA 450'de (Federal Emergency Management Agency) önerilen formüllerin güncelleştirilmiş hali olan Denklem 1.4'deki bağıntıyı önermişlerdir.

$$T_U = 0.067H^{0.9} \quad (1.3)$$

$$T_L = 0.0466H^{0.9} \quad (1.4)$$

Burada T_U maksimum doğal titreşim periyodunu, T_L minimum doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada mevcut 21 adet farklı boyutlardaki betonarme çerçevesi bina, Sonlu Elemanlar Metodu kullanılarak incelenmiştir. Analizden elde edilen periyot değerleri *IS 1893(Part 1)-2002* yönetmeliğindeki Denklem 1.5 ile ifade edilen ampirik formülden elde edilen değerlerle karşılaştırılmış ve moment aktaran betonarme çerçevesi binaların doğal periyodunun hesabı için Denklem 1.6'da belirtilen yeni bir eşitlik önerisinde bulunulmuştur [44].

$$T = 0.075H^{0.75} \quad (1.5)$$

Burada H bina yüksekliğini ifade etmekte olup 0.075 değeri ise betonarme çerçeveler için *IS 1893(Part 1)-2002* yönetmeliğinde önerilen C_t katsayısıdır [44].

$$T = 0.132h^{0.795} \quad (1.6)$$

Burada T doğal periyodu, h bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Sonlu Elemanlar Yöntemi ve kod tabanlı ampirik formül kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde yüksekliğin bir fonksiyonu olarak öne sürülen bu eşitliğin, yerel yönetmeliklerde kabul edilebilmesi için daha fazla irdelenmesi gerektiği belirtilmiştir [44].

Tokyo Teknoloji Enstitüsü'nde, Tangachi [40] çok sayıda gerçek gözlemsel verilere dayanarak binaların titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.7'deki formülü önermiştir.

$$T_N = (0.07 \sim 0.09)N \quad (1.7)$$

Burada N kat sayısını ifade etmektedir. T_N doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Bunun yanında betonarme perdeli binaların doğal periyot hesabına dair ilk bağıntı, 1971 San Fernando Depremi'nde binaların hareket kayıtları dikkate alınarak Denklem 1.8'de belirtildiği şekildedir [38].

$$T = \frac{C_t H}{\sqrt{D}} \quad (1.8)$$

Burada T doğal periyodu, C_t bina türüne değişen katsayıyı (0.05/m), H bina yüksekliğini, D hesap doğrultusundaki bina uzunluğunu ifade etmektedir. Bu formüle kaynak olan ve bir konsolun titreşim frekansını bulmak için geliştirilmiş olan bağıntı ve dönüştürülmüş farklı şekilleri Denklem 1.9'da gösterilmiştir [38].

$$T = 4\sqrt{\frac{m}{\kappa G}} \times \frac{H}{\sqrt{A}} = \frac{\alpha H}{\sqrt{Dt_w}} = \frac{\alpha_1 H}{\sqrt{D}} \quad (1.9)$$

Burada m yayılı yükü, κ üniform dağılmayan kayma gerilmesi için şekil faktörünü, G kayma modülünü, A konsol alanını, D konsol derinliğini (m), t_w kalınlığı, α_1 ve α ilgili çalışmada belirtilen parametrelere bağlı katsayıları ifade etmektedir [38].

Japonya'da yapılan bir çalışmada, 344'ü dolgu duvarlı betonarme çerçeve binaların periyodu olmak üzere toplam da ölçülen 1072 adet doğal periyot değeri, elastik doğal rezonans periyodunun yalnızca bina yüksekliğine bağlı olduğunu ve bina yatay boyutlarının

periyot üzerinde önemli derecede etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu sebeple kat sayısına bağlı olarak Denklem 1.10'daki bağıntı önerilmiştir [41].

$$T_0 \approx \frac{N}{C_N} \quad (1.10)$$

Burada T_0 bina doğal periyodunu, N katsayısını ifade etmektedir. C_N inşa tarihi fark etmeksizin katsayısı beş katlı binalar için 24, beş katlı ve 1974 öncesi inşa edilmiş beş kattan fazla olan binalar için 15, beş katlı ve 1974 sonrası inşa edilmiş beş kattan fazla olan binalar için yine 24 değerini almaktadır [41].

Bazılarından önceden de bahsedildiği üzere çeşitli araştırmacılar, betonarme çerçeve türü binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için Tablo 1.1'de belirtilen bağıntıları önermişlerdir. Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Tablo 1.1. Doğal titreşim periyodu için önerilen bağıntılar [13, 45].

$T = 0.053H^{0.9}$	Goel and Chopra (1997)
$T = 0.029H^{0.804}$	Hong and Hwang (2000)
$T = 0.067H^{0.9}$	Chopra and Goel (2000)
$T = 0.1H$	Crowley and Pinho (2004)
$T = 0.055H$	Crowley and Pinho (2006)
$T = 0.026H^{0.9}$	Guler et al. (2008)

Tablo 1.1'de eşitliği belirtilen Crowley ve Pinho'nun [46] 2004'de yayımladığı çalışmaya göre bina yüksekliğini baz alan basit ampirik formüller, kuvvete dayalı tasarımlarda ivme spektrumundan, konservatif kesme kuvvetinin hesaplanmasını sağlayan konservatif ivme değerini belirlemektedir. Hasar durumunun tahmin edilebilmesinde gerekli olan deplasman talebi, bahsi geçen kodlardaki eşitliklerle hesaplanamamaktadır. Söz konusu bu titreşim periyodu, akma rijitliği ile diğer bir adıyla da çatlama veya elastik rijitlik ile hesaplanan akma periyodu olarak adlandırılmaktadır. Bu kapsamda analitik lif (fibre) model ile çeşitli yükseklikteki binalar özdeğer, itme ve dinamik analizlerle incelenmiştir. Araştırmacılara göre çalışmanın sonuçları, bina yüksekliğinin her bir metresinin doğal titreşim periyoduna saniyenin 0.1'i oranında katkı sağladığını göstermiştir.

Hindistan’da yapılan bir araştırmanın sonucunda, betonarme perdeli binaların doğal titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.11’de belirtilen ampirik formül önerilmiştir [27].

$$T = 0.01H^{1.1} \quad 1.11$$

Burada T doğal periyodu, H temelden itibaren bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Ayrıca literatürde bahsedildiği gibi ahşap binaların doğal periyodunun hesabı üzerine yapılan çalışmalarda mevcuttur. Buna göre Kanada’da yapılan bir çalışmada, ahşap paneller içeren hafif ahşap çerçeveli binaların doğal titreşim periyodu hesabının, Denklem 1.12’de belirtilen yaklaşık formülle yapılması önerilmiştir.

$$T = 0.045 \times \left(\frac{h}{l} \times A \right)^{0.36} \quad 1.12$$

Burada T doğal periyodu, h bina yüksekliğini (m), l hesap doğrultusundaki toplam panel uzunluğunu (m) ve A kat alanını ifade etmektedir.

1.4.1.2. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunu Etkileyen Bazı Parametreler

1.4.1.2.1. Betonarme Çerçeve Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Plan Alanının Etkisi

Gerçek değerlere yakın bina doğal titreşim periyodu hesaplamaları, birçok parametrenin dikkate alınması gereken karmaşık bir durumdur. Bu bağlamda çoğu araştırmacı yaptıkları çalışmaların bina ön tasarımı aşamasında, gerçeğe en yakın titreşim periyodu değerleri elde edip hata oranını en aza indirebilmek için yükseklik, kat sayısı yada rijitliğin dışında başka parametrelerinde hesaba katılması gerektiğini belirtmiş ve bunun üzerine deney ve ölçümlerini yoğunlaştırmışlardır. Bina plan alanı ve şekli de bahsedilen bu parametrelerin başında gelmektedir. Bu doğrultuda bina plan geometrisi, açıklık sayısı ve açıklık mesafesi gibi etkenlere geliştirilen veya önerilen ampirik bağıntılarda yer verilmiştir.

Her ne kadar bu konuda plan geometrisinin, açıklık mesafesi yada sayısının periyot değerleri üzerinde etkisi olmadığı şeklinde aksi yönde görüşler olsa da bazı araştırmacılar bu konu üzerinde titizlikle durmuş ve birtakım ampirik bağıntılar önermişlerdir [6].

Hadzima [6] elastik periyot değerinin daha doğru bir şekilde belirlenebilmesi için kat sayısına bağlı olarak hesap doğrultusundaki açıklık sayısını, yatay ve dikey yöndeki açıklık sayılarının birbirine oranını, yatay ve dikey yöndeki açıklık sayılarının çarpımını dikkate alarak Denklem 1.13 ve Denklem 1.18 arasında belirtilen 7 adet bağıntı önermiştir.

$$T = C_1 N^{C_2} \quad (1.13)$$

$$T = C_1 N^{C_2} B^{C_3} \quad (1.14)$$

$$T = C_1 N^{C_2} + C_3 B^{C_4} \quad (1.15)$$

$$T = C_1 N^{C_2} \left(\frac{B_x}{B_y} \right)^{KC_3} \quad (1.16)$$

$$T = C_1 N^{C_2} (B_x B_y)^{C_3} \quad (1.17)$$

$$T = C_1 N^{C_2} + C_3 \left(\frac{B_x}{B_y} \right)^{C_4} \quad (1.18)$$

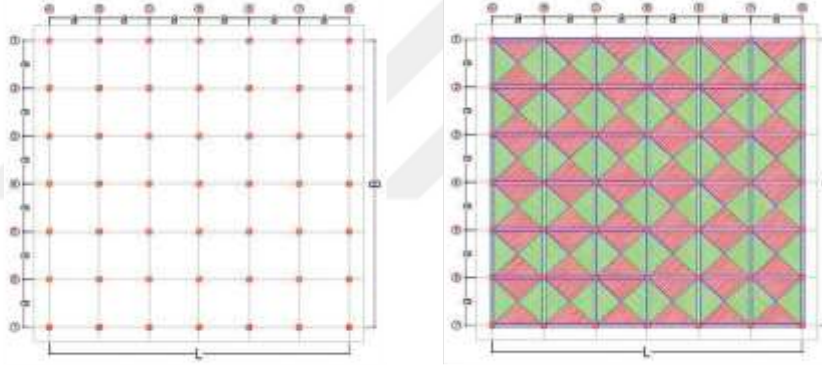
Burada T doğal titreşim periyodunu, N kat sayısını, B hesap doğrultusundaki açıklık sayısını, B_x dikey yöndeki açıklık sayısını, B_y yatay yöndeki açıklık sayısını, K sabit katsayıyı ifade etmekte olup dikey doğrultudaki periyot hesabı için 1, yatay doğrultudaki periyot hesabı için -1 değerini almaktadır. C_n katsayıları ise lineer olmayan regresyon analizi sonucunda elde edilen değerlerdir [6].

Gerardo [6] yapının kütle ve rijitliğine bağlı bir fonksiyon elde etmek amacıyla regresyon analizi yapmış ve binaların her iki doğrultusu için doğal titreşim periyodunu hesaplamıştır. Çalışmasında, periyot formüllerinde yalnızca yüksekliğin dikkate alınmasının yetersiz olduğunu belirtmiş ve periyot hesabında plan alanı gibi parametrelerin de dikkate

alınması gerektiğini ifade etmiştir. Bu yüzden Denklem 1.19’da belirtilen ve plan alanını da dikkate alan bağıntıyı önermiştir.

$$T = \alpha H^{\beta} S^{\gamma} \quad (1.19)$$

Burada T doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m), S her iki doğrultudaki L_X ve L_Y plan uzunluklarının çarpım değerini ifade etmektedir. Bu çalışmada kat yüksekliği 3.6 m, 25 katlı ve 92 m yükseklikteki, kalıp planı Şekil 1.1’de gösterilen kare geometrili, farklı plan boyutlarına sahip 36 adet çerçeve türü bina örneği incelenmiştir. Bilgisayar programı yardımıyla yapılan analizler sonucunda, titreşim periyodu hesabı konusunda mevcut ülke kodlarının, plan geometrisini de dikkate alması gerektiği ve bu doğrultuda kodların yeniden gözden geçirilmesi gerektiği önerilmiştir [6].



Şekil 1.1. İncelenen binaların kalıp planları [6].

1.4.1.2.2. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Perde Etkisi

Çalışmalarda sadece yükseklik yada kat sayısının dikkate alındığı ampirik bağıntıların aksine, perde gibi yapı elemanlarının boyutlarına bağlı olarak rijitlik parametresini de göz önüne alan, gerçek ölçümlerle daha uyumlu sonuçlar veren bağıntılar da önerilmiştir. Bu tür taşıyıcı eleman rijitliklerindeki değişiklikler, bina doğal titreşim periyodu üzerinde önemli değişimlere neden olurken standartlarda önerilen ampirik bağıntılarda bu hassasiyet dikkate alınmayan önemli bir durumdur [9].

Bu kapsamda incelenen yapının sismik tepkilerine bağılı olan özdeğer ve özvektörler, yapının serbest salınımindan elde edilen titreşim modu parametreleridir. Her kata ait rijitlik ve kütle değerleri elde edilir. Ardından bir özdeğer problemi mevcut çözüm metotlarıyla, nümerik olarak formüle edilmektedir. Başlangıçta Dunkerley tarafından, dönen millerin analizi çerçevesinde geliştirilen metot ve türevleri sonradan birçok titreşim sistemlerinin analizinde geniş çapta kullanılmaya başlanmıştır. Çeşitli dinamik sistemlerin özdeğer parametreleriyle ilgili olan ve dairesel frekansı ifade eden bağıntı kullanılarak bina hakim titreşim periyodu için Denklem 1.20'deki bağıntı önerilmiştir [9].

$$T_1 = 1.814n(n+1) \left[\frac{mh^3}{EI} \right]^{1/2} \quad (1.20)$$

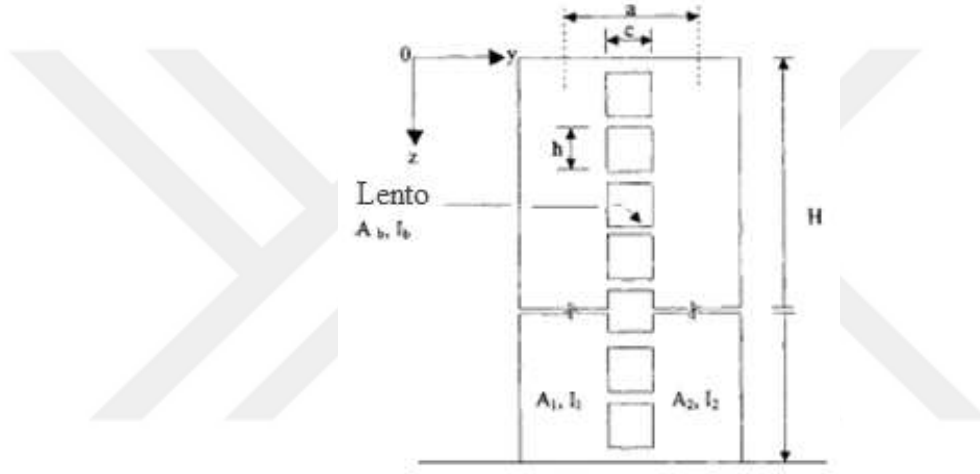
Burada T_1 hakim doğal periyodu, n kat sayısını, m kat kütesini, h bina yüksekliğini (m), EI zemin kat rijitliğini ifade etmektedir. Kat sayısı 2 ile 20 arasında değişen 10 adet binanın incelendiği bu çalışmada, Dunkerley Eşitliği temel alınarak sürekli kat yüksekliği ve kat kütleleri hipotezi ile gerçekçi bir bağıntı bulunmuştur. Böylece perdeli binaların, geometriksel ve matematiksel özellikleri ve toplam kat sayısı ile doğrudan ilişkili periyot değerleri elde edilebilmiştir [9].

1.4.1.2.3. Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Çift Perde Olarak Tanımlanan Durumun Etkisi

Perdeli binalarda yapılan doğal titreşim periyodu hesaplamalarına ek olarak bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, çift perdeli sistem olarak nitelendirdikleri perdeli yapı tiplerini incelemişlerdir.

Japonya'da yapılan bir çalışmanın sonucunda ortaya atılan ve çift perde duvarlı binaların periyodu için Denklem 1.21'de önerilen formülün, Sturm-Liouville diferansiyel eşitliği ve binaların ilk iki periyodunu veren elle hesap yöntemleri tarafından doğrulandığı belirtilmiştir. Eşitliğe göre önce αH ve μ parametreleri hesaplandıktan sonra binaya ait periyot değerleri elde edilir. Denklemden elde edilen değerlerin, maksimum taban kesme kuvveti değeri açısından, mevcut durumda perdeli binaların periyot hesaplamasında kullanılan ülke kodlarındaki formüllere kıyasla daha uygun olduğu öne sürülmüştür. Bu

metodun kullanılmasının gerek bilgisayar gerekse elle hesap makinesi kullanımında zamandan tasarruf sağladığı ifade edilmiş ve mühendislik pratiğinde kullanışlı olduğu belirtilmiştir. Çalışmadaki 26 ve 20 katlı 2 adet perdeli bina örneği üzerinde incelemeler yapılmıştır. Ayrıca çalışmada önerilen Denklem 1.21'deki bağıntıdan elde edilen veriler, Wallace ve Moehle tarafından geliştirilen Denklem 1.31'in sonuçları ile de karşılaştırılmış ve sonuçların birbirine yakın olduğu belirtilmiştir. Periyot hesabı yapılan binalara ait perde duvarların şematik hali, ilgili bağıntılarda geçen bazı ifadelerle birlikte Şekil 1.2'de gösterilmiştir [10].



Şekil 1.2. Perde duvarların şematik gösterimi[10].

$$T = 2\pi\varphi^{-0.5} \quad (1.21)$$

Burada φ doğal frekans değerini ifade etmekte ve Denklem 1.22'de belirtilen eşitlik ile hesaplanmaktadır [10].

$$\varphi = \omega^2 = \frac{12EI\Omega_1}{mH^4 \left[\Omega_2 + (1 - \mu^{-1})\Omega_3 \right]} \quad (1.22)$$

Buradaki Ω_1 , Ω_2 , Ω_3 parametreleri Denklem 1.23, 1.24, 1.25'de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$\Omega_1 = 4\alpha^6 H^6 + 15\alpha^4 H^4 + 1.584\alpha^2 H^2 + 3.024 \quad (1.23)$$

$$\Omega_2 = 17\alpha^4 H^4 + 434\alpha^2 H^2 + 2.912 \quad (1.24)$$

$$\Omega_3 = \frac{1}{99} (92\alpha^6 H^6 + 1.809\alpha^4 H^4 + 9.234\alpha^2 H^2) \quad (1.25)$$

Burada $\varphi = \omega^2$ doğal frekansı, H bina yüksekliğini (m), α lento bağlantı rijitliğinin duvar rijitliğine oranını ifade etmekte olup α^2 parametresi de Denklem 1.26'da belirtilen bağlantı ile hesaplanmaktadır [10].

$$\alpha^2 = k\mu a^2 (EI)^{-1} \quad (1.26)$$

Burada k rijitliği, μ duvar eksenel deformasyon değerini ifade etmekte olup sırasıyla Denklem 1.27 ve 1.28 ile hesaplanmaktadır.

$$\mu = 1 + I_i (Aa^2)^{-1} \quad (1.27)$$

$$k = 12EI_b \left\{ hc^3 \left[1 + \frac{12EI_b}{c^2 GA_b} \right] \right\}^{-1} \quad (1.28)$$

Burada I_i i'inci perde atalet momentini, I_b bağ kirişi atalet momentini, A_i i'inci perde enkesit alanını, A_b bağ kirişi efektif alanını, G Young Modülü'nü, h kat yüksekliğini (m), c perde boşluk genişliğini (m), α perdelerin merkez aksları arasındaki mesafeyi (m) ifade etmekte olup Denklem 1.27'de geçen parametreler bu bilgiler ışığında, Denklem 1.29 ve Denklem 1.30'da belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır [10].

$$A^{-1} = (A_1)^{-1} + (A_2)^{-1} \quad (1.29)$$

$$I = I_1 + I_2 \quad (1.30)$$

Çalışma kapsamında Denklem 1.21’de önerilen eşitlik, Denklem 1.31’de belirtilen ve Wallace ve Moehle tarafından ortaya atılan bağıntıdan elde edilen değerle karşılaştırılmış ve birbiri ile tutarlı sonuçlar bulunduğu belirtilmiştir [10].

$$T = 6.2n \times \frac{H}{2D_w + c} \times \left(\frac{w \times h}{g \times E \times p} \right)^{1/2} \quad (1.31)$$

Burada n kat sayısını, H bina yüksekliğini (m), w kat ağırlığını, c duvardaki boşluk genişliğini, h kat yüksekliğini, D_w duvar uzunluğunu, ρ toplam kesme duvarı alanının kat alanına oranını, E elastisite modülünü ifade etmektedir [10].

1.4.1.2.4. Betonarme Çerçeve Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyoduna Dolgu Duvar Etkisi

Bina yüksekliği boyunca kütle ve rijitliğin dağılımı doğal titreşim periyodunu etkilemektedir. Yani yapısal olan yada olmayan herhangi bir elemanın rijitlik veya kütlesi doğal periyot değerine etki eden parametrelerdendir. Titreşim periyoduna etki eden bu parametreler, bazılarında önceden de bahsedildiği üzere; yapısal düzenlilik, yapı yüksekliği, perde dağılımı, kat sayısı, açıklık sayısı, eleman kesit alanları, dolgu panellerdeki boşluk durumu, yük durumu ve zemin durumudur. Bu parametrelerin bina doğal periyoduna etkisi ve periyotla ilişkisi çözümü zor olan karmaşık bir problemdir.

Amanat ve Hoque [6] üç boyutlu sonlu elemanlar modeli ve modal özdeğer analizini kullanarak düzenli yapıdaki betonarme çerçevesel binaların doğal titreşim periyodu üzerine çalışmalar yapmışlardır. Periyot üzerinde önemli etkileri olan açıklık mesafesi ve sayısının yanında, dolgu duvarları da dikkate alarak Denklem 1.32’deki bağıntıyı önermişlerdir.

$$T = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 C_t h^{3/4} \quad (1.32)$$

Burada h bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. C_t katsayısı betonarme çerçeveler için 0.073 değerini almaktadır. Bağıntıda geçen parametrelerden α_1 dolgu panel uzunluğu modifikasyon faktörünü, α_2 açıklık sayısı faktörünü, α_3 dolgu miktarı modifikasyon faktörünü ifade etmektedir.

Crowley ve Pinho [6] bilgisayar programı yardımıyla iki boyutlu, çatlaksız dolgu duvarlı binaların her bir çerçevesinin ağırlıklı ortalama titreşim periyodunu hesaplamak için Denklem 1.33’de belirtilen bağıntıyı önermişlerdir.

$$T = 0.038H \quad (1.33)$$

Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Boşluk içeren dolgu duvarlı çerçevelerin periyot hesabı için tamamı dolu olan dolgu duvarlı çerçevelerin rijitliği azaltılarak analizler yapılmıştır. Yine mevcut dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin titreşim periyodu için Denklem 1.34’deki bağıntı önerilmiştir [6].

$$T = 0.055H \quad (1.34)$$

Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Hatzigeorgiou ve Kanapitsas [13] zemin esnekliğini, perde etkisini, iç ve dış dolgu duvarların etkisini göz önüne alarak çerçeve binaların doğal periyodu için ampirik bir bağıntı önermişlerdir. Bahsedilen bu bağıntı Yunanistan’da tam ölçekli, 20 adet betonarme binanın verileri kullanılarak öne sürülmüştür. Sonuç olarak önerilen bağıntı Denklem 1.35’de ifade edildiği gibidir.

$$T = \frac{H^{c_1} L^{c_2} (c_3 + c_4 W)}{\left[1 - \exp(c_5 k_s^{c_6})\right] \sqrt{(1 + c_7 \rho)}} \quad (1.35)$$

Burada T bina doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m), L bina uzunluğunu (m), ρ hesap doğrultusundaki perde alanının kolon ve perde toplam alanına oranını, k_s zemin modülünü, W dolgu duvarın periyoda etki parametresini, c_n (c_1 - c_7) doğal titreşim periyodunun analitik değerleri kullanılarak uygulanan ve lineer olmayan regresyon analizi sonucunda elde edilen değerleri ifade etmektedir.

Hatzigeorgiou ve Kanapitsas [13] dolgu duvar ve betonarme perde etkisini, zemin esnekliğini ve bina uzunluğunu dikkate almadan betonarme binaların doğal periyodunu tahmin etmek için Eurocode 8’de ifade edilen bağıntıya çok benzer olan Denklem 1.36’daki ampirik formülü önermişlerdir.

$$T = 0.073H^{0.745} \quad (1.36)$$

Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Köse [13] betonarme çerçeve binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için üç boyutlu, analitik tekrarlı Modal Analiz Yöntemini kullanarak bir bağıntı geliştirmiştir. Bina yüksekliğini, çerçeve tipini ve dolgu duvarlarının etkisini göz önüne alarak moment aktaran betonarme çerçevelerin doğal periyodu için Denklem 1.37'deki ifadeyi önermiştir.

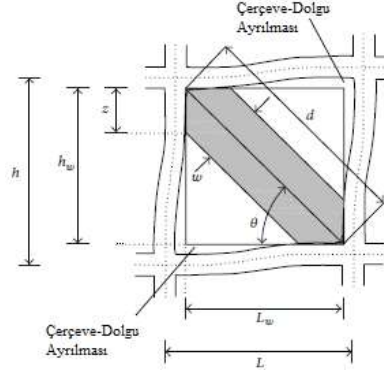
$$T = 0.0935 + 0.0301H + 0.0156B + 0.039F - 0.01656S - 0.0232I \quad (1.37)$$

Burada H bina yüksekliğini (m), B açıklık sayısını, S perde alanının toplam kat alanına oranının yüzdesini, I toplam dolgu duvar alanının, toplam panel alanına oranını ifade etmektedir. F katsayısı dolgu duvarlı betonarme çerçeveler için 1, zemin katı açık çerçeveler için 2, dolgu duvarsız betonarme çerçeveler için 3 değerini almaktadır. Dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin periyot değerlerinin, dolgu duvarsız çerçevelere göre perdeler hesaba katılmaksızın %5-10 oranında daha az olduğu belirtilmiştir.

Yine Köse [13] tarafından, doğal periyodun çokça etkilenmediği açıklık sayısı ve çerçeve türü parametrelerini göz önüne almadan yapılan analizlere göre, yalnızca bina yüksekliğini ve toplam dolgu duvar alanının toplam panel alanına oranını dikkate alan Denklem 1.38'de belirtilen daha uygun bir formül önerilmiştir.

$$T = 0.1367 + 0.0301H - 0.01663S - 0.0305I \quad (1.38)$$

Burada H bina yüksekliğini (m), S perde alanının toplam kat alanına oranının yüzdesini, I toplam dolgu duvar alanının toplam panel alanına oranını ifade etmektedir. Ayrıca dolgu duvarlı çerçeve sisteminin yatay yük etkisinde deformasyon durumu Şekil 1.3'de gösterilmiştir [13].



Şekil 1.3. Yatay yük etkisinde dolgu duvarlı çerçevenin deformasyon durumu [45].

Farklı kalıp planlarına, açıklıklara ve kat sayısına sahip düzgün geometrili bina örnekleri üzerinde yapılan çalışmada, dolgu duvarlar iki ucu mafsallı, diyagonal eşdeğer basınç çubuğu olarak modellenmiştir. Bu elemanların eksenel rijitliği Denklem 1.39’da belirtilen bağıntı yardımıyla hesaplanabilmektedir [12].




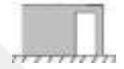


$$EA = E \times t \times \alpha \times L_d \times \beta \times \gamma \quad (1.39)$$

Burada E duvar elastisite modülünü (Mpa), t duvar kalınlığını (m), α eşdeğer çerçeve elemanın uzunluğuna karşılık etkili genişliği, L_d dolgu duvar diyagonal uzunluğunu (m), β duvardaki boşluk oranını temsil eden katsayıyı, γ diğer tüm etkileri de dikkate alan katsayıyı ifade etmektedir. β katsayısı duvardaki boşluk şekline (D_n) göre Tablo 1.3’de gösterilen değerleri almaktadır. Bahsi geçen dolgu duvarların deneysel çalışmaların sonucunda elde edilen yatay, dikey ve ortalama elastisite modülleri, sıvalı ve sıvasız olma durumuna göre Tablo 1.2’de belirtilmiştir.

Tablo 1.2. Dolgu duvar elastisite modülleri [12].

Dolgu Duvar Türü	E_{par} (MPa)	E_{ver} (MPa)	E_{ave} (MPa)
Sıvasız	4600	2500	3500
Sıvalı	7800	4200	6000

Tablo 1.3. Dolgu duvar tiplerine göre β katsayıları [12].

Boşluk tipi		β
D1 	Penceresiz dolgu duvar	1
D2 	Küçük pencereci dolgu duvar	0.9
D3 	Büyük pencereci dolgu duvar	0
D4 	Kapılı dolgu duvar	0.5
D5 	Pencereci dolgu duvar	0.2
D6 	Pencere ve kapılı dolgu duvar	0

Koçak ve Yıldırım [12] tarafından yapılan çalışmada poisson oranı 0.3, ortalama elastisite modülü 6000 Mpa olan, 10 cm kalınlıktaki iç duvarlar için D4 ve 20 cm kalınlıktaki dış duvarlar için D5 tipi dolgu duvarlar dikkate alınarak tasarlanan 3 ,6, 9 ve 11 katlı binalarla yapılan analizler neticesinde Denklem 1.40'daki bağıntı önerilmiştir.

$$T_d = T_c \times \left(1 - \frac{\Delta T}{100}\right) \quad (1.40)$$

Burada T_d dolgu duvarlı bina periyodunu, T_c dolgu duvarsız çerçeve bina periyodunu ifade etmektedir. ΔT ise dolgu duvarlı binalarda periyot azaltma yüzdesi olup Denklem 1.41 ile hesaplanmaktadır [12].

$$\Delta T (\%) = 69.1 \times A_k^{1.08} \quad (1.41)$$

Burada A_k toplam yapı elemanı (kolon + duvar) alanını ifade etmektedir.

Bu veriler dikkate alınarak yapılan başka bir çalışmada ise duvar elastisite modülü 2500 MPa ve 7800 MPa arasında değişen, duvar kalınlıkları 100 mm ile 300 mm arasında olan D4 ve D5 duvar tipli bina örnekleri, SAP2000v20 programı yardımıyla analiz edilmiş ve elde edilen veriler, Denklem 1.40 ve Denklem 1.41’de belirtilmiş olan eşitliklerden elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Yapılan analiz ve incelemeler neticesinde Denklem 1.41’deki bağıntı geliştirilerek Denklem 1.42’deki bağıntı önerilmiştir [12].

$$\Delta T (\%) = \frac{69.1 \times A_k^{1.08}}{a} \quad (1.42)$$

Burada α dolgu duvar elastisite modülünü ifade eden bir katsayıyı ifade etmektedir.

1.4.1.2.5. Bina Hakim Doğal Titreşim Periyoduna P- Δ Durumunun Etkisi

Yapılan çalışma kapsamında $P - \Delta$ durumunun bina titreşim periyoduna etkisi için incelenen örnekler, Şekil 1.4’de gösterildiği gibi kolonları çelik testerelerden, döşemeleri ise alüminyum çerçevelerden oluşan tek katlı ve üç katlı farklı yapı modellerinden meydana gelmektedir [16].



Şekil 1.4. İncelenen deney örnekleri [16].

Çalışmaya göre tek serbestlikli sistemlerin, $P - \Delta$ etkisi dikkate alınarak teorik olarak periyot hesabı Denklem 1.43 ile yapılmaktadır.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k - \frac{W}{h}}} \quad (1.43)$$

Burada m kat hizalarındaki kütleyi (kg), k rijitliği (kN/m), W katlardaki düşey yükleri (kN/m), h kat yüksekliğini (m) ifade etmektedir. [16].

1.4.2. Yüksek Binaların Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Ellis [26] tarafından, karesel planlı 162 adet çok katlı binadan alınan ölçümler neticesinde, ilk mod için geçerli Denklem 1.44'de belirtilen ampirik bir bina doğal titreşim periyodu formülü önerilmiştir. Söz konusu bu ampirik bağıntı, Hong Kong'da rüzgar efektleri üzerine kod uygulaması olan *CPWEHK-2004 (Code of Practice on Wind Effects in Hong-Kong)*, Avustralya ve Yeni Zelanda'da *AS/NZS 1170.2 (2002) (Australian / New Zealand Standards)* ve *Eurocode ENV 1991-2-4 (1994)* yönetmeliklerinde kabul görmüştür.

$$T = \frac{H}{46} \quad (1.44)$$

Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Tamura vd. [26] tarafından yapılan çalışmada, Japonya'daki saha ölçümlerini esas alarak yaşanabilirlik seviyesinde ivme ve deplasman değerlerine dayalı, yüksek binaların doğal titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.45'deki ampirik bağıntı önerilmiştir.

$$T = \frac{H}{67} \quad (1.45)$$

Burada H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Daha geniş çapta örneklerin ve daha yüksek betonarme binaların incelenmesinin ardından önerilen bu bağıntıdan elde edilen sonuçların, ölçülen sonuçlarla daha uyumlu olduğu görülmüştür. Böylece Hong Kong ve Japonya'daki yüksek binaların, tayfun kaynaklı yüklere karşı yapılan hesaplarına katkı sağlanabileceği belirtilmiştir [26].

Yine Hindistan'da araştırmacılar tarafından yapılan bir alışmada, 20 kattan fazla $H \geq 60$ m olan yüksek betonarme binaların doğal titreşim periyodunun hesabı iin Denklem 1.46'daki bağıntı önerilmiştir [27].

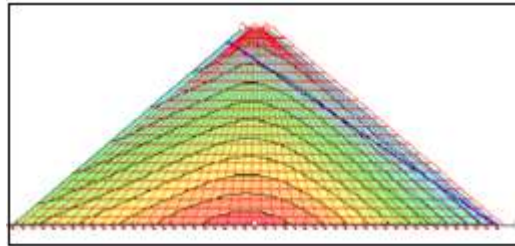
$$T = 0.009H^{1.1} \quad 1.46$$

Burada H temelden itibaren bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

1.4.3. Barajların Hakim Doğal Titreşim Periyotlarının Belirlenmesi

1.4.3.1. Toprak Dolgu Barajların Doğal Frekanslarının Analitik özömlerin Ortalamasıyla Hesabı

Kayma dalgası hızı ve baraj yüksekliğine dayalı hesaplamalarda, baraj gövdesi geometrisi, zemin rijitliği, elastisite modölü, poisson oranı gibi parametrelerinde gerekli olduğu toprak dolgu barajların doğal açısıl frekansının hesabı iin önerilen bağıntı Denklem 1.47'de belirtildiği gibidir. Yine ilgili alışmada doğal periyot iin Denklem 1.48'de önerilen bağıntının, 100 m yüksekliğe kadar incelenen örneklere Denklem 1.47 ile birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [31].



şekil 1.5. İki boyutlu dolgu baraj örneğinin sonlu elemanlarla modellenmesi [31].

$$\omega = 2.69 \frac{V_s}{H} \quad (1.47)$$

$$T = 2.34 \frac{H}{V_s} \quad (1.48)$$

Burada ω doğal frekansı, V_s kayma dalgası hızını, H baraj yüksekliğini, T doğal periyodu ifade etmektedir. Çalışmanın sonucuna göre baraj yüksekliği arttıkça frekans değeri azalmakta, poisson oranı ve kayma dalgası hızı arttıkça frekans değeri artmaktadır. Ayrıca analitik sonuçların da dinamik analiz sonuçlarının ortalama olarak 1.33 katı olduğu görülmüştür [31].

1.4.3.2. Büyük Ölçekli Toprak ve Kaya Dolgu Barajların Doğal Periyodunun Tahmini

Konu üzerine yapılan çalışmadaki ampirik bağıntı verileri, zorlanmış titreşim testleri ve küçük depremlerden elde edilen tepki kayıtlarından gelmektedir. Büyük çaptaki kaya dolgu barajların doğal periyodunun tahmini için geliştirilen bağıntının, büyük barajların küçük şekil değiştirme anındaki doğal periyodunun tahmini için kullanışlı olabileceği belirtilmiştir. Önceden yapılmış olan bazı çalışmalarda, toprak dolgu barajların iki boyutlu ve üç boyutlu analizlerinde periyot hesabı için sırasıyla Denklem 1.49'daki ve Denklem 1.50'deki bağıntılar önerilmiştir [32].

$$T_1^* = \frac{2\pi}{2.177} h^{3/4} \left[\frac{2}{3} \frac{AF}{\rho} \sqrt{\frac{1+2K}{3}} \gamma' p_a \right] \quad (1.49)$$

$$T_1' = 4.653 h^{3/4} \left[\frac{AF}{\rho} \left[1 + \frac{4}{(l/h)^2} \right] \times \sqrt{(1+2K) \gamma^2 p_a} \right]^{-1/2} \quad (1.50)$$

Burada T_1^* iki boyutlu baraj modelinin doğal periyodunu, T_1' üç boyutlu baraj modelinin doğal periyodunu, h baraj yüksekliğini (m), AF boyutsuz modül katsayısını, l baraj uzunluğunu (m), ρ kütle yoğunluğunu, K yanıl basınç katsayısını, γ malzeme birim ağırlığını, p_a atmosfer basıncını ifade etmektedir. Bu veriler ışığında zorlanmış titreşim testleri ve deprem kayıtlarından bulunan veriler dikkate alınarak toprak dolgu barajların

titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.51’de belirtilen yarı ampirik bir formül önerilmiştir. İncelenen veriler, Türkiye’de dahil çeşitli ülkelerde bulunan Keban ve Çubuk gibi büyük boyuttaki kaya ve toprak dolgu barajlardan daha önce kaydedilen periyot değerleri olup titreşim deneyleri için de ilgili barajların gövdesine kurulan çift dönel kütlelerin kullanıldığı belirtilmiştir [32].

$$T_1 = 0.0408e^{-0.555m}h^{0.75} \left[1 + \frac{4}{(l/h)^2} \right]^{-0.5} \quad (1.51)$$

Burada h baraj yüksekliğini (m) ifade etmekte olup, m ifadesi ise kaya dolgu barajlarda 3, tabakalı toprak dolgu barajlarda 1, homojen toprak dolgu barajlarda ise 0 değerini almaktadır.

1.4.4. Kablolu Köprülerin Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

1.4.4.1. Kule Esnekliğinin Dikkate Alındığı Modern Kablolu Köprülerin Doğal Modlarının Tahminleri

Kablolu köprülerin doğal titreşim periyotlarının hesabı üzerine yapılan bir çalışmada, orta açıklığı 200 ile 800 m arasında değişen, ayak enkesitleri Şekil 1.6’da gösterilen beş farklı kule tipli, kutu ve U kesit tabliyeli, merkezi ve yanal kablolu sistemler dikkate alınmıştır. Analizlerden elde edilen nümerik sonuçlara, boyutsal analizin Vaschy-Buckingham teoremi uygulanmıştır. İnşa edilmiş 17 adet kablolu köprünün titreşim özellikleriyle çalışmada önerilen bağıntı doğrulanmıştır. İlgili çalışmada incelenen köprülerin ortalama geometriksel oranları; $H/L_p = 0.21$, $L_s/L_p = 0.4$ olarak belirtilmiştir. Bu oranlar veri tabanında bulunan $H/L_p = 0.19 - 0.23$, $L_s/L_p = 0.3 - 0.5$ oranlarına uymaktadır. Burada H kule yüksekliğini (m), L_p ana açıklık mesafesini (m), L_s arka açıklık mesafesini (m) ifade etmektedir. Ayrıca kablolu köprü analizlerinde yatay yön olarak Y, dikey yön olarak X doğrultusu belirlenmiştir. Tüm bu veriler ışığında kablolu köprülerin yatay doğrultudaki birincil periyodunun hesabı için Denklem 1.52’de ifade edilen bağıntı önerilmiştir [33].

$$T_Y = \sqrt{\frac{m_d L_P^4}{EI_{d,Y}}} (9.54\Pi_2^{0.5} + 0.39) \quad (1.52)$$

Burada T_Y köprünün yatay doğrultudaki birincil periyodunu, m_d tabliye kütleini (kg/m), L_P ana açıklık mesafesini (m), $EI_{d,Y}$ kompozit tabliyenin yatay yöndeki rijitliği (Nm^2) ifade etmektedir. Π_2 boyutsuz bir parametre olup Denklem 1.53'de belirtilen eşitlikle hesaplanmaktadır [33].

$$\Pi_2 = \frac{EI_{d,Y}}{K_{t,Y} L_P^3} \quad (1.53)$$

Burada kulenin yatay yöndeki rijitliğini ifade eden $K_{t,Y}$ parametresi, Denklem 1.54'de gösterilen eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$K_{t,Y} = \frac{E_t \bar{I}_{t,Y}}{(H + H_i)^3} \times \frac{H}{H_i} (m_Y \sin \alpha + b_Y) \quad (1.54)$$

Burada E_t kule elastisite modülünü, $\bar{I}_{t,Y}$ kule ayaklarının Y doğrultusundaki atalet momentini, H kule ayağının tabliye üstündeki yüksekliğini (m), H_i kule ayağının tabliye altındaki yüksekliğini (m), α kule ayağının yatayla yaptığı açığı ifade etmektedir. Bağınıta geçen m_Y ve b_Y parametreleri ise Şekil 1.7'de gösterilen kule tiplerine bağlı olarak Tablo 1.4'de belirtilen değerleri almaktadır [33].

Kablolu köprülerin dikey yöndeki birincil doğal periyodunun hesabı için Denklem 1.55'de belirtilen bağıntı önerilmiştir.

$$T_Z = \sqrt{\frac{m_d L_P^4}{EI_{d,Z}}} (1.81\Pi_2^{0.46}) \quad (1.55)$$

Burada T_Z köprünün dikey doğrultudaki birincil periyot değerini, m_d tabliye kütleini (kg/m), L_P ana açıklık mesafesini (m), $EI_{d,Z}$ kompozit tabliyenin dikey yöndeki rijitliğini ifade etmektedir ve Π_2 boyutsuz bir parametre olup Denklem 1.56'da belirtilen bağıntı ile hesaplanmaktadır [33].

$$\Pi_2 = \frac{EI_{d,Z}}{K_{ct,Z}L_p^3} \quad (1.56)$$

Eşitlikte geçen ifadeler Denklem 1.55’de belirtilen parametrelerdir. Burada, tabliyenin dikey doğrultudaki rijitliğini ifade eden $K_{ct,Z}$ parametresi de Denklem 1.57’de belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır [33].

$$K_{ct,Z} = \frac{1}{\frac{1}{K_{c,Z}} + \frac{1}{K_{tr,Z}}} \quad (1.57)$$

Burada merkezi açıklığa ait kablo sisteminin dikey yöndeki rijitliğini ifade eden $K_{c,Z}$ parametresi ve arka açıklıktaki kablo sisteminin ve kulenin dikey yöndeki rijitlikleri toplamını ifade eden $K_{tr,Z}$ parametresi Denklem 1.58 ve Denklem 1.59’da belirtilen bağıntılarla hesaplanmaktadır [33].

$$K_{c,Z} = \frac{E_s m_d g H}{f_D (L_p^2 + H^2)} (1.2L_p + 47) \quad (1.58)$$

$$K_{tr,Z} = K_{t,X} + K_{bs,X} = \frac{60E_t \bar{I}_{t,X}}{21H_A^3 + 40H_A^2 H_t - 70H_A H_t^2 + 20H_t^3} + \frac{E_s m_d g L_s^2}{f_D H (L_s^2 + H^2)} \times \frac{L_s}{N_C} \quad (1.59)$$

Bağıntılardaki $K_{t,X}$ kulenin düşey yöndeki rijitliğini, $K_{bs,X}$ arka açıklıktaki kablo sisteminin düşey yöndeki rijitliğini, E_s kablo elastisite modülünü, m_d tabliye kütlelerini (kg/m), H kule ayağının tabliye üstündeki yüksekliğini (m), f_D ölü yüklerden dolayı kabloda meydana gelen ortalama gerilmeyi, H_A kuledeki ankrajlı kesimin uzunluğu, H_t kule toplam yüksekliğini (m), E_t kule elastisite modülünü, $\bar{I}_{t,X}$ kule enkesitinin X doğrultusundaki atalet momentini, L_s arka açıklık mesafesini (m), N_C ankraj sayısını ifade etmektedir [33].

Kablolu köprülerin birincil burulma titreşim periyodunun ise Denklem 1.60’da belirtilen bağıntı yardımıyla hesaplanması önerilmiştir.

$$T_{\theta} = \sqrt{\frac{m_d r^2 L_{tor}^2}{GJ_d} \left(\frac{2.14}{\Pi_{\theta 2} + 1.11} + 0.07 \right)} \quad (1.60)$$

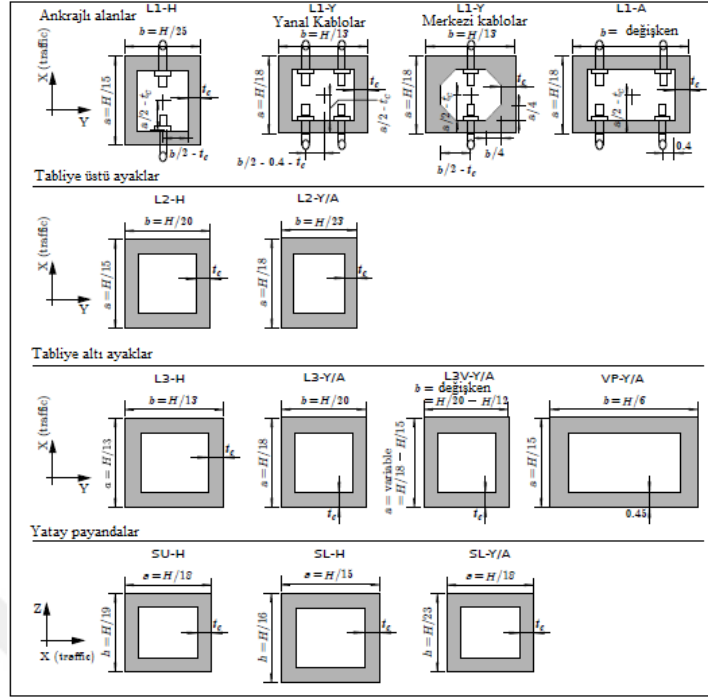
Burada T_{θ} köprünün birincil burulma periyodunu, m_d tabliye kütleini (m), r tabliye dönme yarıçapını, L_{tor} mesnetler arası tabliyenin etkili burulma mesafesini (m), G tabliye kayma modülünü, J_d tabliye enkesit burulma sabitini ifade etmektedir ve $\Pi_{\theta 2}$ boyutsuz parametresi Denklem 1.61’de belirtilen eşitlik ile hesaplanmaktadır [33].

$$\Pi_{\theta 2} = \frac{r^2 K_{ct,\theta} L_{tor}}{GJ_d B^2} \quad (1.61)$$

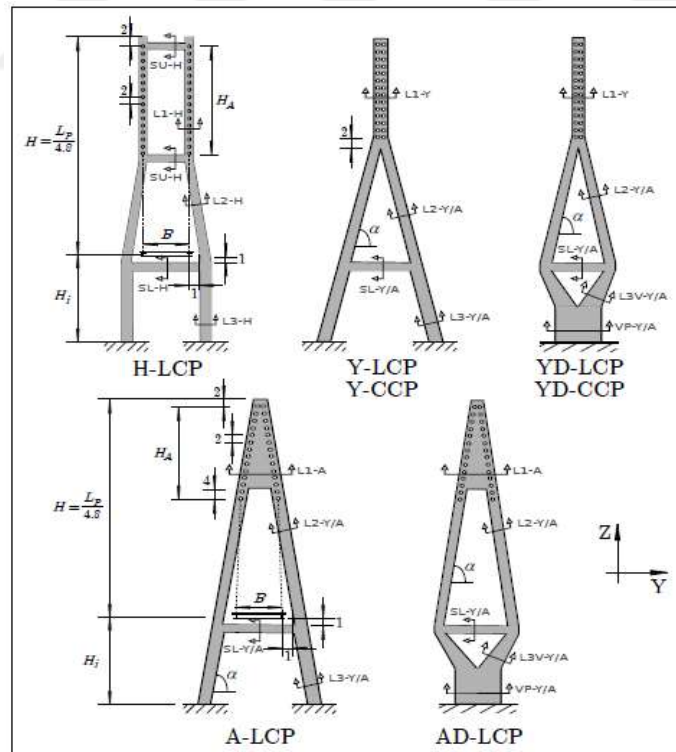
Bu bağıntıdaki ifadeler Denklem 1.60’da belirtilen parametreler olup kulenin burulma yay rijitliği $K_{ct,\theta}$ Denklem 1.62 ile hesaplanmaktadır.

$$K_{ct,\theta} = \frac{1}{\frac{A_1}{\frac{B^2}{2} K_{c,z}} + \frac{A_2}{\frac{B^2}{2} K_{tr,z}}} \quad (1.62)$$

Burada B tabliye genişliğini ifade etmekte olup $K_{c,z}$ ve $K_{tr,z}$ parametreleri Denklem 1.58 ve Denklem 1.59’da belirtilen bağıntılarla hesaplanmaktadır. A_1 ve A_2 parametreleri ise yine Şekil 1.7’de gösterildiği üzere kule tiplerine bağlı olarak Tablo 1.4’de belirtilen değerleri almaktadır [33].



Şekil 1.6. Kule ayağının ve yatay payandaların enkesitleri [33].



Şekil 1.7. Çalışmada dikkate alınan kule tipleri [33].

Tablo 1.4. Kule tiplerine göre değişen parametreler [33].

	H-LCP	Y-LCP	YD-LCP	A-LCP	AD-LCP	Y-CCP	YD-CCP
m_y	309	1177	76	2108	205	1177	76
b_y	0	-573	-23	-1687	-154	-573	-23
A_1	1	2.2	2.2	2.1	2.1		
A_2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0		

1.4.5. Çeşitli Ülkelerin Sismik Kodlarında Önerilen Doğal Periyot Formülleri

Eurocode 8-2013 yönetmeliğinde, bina hakim titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.63’de belirtilen ampirik bağıntı önerilmiştir [39,45].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.63)$$

Burada H temelden yada rijit bodrumdan itibaren bina yüksekliğini (m), C_t taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayıyı ifade etmektedir ve çelik çerçevelerde 0.085, betonarme çerçevelerde ve eksantrik çaprazlı çelik çerçevelerde 0.075, diğer tüm binalarda ise 0.05 değerini almaktadır. Bu eşitlik yüksekliği 40 m’ye kadar olan binalar için geçerlidir. Ayrıca hesaplanan periyotların maksimum değerleri, RTA’ya göre 1.2 katsayısının çarpımıyla sınırlandırılmıştır [36]. Tamamen betonarme veya kargir perdelerden oluşan binalarda, C_t katsayısı Denklem 1.64’de belirtilen eşitlik ile hesaplanmaktadır [39,45].

$$C_t = \frac{0.075}{\sqrt{A_c}} \quad (1.64)$$

Burada A_i bina eşdeğer alanını ifade etmektedir ve Denklem 1.65 ile hesaplanmaktadır [39,45].

$$A_c = \sum A_i \times \left[0.2 + \left(\frac{l_i}{H} \right)^2 \right] \quad (1.65)$$

Burada l_i hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m), H temelden yada rijit bodrumdan itibaren bina yüksekliğini (m), A_i i'inci perdenin kesme alanını ifade etmektedir ve $l_i/H \leq 0.98$ koşulunu sağlamak zorundadır [39,45].

Eurocode EN 1998/1-2004 yönetmeliğinde, önceden ifade edilmiş olan bağıntılara ek olarak Denklem 1.66'da belirtilen formül yardımıyla da doğal titreşim periyodu hesabı yapılabilmektedir [39].

$$T_1 = 2\sqrt{d} \quad (1.66)$$

Burada T_1 doğal titreşim periyodunu, d uygulanan yatay kuvvet doğrultusunda bina en üst düğüm noktasındaki deplasman değerini (m) ifade etmektedir [39].

Amerika'nın *ATC-3/06 (Applied Technology Council)* yönetmeliğinde, yaklaşık 30 yıllık bir süre ile betonarme binaların doğal periyodunun belirlenmesinde kullanılan formül, Denklem 1.67'de belirtildiği şekildedir [38].

$$T = C_t H^{3/4} \quad (1.67)$$

Burada T doğal periyodu, C_t bina türüne göre değişen katsayıyı, H bina yüksekliğini ifade etmektedir. C_t katsayısı Gates ve Foth [38] tarafından, 1971 yılında meydana gelen San Fernando Depremi döneminde, betonarme çerçeve ve çaprazlı çelik çerçeve tipi binalar için 0.025 (0.073/m) olarak önerilmiştir. Çelik çerçeve tipi binalarda 0.085 (m), diğer tip binalarda ise 0.049 (m) olarak belirtilmiştir [10,19]. Sadece perdelerden oluşan bina türleri için C_t katsayısı Denklem 1.68'de belirtilen bağıntı ile elde edilmektedir.

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_c}} \quad (1.68)$$

Burada A_c eşdeğer perde alanını ifade etmekte ve Denklem 1.69'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [38].

$$A_c = \sum_{i=1}^{NW} A_i \left[0.2 + \left(\frac{D_i}{H} \right)^2 \right], \frac{D_i}{H} \leq 0.9 \text{ (feet(ft))} \quad (1.69)$$

Burada A_i i'inci perde alanını, D_i i'inci perdenin hesap doğrultusundaki uzunluğunu, H bina yüksekliğini (ft) ifade etmektedir. Aynı yönetmelikte, sadece perdelerden oluşan binaların titreşim periyodunun hesabı için önerilen bir diğer formül Denklem 1.70'de gösterilmiştir.

$$T = \frac{C_t H}{\sqrt{D}} \quad (1.70)$$

Burada H bina yüksekliğini (m), D hesap doğrultusundaki bina uzunluğunu (m) ifade etmektedir ve C_t katsayısı da 0.09 (0.05/ft) olarak dikkate alınmıştır [38].

SEAOC-88 (Structural Engineers Association of Northern California) ve *SEAOC-96* yönetmeliklerinde, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.71'deki bağıntı önerilmiştir [38].

$$T = C_t H^{3/4} \quad (1.71)$$

Burada H bina yüksekliğini ifade etmekte ve C_t katsayısı betonarme çerçeveli binalar için 0.03 (ft) değerini almaktadır. Gates ve Foth [38] daha sonra yaptıkları çalışmalar neticesinde 0.03 katsayısının çok güvenilir olmadığını öne sürmüş ve 0.04 (0.097/m) katsayısını önermişlerdir. Ardından Bartero vd. [38] 0.035 (0.085/m) katsayısını önermişlerdir.

SEAOC-96 yönetmeliğinde, sadece perdelerden oluşan binalarda C_t katsayısı belirtildiği şekilde Denklem 1.72' deki gibi hesaplanmaktadır [38].

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_c}} \quad (1.72)$$

Burada A_i eşdeğer perde alanını ifade etmekte ve Denklem 1.73'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [38].

$$A_c = \sum_{i=1}^{NW} A_i \left[0.2 + \left(\frac{D_i}{H} \right)^2 \right], \frac{D_i}{H} \leq 0.9 \text{ (ft)} \quad (1.73)$$

Burada A_i i'inci perde enkesit alanını, D_i i'inci perdenin hesap doğrultusundaki uzunluğunu, H bina yüksekliğini (ft) ifade etmektedir. Ayrıca Denklem 1.72'deki 0.1 sayısı, uzunluk birimi olarak feet yerine metre kullanıldığında 0.075 olarak alınmaktadır [38].

Amerika'daki *UBC-85* yönetmeliğinde, betonarme ve çelik çerçeve, kat yüksekliği 3 m'yi aşmayan ve en fazla 12 katlı olan binalarda doğal periyot hesabı için önerilen formül Denklem 1.74'de belirtildiği şekildedir [7,5].

$$T_a = 0.1N \quad (1.74)$$

Burada T_a doğal periyodu, N kat sayısını ifade etmektedir.

UBC-91, *UBC-94* ve *UBC-97* yönetmeliklerinde, betonarme çerçeve türü binaların doğal periyodunun hesabı için Denklem 1.75'deki bağıntı önerilmiştir [38,40].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.75)$$

Burada T_1 bina doğal titreşim periyodunu, H temelden yada rijit bodrumdan itibaren bina yüksekliğini, C_t katsayısı betonarme çerçeve türü binalar için 0.03 (ft) (0.075/m) değerini almaktadır. Ayrıca betonarme perdeli çerçeve türü binalar için 0.02 (0.049/m) değerini almakta ve RTA'ya göre önerilen bu formülde, 1.4 katsayısının çarpımıyla maksimum periyot değerleri sınırlandırılmaktadır [36]. Yine *UBC-97*'de C_t katsayısı, çelik çerçevelerde 0.035 (0.0853/m), eksantrik çaprazlı çelik çerçevelerde 0.030 (0.0731/m) ve diğer tüm binalarda 0.02 (0.0488/m) değerini almaktadır [9].

UBC-97 yönetmeliğinde, sadece perdelerden oluşan binalarda C_t katsayısı belirtildiği üzere Denklem 1.76'daki gibi hesaplanmaktadır [38].

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_c}} \quad (1.76)$$

Burada A_c eşdeğer perde alanını ifade etmekte ve Denklem 1.77'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır [38].

$$A_c = \sum_{i=1}^{NW} A_i \left[0.2 + \left(\frac{D_i}{H} \right)^2 \right], \frac{D_i}{H} \leq 0.9 \text{ (ft)} \quad (1.77)$$

Burada A_i i'inci perde enkesit alanını, D_i i'inci perdenin hesap doğrultusundaki uzunluğunu, H bina yüksekliğini (ft) ifade etmektedir. Ayrıca Denklem 1.76'daki 0.1 sayısı, uzunluk birimi olarak feet yerine metre kullanıldığında 0.075 olarak alınmaktadır [38].

UBC-97 yönetmeliğinde, betonarme perdeli binaların titreşim periyodunun hesabı için ayrıca Denklem 1.78'deki bağıntı önerilmiştir [38].

$$T = \frac{C_t H}{\sqrt{D}} \quad (1.78)$$

Burada T doğal periyodu, H bina yüksekliğini (m), D hesap doğrultusundaki bina uzunluğunu (m) ifade etmektedir ve C_t katsayısı 0.05 (0.02/ft) şeklinde belirtilmiştir [38].

Amerika'da kullanılan *ASCE-7/02 (American Society of Civil Engineers)*, *ASCE-7/05*, *ASCE-7/10* ve *ASCE-7/16* yönetmeliklerinde, bina doğal periyodunun hesabı için Rayleigh Formülü ve bazı yaklaşık bağıntılar önerilmiştir [47].

ASCE-7/05 yönetmeliğine sonradan Goel ve Chopra'nın çalışmalarından dahil edilen ve Denklem 1.79'da belirtilen bağıntı yardımı ile perdeli binaların titreşim periyodu hesabının yapılabileceği belirtilmiştir [37].

$$T = \frac{0.0019}{\sqrt{C_w}} H \quad (1.79)$$

Burada T titreşim periyodunu, H toplam bina yüksekliğini (m), C_w eşdeğer alanı ifade etmektedir ve Denklem 1.80'de belirtilen bağıntı ile hesaplanmaktadır [37].

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_1^{NW} \left[\frac{A_i}{1 + 0.83 \left(\frac{h_i}{D_i} \right)^2} \right] \quad (1.80)$$

Burada A_B bina kat alanını, A_i i'inci perde enkesit alanını, h_i bina yüksekliğini (m), D_i hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m) ifade etmektedir [37].

ASCE-7/10 yönetmeliğinde bina doğal periyodu Denklem 1.81'de belirtilen yaklaşık formülle hesaplanmaktadır [39,47].

$$T_1 = C_t h_n^x \quad (1.81)$$

Burada T_1 bina doğal periyodunu, h_n bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Çelik çerçevelerde $C_t = 0.028$ (0.0724/m), $x = 0.8$, betonarme çerçevelerde $C_t = 0.016$ (0.0466/m), $x = 0.9$, çaprazlı çelik çerçevelerde $C_t = 0.03$ (0.0731/m), $x = 0.75$, diğer tip binalarda $C_t = 0.02$ (0.0488/m), $x = 0.75$ değerini almaktadır [39].

ASCE-7/10 yönetmeliğinde, betonarme veya kargir perdeli binaların doğal titreşim periyodunun hesabı ise Denklem 1.82'de ifade edilen eşitlikle yapılmaktadır [39].

$$T_a = \frac{0.0019}{\sqrt{C_w}} h_n \quad (1.82)$$

Burada T_a bina doğal titreşim periyodunu, h_n bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. C_w katsayısı ise Denklem 1.83'de belirtilen formülle hesaplanmaktadır [39].

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i} \right)^2 \frac{A_i}{\left[1 + 0.83 \left(\frac{h_n}{D_i} \right)^2 \right]} \quad (1.83)$$

Burada A_B bina temel alanını, A_i i'inci perde alanını, D_i i'inci perde uzunluğunu (m), h_i i'inci perde yüksekliğini (m), h_n bina yüksekliğini (m), x perde sayısını ifade etmektedir [39].

Yine ASCE-7/10 yönetmeliğinde, kat yüksekliği 3 m'yi ve kat sayısı 12'yi geçmeyen binalarda doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.84'deki eşitlik önerilmiştir [39].

$$T_a = 0.1N \quad (1.84)$$

Burada T_a doğal titreşim periyodunu, N kat sayısını ifade etmektedir.

IBC-2009 yönetmeliğinde bina doğal periyodu Denklem 1.85'de belirtilen yaklaşık formülle hesaplanmaktadır [39,47].

$$T_1 = C_t h_n^x \quad (1.85)$$

Burada T_1 doğal periyodu, h_n bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Çelik çerçevelerde $C_t = 0.028$ (0.0724/ m), $x = 0.8$, betonarme çerçevelerde $C_t = 0.016$ (0.0466/ m), $x = 0.9$, çelik çaprazlı çerçevelerde $C_t = 0.03$ (0.0731/m), $x = 0.75$, diğer tip binalarda $C_t = 0.02$ (0.0488/m), $x = 0.75$ değerini almaktadır [39].

IBC-2015 yönetmeliğinde, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için realistik zaman yaklaşımına göre önerilen bağıntı Denklem 1.86'de belirtilmiştir.

$${}^R T = C_u C_t^w H^{0.75} \quad (1.86)$$

Burada ${}^R T$ RTA'ya göre doğal periyodu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir ve betonarme perdeli binalar için C_t^w katsayısı 0.049, C_u katsayısı 1.6 değerini almaktadır [36].

NEHRP-94 (National Earthquake Hazards Reduction Program) yönetmeliğinde 1978'den itibaren, betonarme çerçevelerin doğal periyodunun belirlenebilmesi için Denklem 1.87'de ifade edilen bağıntı önerilmiştir [38].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.87)$$

Burada T_1 bina hakim doğal periyodunu, H bina yüksekliğini (m), C_t katsayısı betonarme çerçeve türü binalar için 0.03 (ft) (0.073/m), çelik çerçeveler için 0.085, betonarme perdeli çerçeveler ve merkezi çaprazlı çelik çerçeveler için 0.049, eksantrik çaprazlı çelik çerçeveler için 0.073 değerini almaktadır. Farklı yöntemlerden hesaplanan bina periyotlarına, *NEHRP-2000*'de bu katsayılar ek olarak düşük sismik bölgeler için 1.7, yüksek sismik bölgeler için 1.4 katsayısıyla sınırlama getirilmiştir [24].

NEHRP-95 yönetmeliğinde, çaprazlı çelik çerçevelerin titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.88'deki bağıntı önerilmiştir.

$$T = 0.09 \frac{h_n}{\sqrt{D_s}} \quad (1.88)$$

Burada T titreşim periyodunu, bina h_n yüksekliğini (m), D_s hesap doğrultusunda çaprazlı çerçeve uzunluğunu (m) ifade etmektedir [24].

Mısır'ın *Egyptian Code (1988)* yönetmeliği de kargir dolgu duvarlı betonarme çerçevesel binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.89'da belirtilen bağıntıyı önermiştir [13].

$$T = 0.09 \frac{H}{\sqrt{d}} \quad (1.89)$$

Burada T doğal periyodu, H bina yüksekliğini (m), d hesap yapılan doğrultudaki yapı uzunluğunu (m) ifade etmektedir. Bu bağıntı aynı zamanda Crowley ve Pinho'nun [13] çalışmalarında da önerilmektedir.

Mısır'a ait *ECL-2012* yönetmeliğinde, betonarme perdeli binaların periyot hesabı için Denklem 1.90'daki bağıntı önerilmiştir [36].

$${}^s T = 0.05 H^{3/4} \quad 1.90$$

Burada ${}^s T$ perdeli binanın doğal periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmekte ve basitleştirilmiş zaman yaklaşımına göre maksimum periyot değerleri 1.2 katsayısının çarpımıyla sınırlandırılmıştır [36].

Algeria-88, Cuba-94, El Salvador-89, Israel-95, Korea-88, Panama-94 ve *Philippines-92* yönetmeliklerinde de bina doğal periyodunun hesabı için Denklem 1.91'deki bağıntı önerilmiştir [37].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.91)$$

Burada H bina yüksekliğini (m), C_t katsayısı betonarme çerçeve türü binalar için 0.075 (m) değerini almaktadır.

Bangladeş'in *BNBC (Bangladesh National Building Code)* yönetmeliğinde betonarme çerçevelerin titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.92'deki bağıntı önerilmiştir [40].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.92)$$

Burada T_1 bina titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m), C_t katsayısı betonarme çerçeve türü binalar için 0.03 (ft) değerini almaktadır.

Avustralya'daki *AS 1170.4-2007 (Australian Standards)* yönetmeliğinde, bina doğal periyodunun üst sınırının hesabı için kullanılan bağıntı Denklem 1.93'de gösterilmiştir [39].

$$T_1 = 1.25k_t h_n^{0.75} \quad (1.93)$$

Burada T_1 bina doğal periyodunu, h_n bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. k_t taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı olup moment aktaran ankastre çerçevelerde 0.11, betonarme çerçevelerde 0.075, eksantrik çaprazlı çelik çerçevelerde 0.06, ve diğer tüm binalarda 0.05 değerini almaktadır [39].

Yine Avustralya'da kullanılan *SAA-1979 (Standards Association of Australia)* yönetmeliğinde, betonarme çerçeveli binaların titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.94'deki eşitlik önerilmiştir [40].

$$T = 0.1n \quad (1.94)$$

Burada T bina periyodunu, n bina kat sayısını ifade etmektedir.

Kanada'ya ait *NBCC-2005/NRC-2005 (National Building Code of Canada/National Research Council of Canada)* yönetmeliğinde geçerli olan titreşim periyodu formülleri Denklem 1.95 ve Denklem 1.96'da ifade edildiği şekildedir [39,45].

$$T = 0.1N \quad (1.95)$$

Burada T periyodu, N kat sayısını ifade etmektedir [39,45].

$$T = \lambda h_n^{3/4} \quad (1.96)$$

Burada T bina doğal periyodunu, h_n bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir ve λ katsayısı taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayı olup çelik çerçevelerde 0.085, betonarme çerçevelerde 0.075, çaprazlı çerçevelerde 0.025, perdeli ve diğer tip tüm binalarda 0.05 değerini almaktadır [39,47]. Bu yönetmeliğe göre eğer dinamik analiz kullanılacaksa doğal titreşim periyodunun değeri, çerçeve türü binalar için ampirik bağıntıdan elde edilen değer 1.5 katından daha fazla olmayacaktır. Titreşim periyodu, çaprazlı veya perdeli tip binalar için de ampirik bağıntıdan elde edilen değer 2 katından daha fazla olmayacaktır [39].

Tayvan'ın 2005'deki yönetmeliğinde, bina titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.97' deki bağıntı önerilmiştir.

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.97)$$

Burada T_1 bina hakim titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m), C_t taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayıyı ifade etmektedir ve çelik çerçevelerde 0.085, betonarme çerçeveler, betonarme perdeli çerçeveler ve eksantrik çelik çaprazlı binalarda 0.07, diğer tüm binalarda 0.05 değerini almaktadır. Ayrıca dinamik analizden elde edilen periyot değeri, yaklaşık doğal periyot değerinin 1.4 katından daha fazla olmamalıdır [39].

Venezuela'ya ait *Venezuelan Code (1988)* yönetmeliği de kargir dolgu duvarlı betonarme çerçeve binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.98'de belirtilen bağıntıyı önermiştir [13].

$$T = 0.09 \frac{H}{\sqrt{d}} \quad (1.98)$$

Burada T bina periyodunu, H bina yüksekliğini (m), d hesap yapılan doğrultudaki yapı uzunluğunu (m) ifade etmektedir. Bu bağıntı aynı zamanda Crowley ve Pinho'nun [13] çalışmalarında da önerilmektedir.

Hindistan'ın *IS 1893/I-2002* yönetmeliğinde, doğal titreşim periyodunun tespiti için Denklem 1.99'da belirtilen bağıntı önerilmiştir [39].

$$T_a = C_t h^{3/4} \quad (1.99)$$

Burada T_a hakim titreşim periyodunu, h bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. C_t katsayısı çelik çerçevelerde 0.085 (m), betonarme çerçevelerde de 0.075 (m) değerini almaktadır. Aynı yönetmelikteki diğer bir bağıntı ise Denklem 1.100'de belirtildiği şekildedir[39].

$$T_a = \frac{0.09h}{\sqrt{d}} \quad (1.100)$$

Burada T_a hakim doğal periyodu, h perdeli bodrum kat hariç toplam bina yüksekliğini (m), d hesap yapılan doğrultudaki bina uzunluğunu (m) ifade etmektedir [39,45].

Peru E.030-2007 yönetmeliği, 1974 yılındaki Lima Depremi'nin ardından doğal periyot hesabı için Denklem 1.101'de belirtilen eşitliği önermiştir [41].

$$T_0 = \frac{H}{C_H} \quad (1.101)$$

Burada T_0 bina doğal periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. C_H betonarme çerçeveler için 35, yalnızca merdiven veya asansör perdelerinin bulunduğu çerçevelerde 45, betonarme perdeli binalarda 60 değerini almaktadır. Yine aynı yönetmelikte alternatif bir bağıntı olarak Denklem 1.102'deki eşitlik önerilmiştir [41].

$$T = \frac{N}{C_N} \quad (1.102)$$

Burada T bina doğal periyodunu, N katsayısını ifade etmektedir. C_N betonarme çerçevelerde 12, merdiven veya asansör perdeli çerçevelerde 15, betonarme perdeli binalarda ise 20 değerini almaktadır.

Cezayir'de kullanılan *Algerian Code RPA-88/1988 (Regles Parasismiques Algeriennes)* yönetmeliğinde, Housner ve Brady [41] betonarme perdeli binaların birincil doğal periyot hesapları için Denklem 1.103'de belirtilen bağıntıyı önermişlerdir.

$$T = \frac{C_t H}{\sqrt{L}} \quad (1.103)$$

Burada T bina birincil periyodunu, H bina yüksekliğini, L hesap doğrultusundaki bina uzunluğunu ifade etmektedir ve C_t katsayısı 0.09 değerini almaktadır. Yine aynı yönetmelikte, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için kullanılan başka bir eşitlikte Denklem 1.104'de gösterildiği gibidir [41].

$$T = C_t h_N^{3/4} \quad (1.104)$$

Burada T doğal titreşim periyodunu, h_N bina yüksekliğini ifade etmekte olup, C_t katsayısı perdeli binalar için 0.05 değerini almaktadır [9]. Hesaplarda her iki denklemden elde edilen sonuçlardan, küçük olan periyot değeri dikkate alınmaktadır [41].

Fransa'nın *The French Seismic Code AFPS-90/1990 (Association Française de Génie Parasismique)* yönetmeliğinde, kargir dolgu duvarlı betonarme çerçeve binaların doğal titreşim periyodunun tahmini için Denklem 1.105 ve Denklem 1.106'da elde edilen değerlerden küçük olanının dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

$$T = 0.09 \frac{H}{\sqrt{d}} \quad (1.105)$$

$$T = 0.06 \frac{h}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{h}{2d+h}} \quad (1.106)$$

Burada T bina titreşim periyodunu, h bina yüksekliğini (m), d hesap doğrultusundaki yapı uzunluğunu (m) ifade etmektedir [13].

Fransa'nın *AFPS-1990 (Association Française du Génie Parasismique)* yönetmeliğinde, betonarme perdeli binaların doğal periyodunun hesabı için Denklem 1.107'deki bağıntı önerilmiştir [41].

$$T = \frac{0.08H^{15}}{\sqrt{H+L} \times \sqrt{L}} \quad (1.107)$$

Burada T doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m), L hesap doğrultusundaki bina uzunluğunu, ifade etmektedir [41].

İsviçre'deki *Swiss Code SIA-2003 (Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein)* yönetmeliği genel olarak betonarme binaların hakim titreşim periyodunun hesabı için

Denklem 1.108’de belirtilen bağıntıyı önermiştir. Yine Lagomarsino ve Giovinazzi [41] ise genel olarak betonarme binaların doğal periyodunun tahmini için Denklem 1.109’da belirtilen bağıntıyı önermişlerdir.

$$T = 0.052H^{0.75} \quad (1.108)$$

$$T = 0.065H^{0.9} \quad (1.109)$$

Burada T bina periyodunu, H metre cinsinden bina yüksekliğini ifade etmektedir.

Japonya’nın *BSLJ-2011 (Building Standard Law of Japan)* yönetmeliğinde, yine genel olarak betonarme binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.110’da belirtilen bağıntı kullanılmıştır [41].

$$T = \frac{N}{C_N} \quad (1.110)$$

Burada T bina doğal salınım periyodunu, N kat sayısını ifade etmektedir. C_N katsayısı da 12 değerini almaktadır [41].

Japonya’nın 2001 yılındaki yönetmeliğinde doğal titreşim periyodu bağıntısı ise Denklem 1.111’de belirtildiği şekildedir [39].

$$T = h(0.02 + 0.01\alpha) \quad (1.111)$$

Burada T hakim titreşim periyodunu, h bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Bağıntıdaki α katsayısı ise kolon ve kirişlerin ağırlıklı olarak ahşap ve çelikten oluştuğu zemin kat hariç toplam kat yüksekliğinin, toplam bina yüksekliğine oranını ifade etmektedir [39].

Yine Japonya’nın *AIJ (The Architectural Institute of Japan)* yönetmeliğinde bina doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.112’deki eşitlik önerilmiştir [47].

$$T = 0.02H \quad (1.112)$$

Burada T bina doğal titreşim periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir [47].

Ayrıca *İran Yönetmeliği*'de, *UBC-97*'de olduğu gibi bina doğal titreşim periyodunun hesabı için Rayleigh Formülü'nü önerirken dolgu duvarların moment aktaran çerçevelere bağlanma durumuna göre de Denklem 1.113'deki bağıntıyı önermiştir [48].

$$T = C_t H^{3/4} \quad (1.113)$$

Burada T bina hakim periyodunu, H bina yüksekliğini ifade etmektedir. C_t katsayısı dolgu duvarlar çerçeveye bitişik değilse 0.07, eğer duvarlar çerçeveye bitişik ise bu katsayının %80'ini, diğer tüm bina türleri için ise 0.05 değerini almaktadır [48].

Ürdün'de de ilk olarak *ATC-3/06* yönetmeliğinde belirtilen, *Eurocode 8* ve *UBC-97* gibi yönetmeliklerde de bina doğal titreşim periyodu için önerilmiş olan Denklem 1.114'deki ampirik bağıntı kullanılmaktadır [13].

$$T_1 = C_t H^{3/4} \quad (1.114)$$

Burada T_1 bina hakim doğal periyodunu, H bina yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Ürdün'de kullanılan *JNBC-2005 (The Jordanian National Building Code)* yönetmeliğinde, C_t katsayısı betonarme çerçeveler için 0.04 (m) olarak belirtilmiştir [13].

Yeni Zelanda'ya ait *NZSEE-2006 (New Zealand Society for Earthquake Engineering)* adlı yönetmelikte, C_t katsayısı betonarme çerçeveler için 0.09 (m), çelik binalar için 0.14 (m), diğer tip tüm binalar için 0.06 (m) olarak önerilmiştir [13].

İsrail'in *Israeli Seismic Code SI/413-1994 (Standards of Israeli)* yönetmeliğinde, C_t katsayısı betonarme binalar için 0.073 (m), çelik binalar için 0.085 (m) ve diğer tür binalar için 0.049 (m) olarak belirtilmiştir [13].

Kostarika'nın *Costa Rican Code (1986)* yönetmeliğinde, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.115'de belirtilen bağıntı önerilmiştir.

$$T = 0.08N \quad (1.115)$$

Burada T bina doğal titreşim periyodunu, N kat sayısını ifade etmektedir [13].

Yunanistan'a ait *Greek Seismic Code EAK-2003 (Ellinico/Hellinico Seismiko Kodika)* adlı yönetmelikte, betonarme binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için perde etkisini de dikkate alan Denklem 1.116'daki bağıntı önerilmiştir [13].

$$T = 0.09 \frac{H}{\sqrt{L}} \sqrt{\frac{H}{H + \rho L}} \quad (1.116)$$

Burada T bina doğal periyodunu, H bina yüksekliğini (m), L hesap yapılan doğrultudaki yapı uzunluğunu, ρ hesap doğrultusundaki perde alanının toplam perde ve kolon alanına oranını ifade etmektedir [13].

Portekiz'de kullanılan *RSA-1983 (Portuguese Code)* yönetmeliğinde bina hakim titreşim periyodu formülü Denklem 1.117'de gösterildiği şekildedir.

$$T = (0.06 \sim 0.1)N \quad (1.117)$$

Burada T bina periyodunu, N kat sayısını ifade etmektedir [46].

Betonarme binaların doğal titreşim periyodunun hesabında, değişken olarak sadece kat sayısının dikkate alındığı farklı ampirik formüllerde mevcuttur. Bunlardan Hindistan ve Bangladeş'de kullanılan formül Denklem 1.118'de, Kanada'da kullanılan formül ise Denklem 1.119'da belirtilmiştir [38].

$$T = 0.1N \quad (1.118)$$

$$T = 0.1(N - 1) \quad (1.119)$$

Burada T bina periyodunu, N katsayısını ifade etmektedir. [38].

1.5. Türkiye Yönetmeliklerinde Hakim Doğal Hakim Titreşim Periyodu Formülleri

Ülkemizde de depreme dayanıklı yapı tasarımı için farklı yıllarda yayımlanmış olan yönetmelikler mevcuttur. Bunlar 1940 ve 2018 yılları arasında yayımlanan talimatnameleri

de içeren yönetmeliklerden oluşmaktadır. Muhtevası incelendiğinde 1968 yılı ve öncesinde, ek olarak 1989 yılında 2. baskı olarak çıkarılan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’de bina doğal titreşim periyodu için Denklem 1.120’de belirtilen formül önerilmiştir [43].

$$T = \frac{0.1 \times N}{K} \quad (1.120)$$

Burada T bina doğal titreşim periyodunu, N temel üst kotundan itibaren kat sayısını, K yapı cinsi katsayısını ifade etmektedir. Yine 1990 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik adıyla yayımlanan ve 1975 yılına ait yönetmelikle karşılaştırmalı olan taslakta, bina doğal periyodunun hesabı Denklem 1.121’de gösterilen bağıntı ile yapılmaktadır.

$$T = \frac{R \times N}{100} \quad (1.121)$$

Burada T bina doğal periyodunu, R yapı davranış katsayısını, N temel üst kotundan itibaren kat sayısını ifade etmektedir [43].

1.5.1. 1968 Yılı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

İmar ve İskan Bakanlığı tarafınca 19/01/1968 tarih ve 12801 sayılı resmi gazetede yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’de, deneysel veya güvenilir teknik verilere göre hesabı yapılmadıkça bir binanın temel periyodu Denklem 1.122’de belirtilen ampirik formülle hesaplanmaktadır.

$$T = \frac{0.09 \times H}{\sqrt{D}} \quad (1.122)$$

Burada T temel (hakim) bina periyodunu (s), H binanın temel tabanından olan yüksekliğini (m), D binaya etkiyen yanal kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultudaki bina genişliğini (m), ifade etmektedir [49].

1.5.2. 1975 Yılı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 09/06/1975 tarih ve 15260 sayılı resmi gazetede yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’de, 1968 yılı yönetmeliğinde bina temel periyodu için önerilen ampirik formülün aynısı Denklem 1.123’de ve ayrıca bina doğal periyodu için farklı bir alternatif ampirik formül kullanımı da Denklem 1.124’de gösterildiği şekilde önerilmiştir.

$$T = \frac{0.09 \times H}{\sqrt{D}} \quad (1.123)$$

Burada T bina doğal periyodu (s), H binanın temel üst kotundan itibaren yüksekliğini (m), D binaya etkileyen yanal kuvvetlerin doğrultusuna paralel doğrultudaki bina genişliğini (m), ifade etmektedir.

$$T = (0.07 \sim 0.1) \times N \quad (1.124)$$

Burada T bina temel (doğal) periyodunu (s), N bina temel düzeyi üstündeki kat sayısını ifade etmektedir. Yönetmeliğe göre güvenilir varsayımlara dayanan deneysel veya teorik kurallara göre hesabı yapılmadıkça spektrum katsayısı (S) hesabında kullanılacak bina doğal periyodu bu formüllerle hesaplanmaktadır. Yine yönetmeliğe göre bu formüllerden hesaplanan periyotlardan elverişsiz olanı dikkate alınmaktadır. Ayrıca bu yönetmeliğe göre geniş açıklıklı endüstriyel yapılar, temel üst kotundan itibaren 35 m’yi aşan yapılar ve baca ve kule gibi yüksek hazne türü yapılar için yukarıda belirtilen yaklaşık doğal periyot formülleri kullanılmamalıdır. Bu tür yapılarda zemin ve yapı özelliklerinin dikkate alındığı güvenilir bir dinamik yöntemle doğal periyot hesaplanmalıdır [50].

1.5.3. 1997 Yılı Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

Yine Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 02/09/1997 tarih ve 23098 sayılı resmi gazetede yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’de, dünya çapında birçok ülke yönetmeliği tarafından önerilen ve uluslararası kodlarda yaygın olarak kullanılan aşağıdaki ampirik formüller önerilmiştir. Yönetmeliğe göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin uygulandığı tüm binalarda, birinci doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.125’de belirtilen formül kullanılabilir gibi birinci ve ikinci deprem bölgelerinde $H_N \leq 25$ m şartını sağlayan ve üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerindeki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin uygulandığı tüm binalarda, birinci doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 1.126’de belirtilen formül kullanılabilir. Yine yönetmeliğe göre 1. ve 2. Deprem bölgelerinde $H_N > 25$ m ise Denklem 1.125’de belirtilen formülün kullanılması zorunludur.

$$T_1 = 2 \times \pi \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_i \times d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.125)$$

Yönetmeliğe göre yukarıda belirtilen koşullar göz önüne alınarak bina birinci doğal titreşim periyodu Denklem 1.125 ile hesaplanmaktadır. Burada T_1 birinci doğal titreşim periyodunu, m_i i’inci kat kütesini (t), d_{fi} fiktif yükleme noktasında yük doğrultusundaki deplasmanı (m), F_i ilgili yönetmelikteki ($V_t - \Delta F_N$) ifadesinin yerine yazılacak herhangi bir kuvvetle bulunan ve i’inci kata etkiyen fiktif yükü ifade etmektedir. Denklem 1.126’ya göre hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu $T_{1A} > 1$ olması durumunda, Denklem 1.125 ile hesaplanan doğal periyot olan T_1 ’in maksimum değeri, T_{1A} ’nın 1.30 katından fazla olmayacaktır.

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (1.126)$$

Burada T_{1A} bina birinci doğal titreşim periyodunu, H_N temel üst kotundan itibaren bina yüksekliğini (m), C_t taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayıyı ifade etmektedir. Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda C_t değerinin Denklem 1.127 ile hesaplanması gerekmektedir.

$$C_t = \frac{0.075}{\sqrt{A_t}} \leq 0.05 \quad (1.127)$$

Burada A_t bina eşdeğer alanını ifade etmektedir. A_t değeri Denklem 1.128 ile hesaplanmaktadır ve eşitlikte $l_{wj}/H_N \leq 0.9$ koşulunu sağlamak zorundadır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} \times \left[0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \quad (1.128)$$

Burada l_{wj} hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m), H_N temel üst kotundan itibaren bina yüksekliğini (m), A_{wj} j'inci perdenin kesme alanını ifade etmektedir. C_t katsayısı, taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dış merkez çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan binalarda 0.07, taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda 0.08, diğer tüm yapı türlerinde ise 0.05 değerini almaktadır [51].

1.5.4. 2007 Yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 06/03/2007 tarih ve 26454 sayı ile yayımlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda, deprem yönündeki bina hakim doğal periyodu Denklem 1.129 ile hesaplanmaktadır.

$$T_1 = 2 \times \pi \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_i \times d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.129)$$

Burada T_1 bina hakim doğal periyodunu, m_i i'inci kat kütlesini (t), d_{fi} fiktif yükleme noktasında yük doğrultusundaki deplasmanı (m), F_i ilgili yönetmelikteki ($V_t - \Delta F_N$) ifadesinin yerine yazılacak herhangi bir kuvvetle bulunan ve i'inci kata etkileyen fiktif yükü ifade etmektedir. Ayrıca yönetmeliğe göre bu denklemden farklı olarak bodrum katlar hariç $N > 13$ olan binaların hakim doğal periyodu $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır [52].

1.5.5. 2018 Yılı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından 18/03/2018 tarih ve 30364 sayı ile yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda, deprem doğrultusu yani X doğrultusundaki hakim doğal titreşim periyodu Denklem 1.130 ile hesaplanmaktadır.

$$T_p^{(X)} = 2 \times \pi \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^{(X)2})}{\sum_{i=1}^N (F_i^{(X)} \times d_{fi}^{(X)})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.130)$$

Burada $T_p^{(X)}$ bina hakim doğal titreşim periyodunu (s), m_i i'inci kat kütlesini (t), $d_{fi}^{(X)}$ fiktif yükleme noktasında yük doğrultusundaki deplasmanı (m), $F_i^{(X)}$ yönetmelikteki ($V_t^{(X)} - \Delta F_N^{(X)}$) ifadesinin yerine yazılacak herhangi bir kuvvetle bulunan ve i'inci kata etkileyen fiktif yükü ifade etmektedir. Söz konusu Denklem 1.130 ile hesaplanan bina hakim doğal titreşim periyodu, Denklem 1.131'den elde edilen periyot değerlerinin 1.4 katını geçmeyecektir.

Ayrıca yönetmeliğe göre DTS = 1, 1a, 2, 2a olup da Bina Yükseklik Sınıfı 6'dan büyük olan binalarda ($BYS \geq 6$) ve DTS = 3, 3a, 4, 4a olan tüm binalarda, doğal periyot Denklem 1.130'a gerek kalmadan Denklem 1.131 ile hesaplanabilmektedir.

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (1.131)$$

Burada T_{pA} bina hakim doğal titreşim periyodunu, H_N bina toplam yüksekliği (m), C_t bina taşıyıcı sistem türüne göre değişen katsayıyı ifade etmektedir. Buna göre C_t , taşıyıcı sistemi

tamamen betonarme çerçevelerden oluşan binalarda 0.1, çelik veya çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan binalarda 0.08 ve diğer tüm binalarda 0.07 değerini almaktadır. Taşıyıcı sistemi tamamen perdelerden oluşan binalarda ise C_t değeri Denklem 1.132 ile hesaplanmaktadır.

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad (1.132)$$

Burada A_t bina eşdeğer alanını ifade etmektedir ve Denklem 1.133 ile hesaplanmaktadır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} \times \left[0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \leq \sum_j A_{wj} \quad (1.133)$$

Burada l_{wj} hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m), H_N temel üst kotundan itibaren bina yüksekliğini (m), A_{wj} binanın toplam kesme alanını ifade etmektedir [53].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yönetmeliklere 1960'lı yıllardan itibaren Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin dahil olması ile birlikte özellikle konut tipi ve ortalama 4-5 katlı binaların elle doğal titreşim periyotlarının hesaplanması önemli ve yaygın bir hale gelmiştir. Dünya çapında kullanılan sismik kodlarda önerilen ampirik formüller ve araştırmacıların çalışmalarında önerdiği yaklaşık bağıntılar, binaların doğal periyot hesabı için bugüne kadar pratik yöntemler kazandırmıştır. TBDY 2018'de bina hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ampirik bağıntılar da bunlardan bazılarıdır. Yapılan çalışma kapsamında 83'ü çerçevesi, 98'i perde-çerçeve karma taşıyıcı sistemli, 83'ü de sadece perde ihtiva eden, kalıp planları Şekil 2.1 ve Şekil 2.32 arasında gösterilen ve esas olarak 32 farklı kalıp planına sahip toplam 264 adet betonarme bina tipi modellenmiştir. Yine çalışmada önerilen bağıntıların uygulanması amacıyla aynı kalıp planına sahip ve kalıp planı Şekil 2.33'de gösterilen, 60 ile 80 kat arası değişen 25 adet betonarme yüksek bina modeli oluşturulmuştur. Toplam da 33 farklı kalıp planı dikkate alınarak kat yüksekliği 3 ve 4 m olarak belirlenen, kat sayısı 1 ile 80 arasında olan ve toplam yüksekliği de 3 ile 240 m arasında değişen 289 adet betonarme bina, C20 ile C60 arasında beton sınıfları seçilerek modellenmiş ve sonlu eleman metoduna dayalı SAP2000v20 programı kullanılarak Modal Analiz Yöntemi ile analiz edilmiştir. İncelenen bu bina örneklerine ait verilere dayanarak bina hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için çalışma kapsamında bir dizi ampirik bağıntı önerilmiştir.

2.1. Betonarme Çerçevesi ve Perdeli Çerçeve Karma Tip Binaların Modellenmesi

Bu tez çalışmasında bina doğal titreşim periyodunun kesin değerlerine daha yakın sonuçların bulunması amacıyla önerilen bağıntıların elde edilmesi aşamasında, farklı betonarme taşıyıcı sistemli bina türleri modellenmiştir. Çalışma kapsamında modellenen, kalıp planları ve 3D modelleri Şekil 2.1 ile Şekil 2.30 arasında gösterilen ve kalıp planlarına göre numaralandırılan bu binaların kat sayıları, beton sınıfları, kat yükseklikleri, eleman boyutları ve kat alanları Tablo 2.1'de gösterilmiştir. Bu bağlamda, betonarme çerçevesi ve betonarme perde-çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli olarak çeşitli binalar incelenmiştir.

Toplam 181 adet ve 30 farklı kalıp planına sahip olan bu binalarda, dolgu duvar etkisi göz önüne alınmadığı gibi p-delta analizinde bina doğal periyodunu etkileyen hareketli yük durumu da göz ardı edilmiş ve binalar sadece kendi ağırlığı altında analiz edilmiştir. Ayrıca SAP2000v20 programındaki modelleme sırasında yapı bilgilerinin girilmesi Ek 1’de, kat kütlelerinin belirlenmesi ve zemin kat taşıyıcı elemanlarının atalet momenti hesabıyla rijitliklerinin belirlenmesi Ek 2’de ve Rayleigh Formülü’nün 1-10 kat arası olan binalara uygulanması ile ilgili detaylar da Ek 4’de sunulmuştur. İlâveten çalışmada incelenen yapı örnekleri, plandaki düzensizlikler olarak tanımlanan A1, A2 ve A3 düzensizliklerinin ve düşeydeki düzensizlikler olarak tanımlanan B1, B2 ve B3 düzensizliklerinin olmadığı yada TBDY 2018’de belirtilen sınır değerlerde olduğu binalar şeklinde modellenmiştir. Bu kapsamda, A1 düzensizliği olarak isimlendirilen burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 1.2$ şartını sağlamasına özen gösterildiği gibi A2 düzensizliğinde, plandaki boşluk alanının aynı kattaki toplam alana oranının $1/3$ ’den küçük olmasına ve A3 düzensizliğinde, plandaki birbirine dik çıkıntıların her birinin boyutunun aynı doğrultudaki plan toplam boyutuna oranının $\%20$ ’den küçük olmasına dikkat edilmiştir. Yine düşeydeki düzensizliklerden olan B1 zayıf kat düzensizliğinde $\eta_{ci} \geq 0.80$ olması koşulunun ve B2 yumuşak kat düzensizliğinde $\eta_{ki} \leq 2$ olması koşulunun sağlanmasına dikkat edilmiştir. Zira bu koşulların sağlanmadığı binalarda, kesin periyot değerleri ile çalışma kapsamında önerilen bağıntılardan bulunan periyot değerleri arasındaki farkın bariz şekilde arttığı görülmüştür. Bahsi geçen A1 burulma düzensizliğinde, η_{bi} katsayısının 1.2 değerinden küçük olma koşulu yönetmelikte önerilse de η_{bi} katsayısının bu değerden büyük olması da bir problem yaratmamakta ve söz konusu bu durumda ilgili i’inci kata uygulanan $\pm\%5$ dışmerkezlik değerinin, Denklem 2.1’de elde edilen D_{bi} katsayısı ile çarpılması önerilmiştir.

$$D_{bi} = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (2.1)$$

A1 burulma düzensizliği ve B2 yumuşak kat düzensizliği katsayı değerlerinin kritik olarak değerlendirildiği bazı binalar için yapılan hesaplamalar da yine Ek 5’de gösterilmiştir. İlgili sonuçlar değerlendirildiğinde, burulma düzensizliği kapsamındaki bazı değerlerin 1.2 sınırını küçük oranlarda aştığı görülmüşse de yönetmelik çerçevesinde bu durum bir problem yaratmadığından ve hesaplanan periyotlarda da büyük sapmalar meydana gelmediğinden ötürü herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

Tablo 2.1. Modellenen binaların eleman boyutları ve malzeme özellikleri

26 ve 27 nolu binalar 4 m, diğer tüm binalar 3 m kat yüksekliğine sahiptir.							
NO	Kat Sayısı	Beton Sınıfı	Kolon Boyutları	Perde Boyutları	Kiriş Boyutları	Döşeme Kalınlığı	Alan (m ²)
1	1	C35	50/50	30*L	30/50	12	800
	4	C40	50/50	30*L	30/50	12	800
	5	C30	50/50	30*L	30/50	12	800
	10	C30,60*	50/50	30*L	30/50	12	800
	19	C35	50/50	30*L	30/50	12	800
	35	C35	50/50	30*L	30/50	12	800
	40	C35	50/50	30*L	30/50	12	800
2	1	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	4	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	10	C30,C60*	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	19	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	20	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	35	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
	40	C40	70/30-30/70	-	30/50	12	1120
3	1	C45	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	4	C40	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	5	C30	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	10	C30,60*	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	19	C45	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	20	C45	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	35	C45	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
	40	C45	70/30-30/70	30*L	30/50	12	1120
4	1	C50	60/40-40/60	30*L	30/60	12	648
	5	C30	60/40-40/60	30*L	30/60	12	648
	10	C30,60*	60/40-40/60	30*L	30/60	12	648
	19	C50	60/40-40/60	30*L	30/60	12	648
	20	C45	60/40-40/60	30*L	30/60	12	648
5	1	C55	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	5	C30	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	10	C30,60*	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	19	C55	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	20	C55	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	35	C50	70/40-40/70	-	30/50	12	756
	40	C50	70/40-40/70	-	30/50	12	756
6	1	C60	60/40-40/60	-	30/50	12	870
	5	C30	60/40-40/60	-	30/50	12	870
	10	C30,60*	60/40-40/60	-	30/50	12	870
	19	C60	60/40-40/60	-	30/50	12	870
	20	C60	60/40-40/60	-	30/50	12	870
	1	C35	60/40-40/60	30*L	30/50	12	870

Tablo 2.1'in devamı

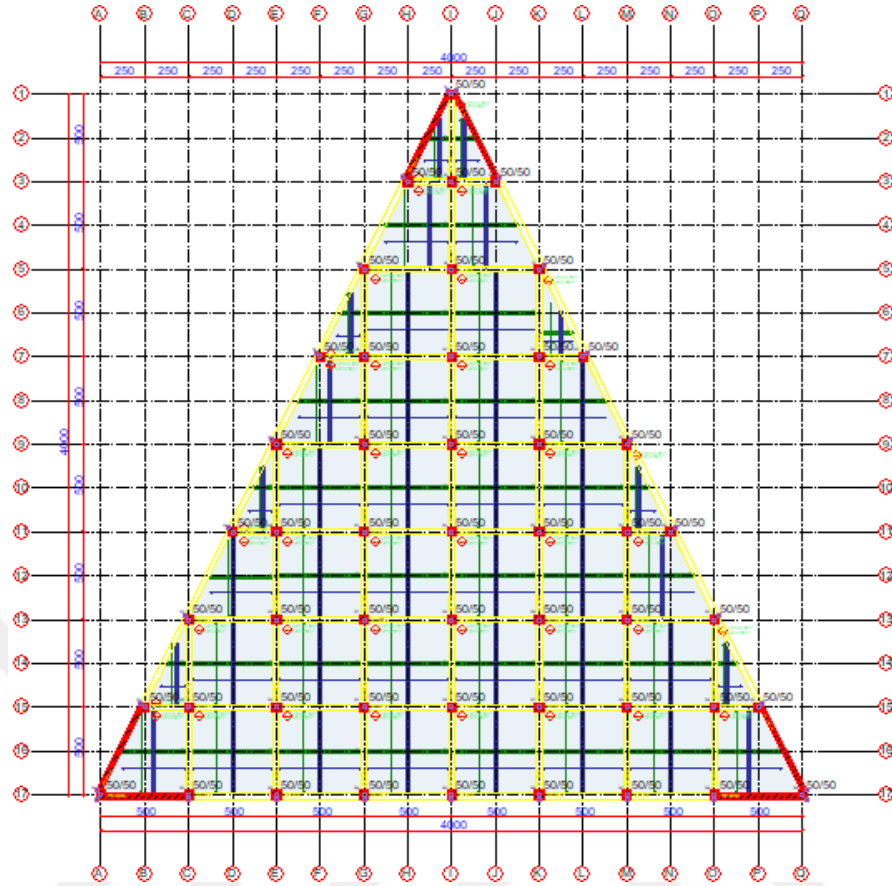
7	5	C30	60/40-40/60	30*L	30/50	12	870
	10	C30,60*	60/40-40/60	30*L	30/50	12	870
	19	C35	60/40-40/60	30*L	30/50	12	870
	20	C35	60/40-40/60	30*L	30/50	12	870
8	1	C35	70/30-60/40	-	30/50	12	1008
	5	C30	70/30-60/40	-	30/50	12	1008
	10	C30,60*	70/30-60/40	-	30/50	12	1008
	19	C35	70/30-60/40	-	30/50	12	1008
	20	C35	70/30-60/40	-	30/50	12	1008
9	1	C45	70/30-60/40	30*L	30/50	12	1008
	5	C30	70/30-60/40	30*L	30/50	12	1008
	10	C30,60*	70/30-60/40	30*L	30/50	12	1008
	19	C45	70/30-60/40	30*L	30/50	12	1008
	20	C45	70/30-60/40	30*L	30/50	12	1008
10	1	C50	60/60	30*L	30/50	12	625
	5	C30	60/60	30*L	30/50	12	625
	10	C30,60*	60/60	30*L	30/50	12	625
	15	C35	60/60	30*L	30/50	12	625
	19	C50	60/60	30*L	30/50	12	625
	20	C50	60/60	30*L	30/50	12	625
	30	C35	60/60	30*L	30/50	12	625
11	4	C40	50/40-40/50	-	25/50	12	650
	5	C30	50/40-40/50	-	25/50	12	650
	10	C30,60*	50/40-40/50	-	25/50	12	650
	15	C40	50/40-40/50	-	25/50	12	650
	30	C40	50/40-40/50	-	25/50	12	650
12	4	C40	50/40-40/50	25*L	25/50	12	650
	5	C30	50/40-40/50	25*L	25/50	12	650
	10	C30,60*	50/40-40/50	25*L	25/50	12	650
	15	C45	50/40-40/50	25*L	25/50	12	650
	30	C45	50/40-40/50	25*L	25/50	12	650
13	5	C30	70/40-40/70	-	30/50	12	640
	10	C30,60*	70/40-40/70	-	30/50	12	640
	15	C50	70/40-40/70	-	30/50	12	640
	30	C50	70/40-40/70	-	30/50	12	640
14	5	C30	70/40-40/70	30*L	30/50	12	640
	10	C30,60*	70/40-40/70	30*L	30/50	12	640
	15	C55	70/40-40/70	30*L	30/50	12	640
	30	C55	70/40-40/70	30*L	30/50	12	640
15	5	C30	60/30-30/60	30*L	30/50	12	441
	10	C30,60*	60/30-30/60	30*L	30/50	12	441
	15	C60	60/30-30/60	30*L	30/50	12	441

Tablo 2.1'in devamı

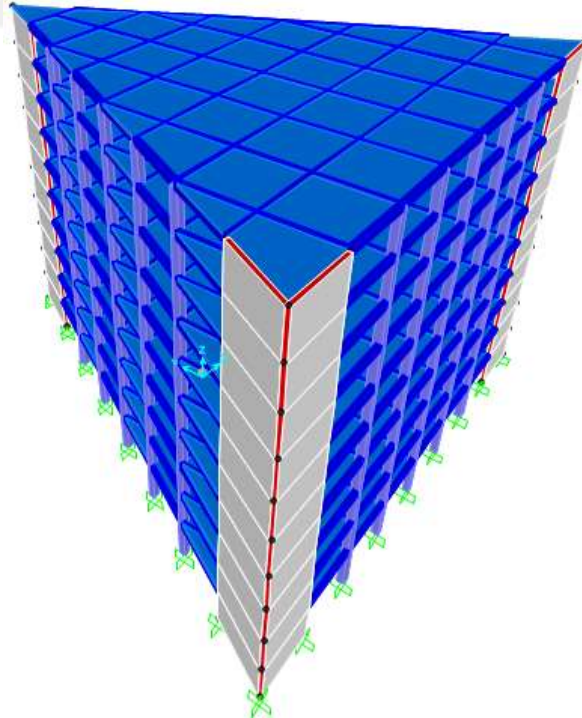
	30	C60	60/30-30/60	30*L	30/50	12	441
16	5	C20*,30	60/30-30/60	-	25/50	12	850
	10	C30	60/30-30/60	-	25/50	12	850
	15	C35	60/30-30/60	-	25/50	12	850
	30	C35	60/30-30/60	-	25/50	12	850
17	5	C20*,30	60/30-30/60	25*L	25/50	12	850
	10	C30	60/30-30/60	25*L	25/50	12	850
	15	C40	60/30-30/60	25*L	25/50	12	850
	30	C40	60/30-30/60	25*L	25/50	12	850
18	5	C20*,30	60/60	-	30/55	12	741
	10	C30	60/60	-	30/55	12	741
	15	C45	60/60	-	30/55	12	741
	25	C30	60/60	-	30/55	12	741
	30	C45	60/60	-	30/55	12	741
19	5	C20*,30	60/60	30*L	30/55	12	741
	10	C30	60/60	30*L	30/55	12	741
	15	C50	60/60	30*L	30/55	12	741
	25	C30	60/60	30*L	30/55	12	741
	30	C50	60/60	30*L	30/55	12	741
20	5	C20*,30	60/40-40/60	-	30/50	12	1600+600
	10	C30	60/40-40/60	-	30/50	12	1600+600
21	5	C20*,30	60/40-40/60	30*L	30/50	12	1600+600
	10	C30	60/40-40/60	30*L	30/50	12	1600+600
22	5	C20*,30	60/30-30/60	-	30/50	12	1092
	10	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	1092
	25	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	1092
23	5	C20*,30	60/30-30/60	40*L	30/50	12	1092
	10	C30	60/30-30/60	40*L	30/50	12	1092
	25	C30	60/30-30/60	40*L	30/50	12	1092
24	4	C40	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
	5	C20*,30	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
	10	C30	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
	25	C30	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
	35	C55	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
	40	C55	70/30-30/70	-	25/50	12	1160
25	4	C40	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160
	5	C20*,30	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160
	10	C30	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160
	25	C30	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160
	35	C60	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160
	40	C60	70/30-30/70	30*L	25/50	12	1160

Tablo 2.1'in devamı

26	4	C40	D60-D80	-	30/50	12	2826
	5	C20*,30	D60-D80	-	30/50	12	2826
	10	C30	D60-D80	-	30/50	12	2826
	25	C30	D60-D80	-	30/50	12	2826
	35	C35	D60-D80	-	30/50	12	2826
	40	C35	D60-D80	-	30/50	12	2826
27	4	C40	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
	5	C20*,30	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
	10	C30	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
	25	C30	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
	35	C40	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
	40	C40	D60-D80	30*L	30/50	12	2826
28	4	C40	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
	5	C20*,30	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
	10	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
	25	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
	35	C45	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
	40	C45	60/30-30/60	-	30/50	12	1125
29	5	C20*,30	60/30-30/60	30*L	30/50	12	1125
	10	C30	60/30-30/60	30*L	30/50	12	1125
	25	C30	60/30-30/60	30*L	30/50	12	1125
	35	C50	60/30-30/60	30*L	30/50	12	1125
	40	C50	60/30-30/60	30*L	30/50	12	1125
30	5	C20*,30	60/30-30/60	-	30/50	12	400
	10	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	400
	25	C30	60/30-30/60	-	30/50	12	400

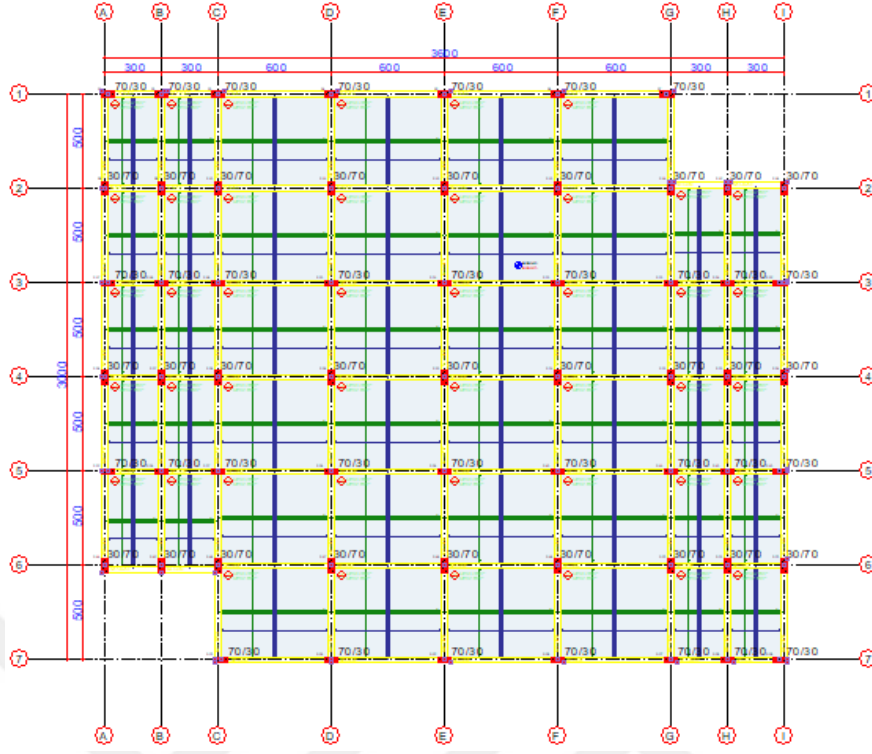


1-a

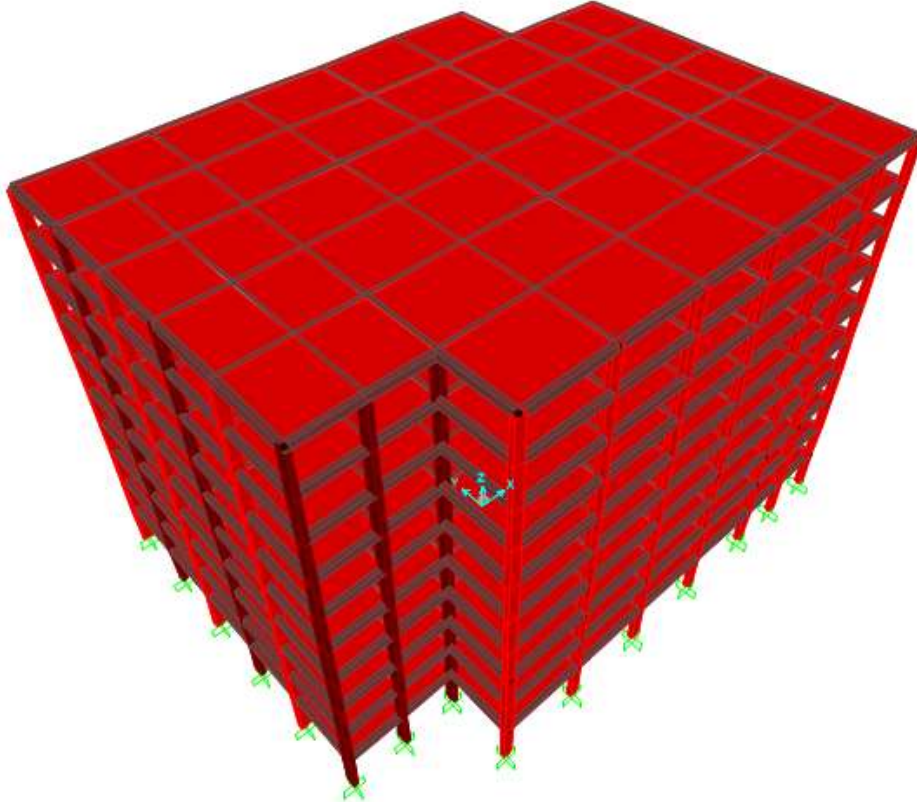


1-b

Şekil 2.1. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

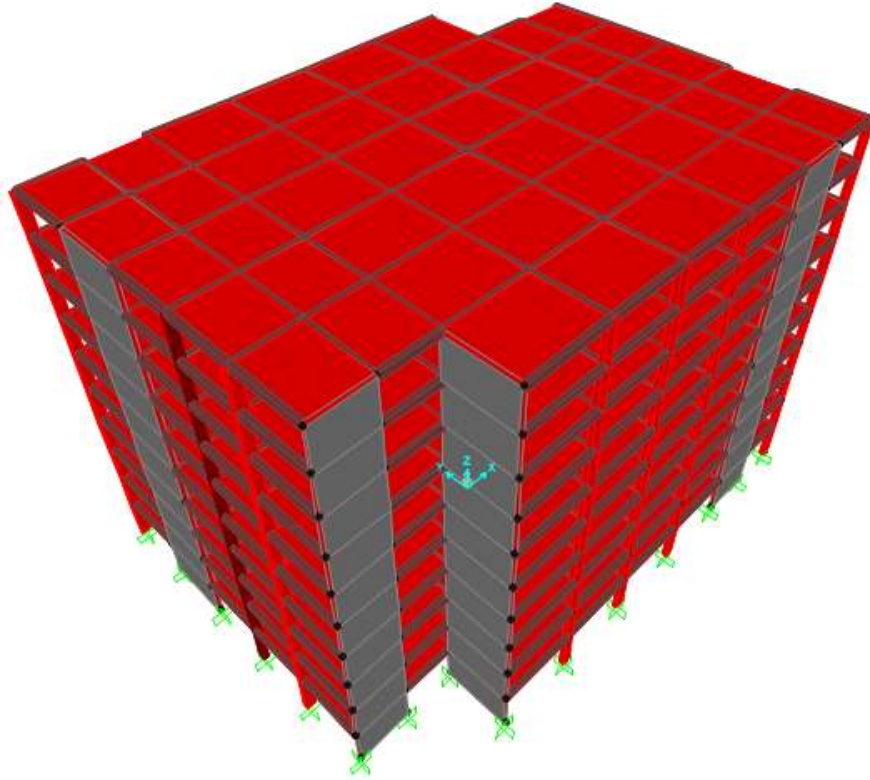
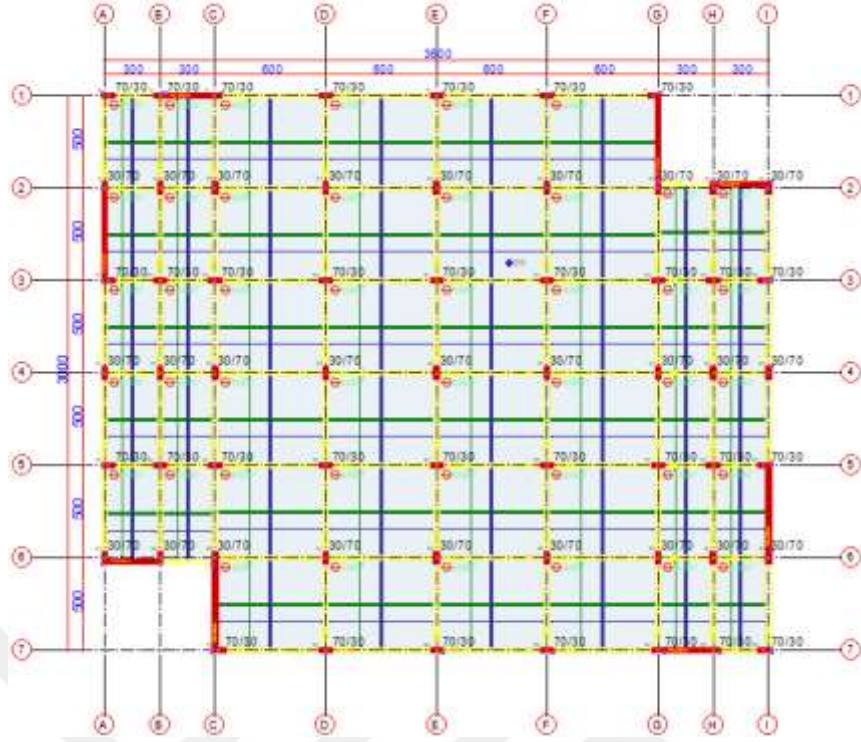


2-a

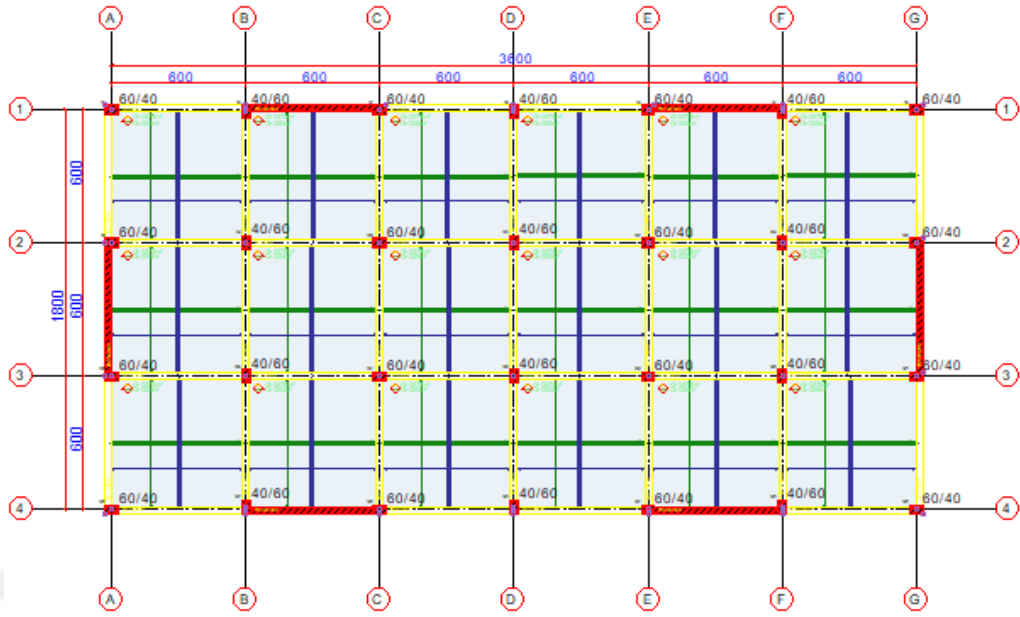


2-b

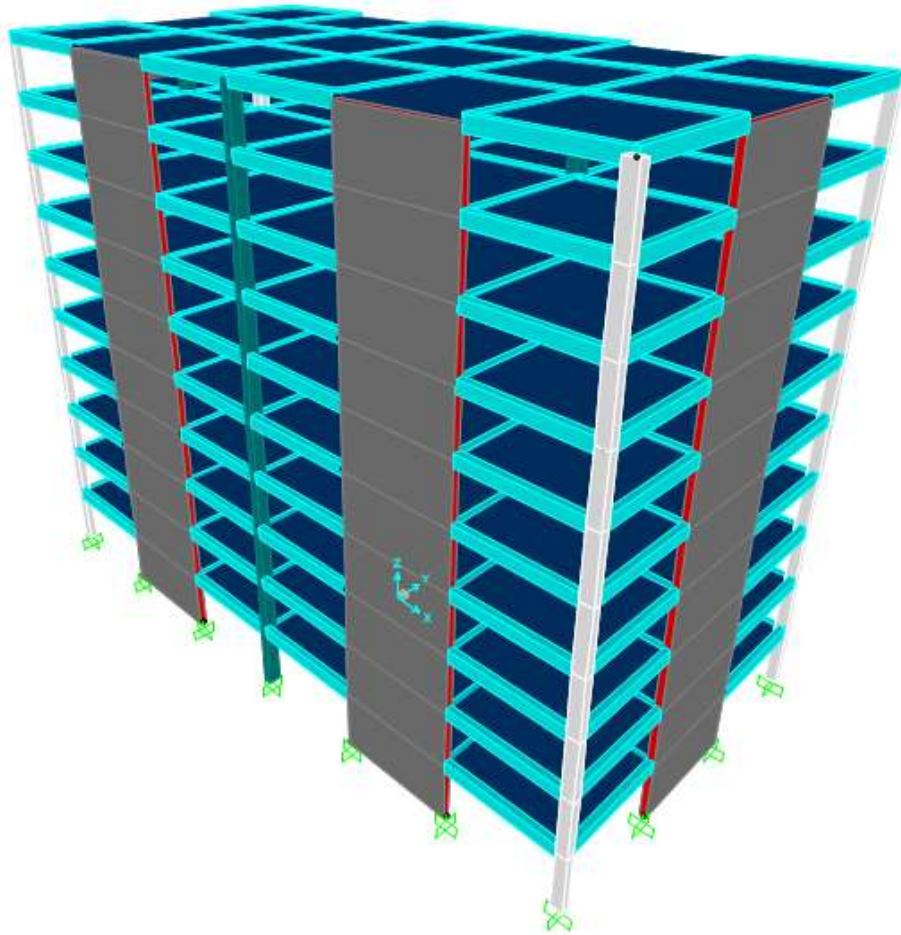
Şekil 2.2. (2) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



Şekil 2.3. (3) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

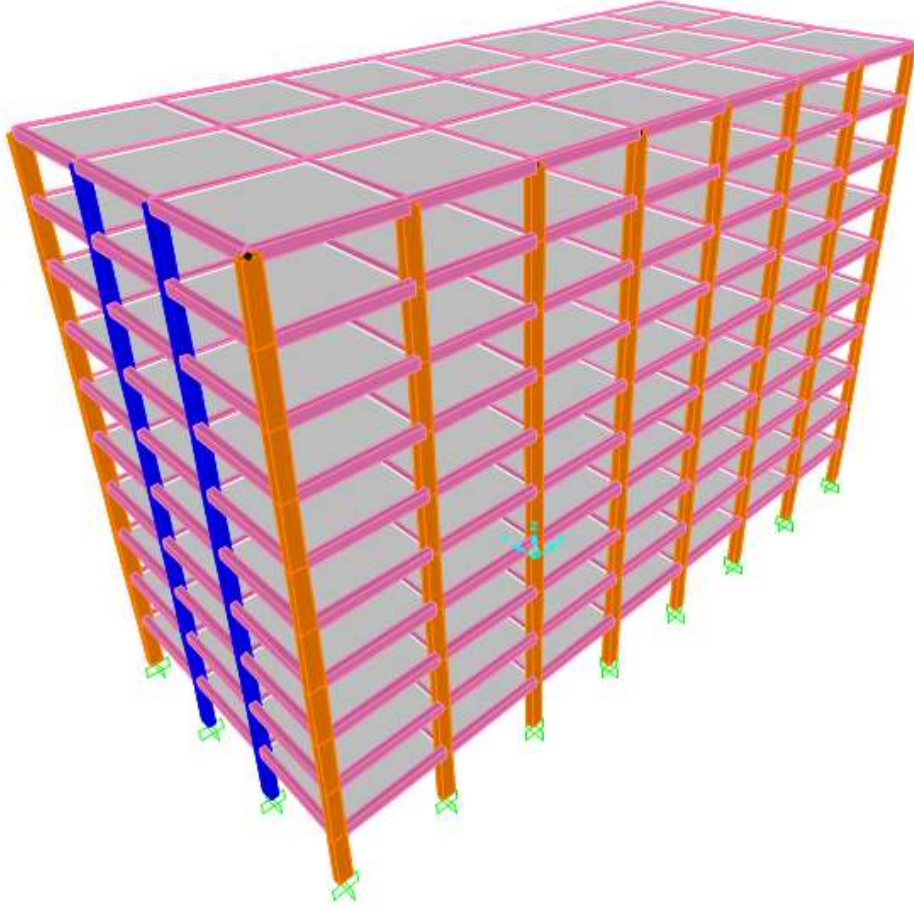
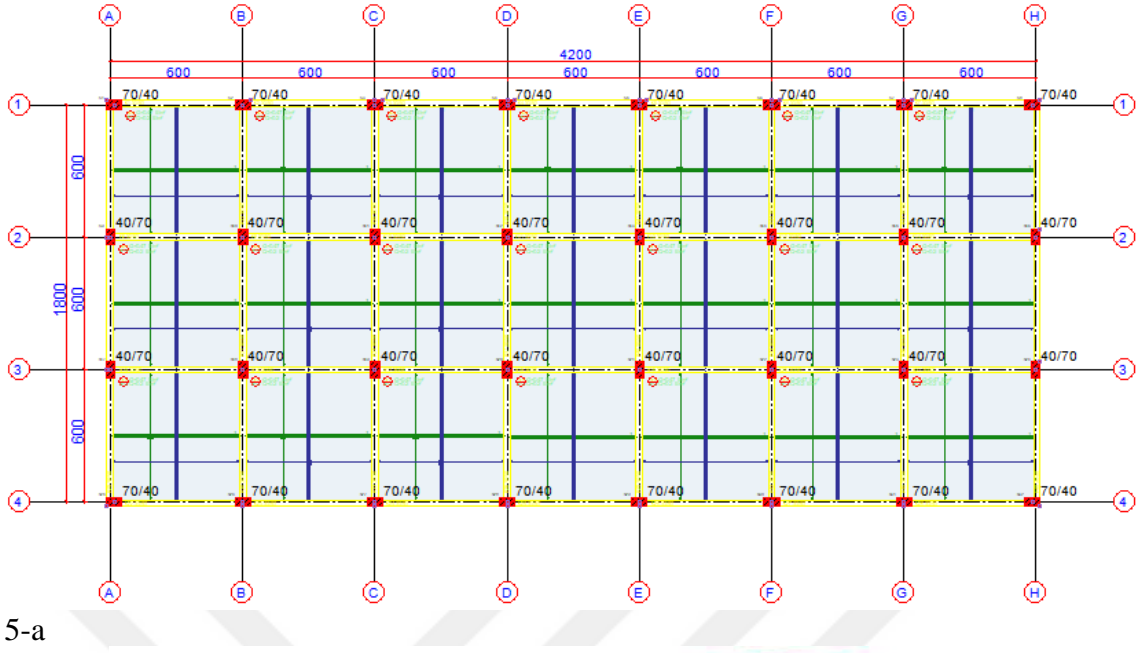


4-a

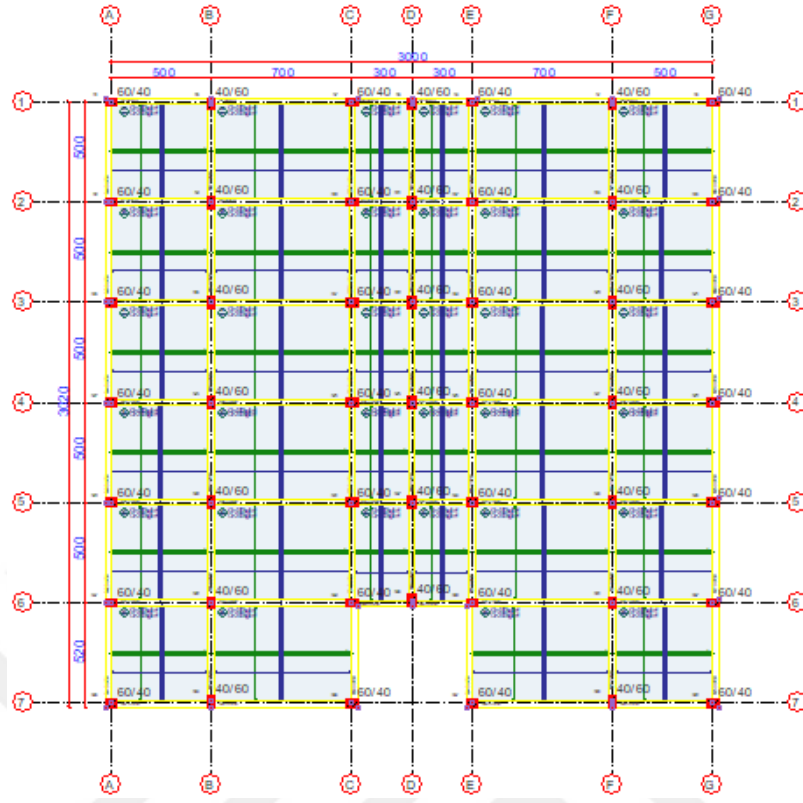


4-b

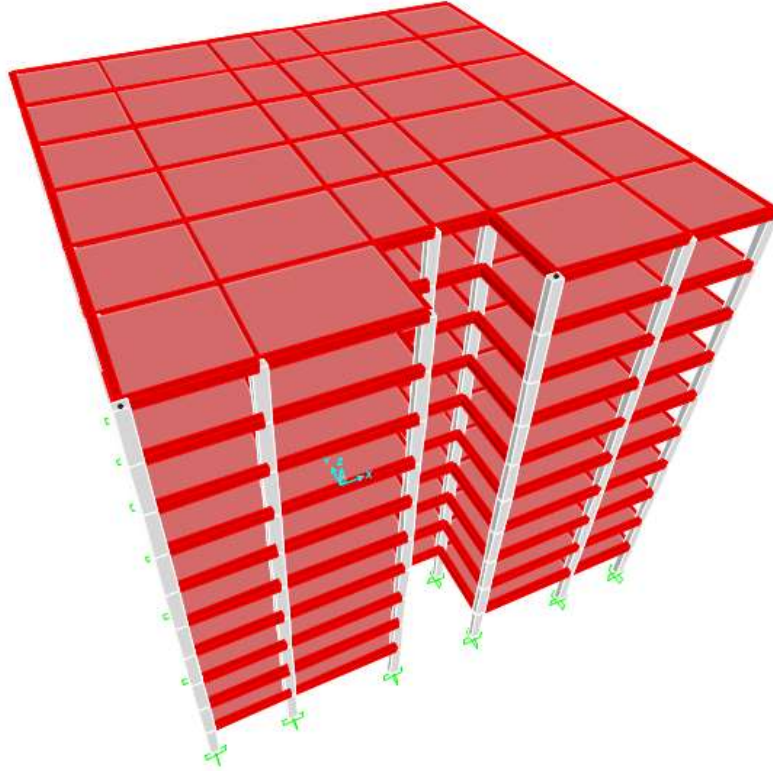
Şekil 2.4. (4) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli



Şekil 2.5. (5) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D bina modeli (b)

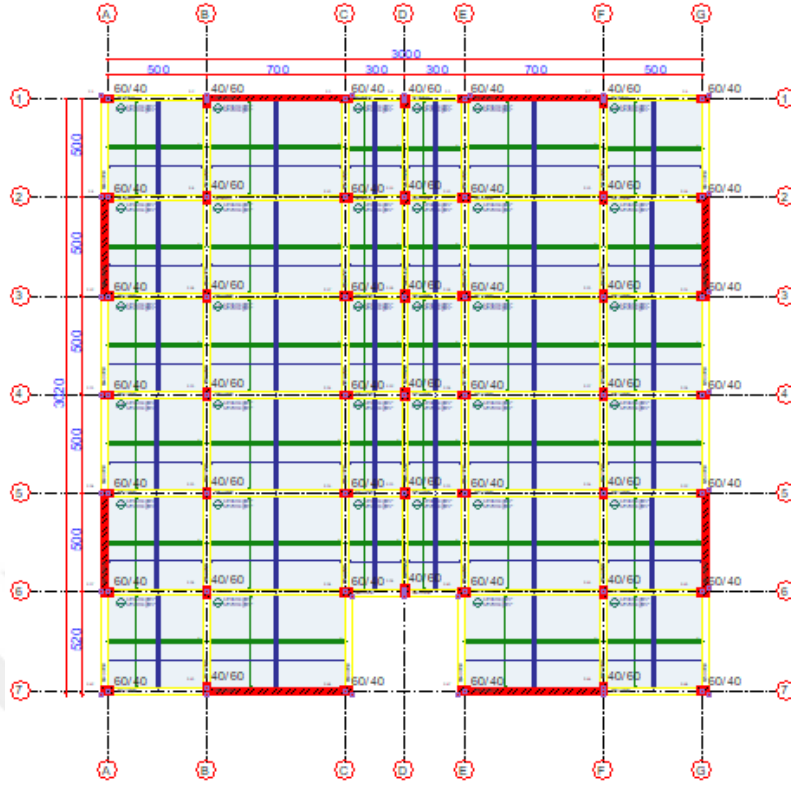


6-a

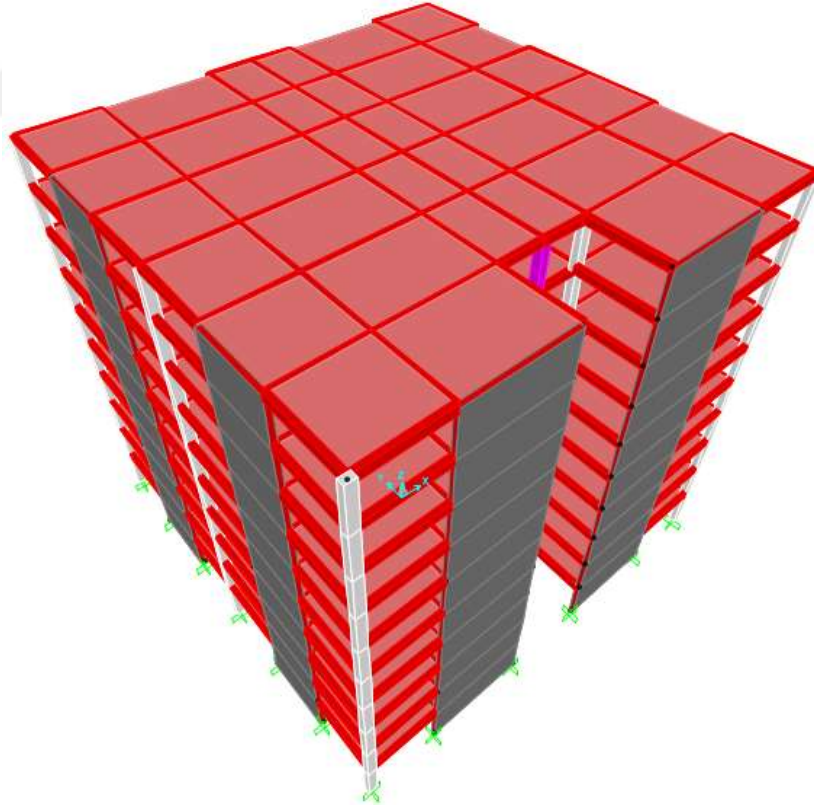


6-b

Şekil 2.6. (6) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

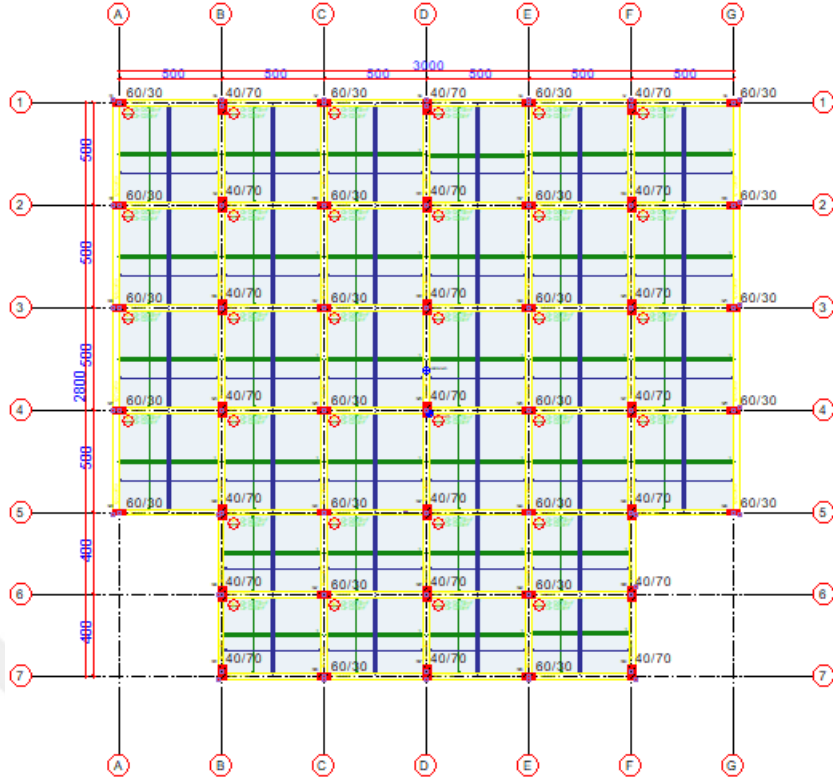


7-a

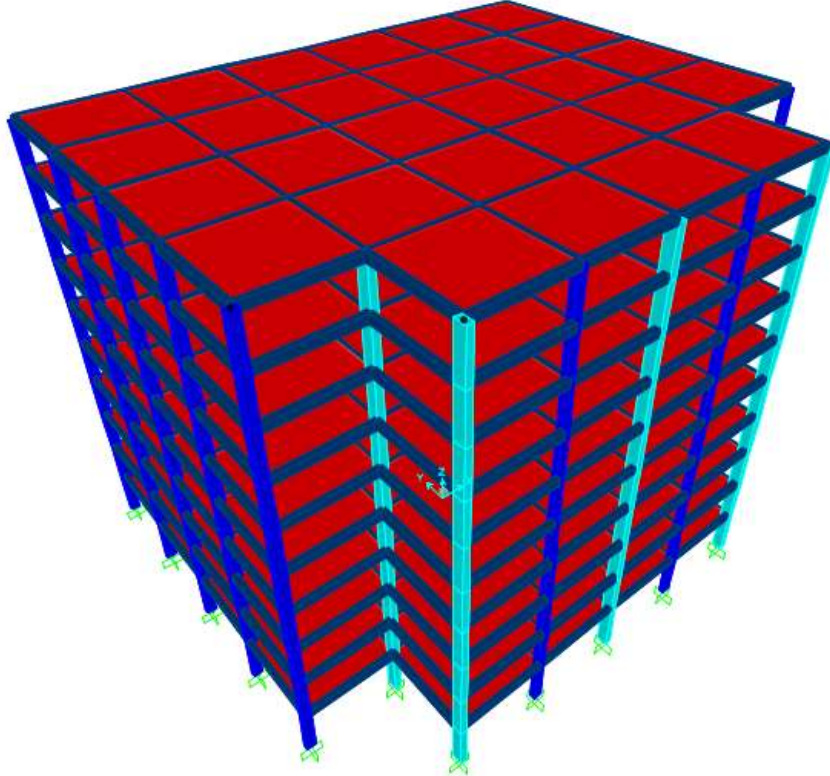


7-b

Şekil 2.7. (7) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

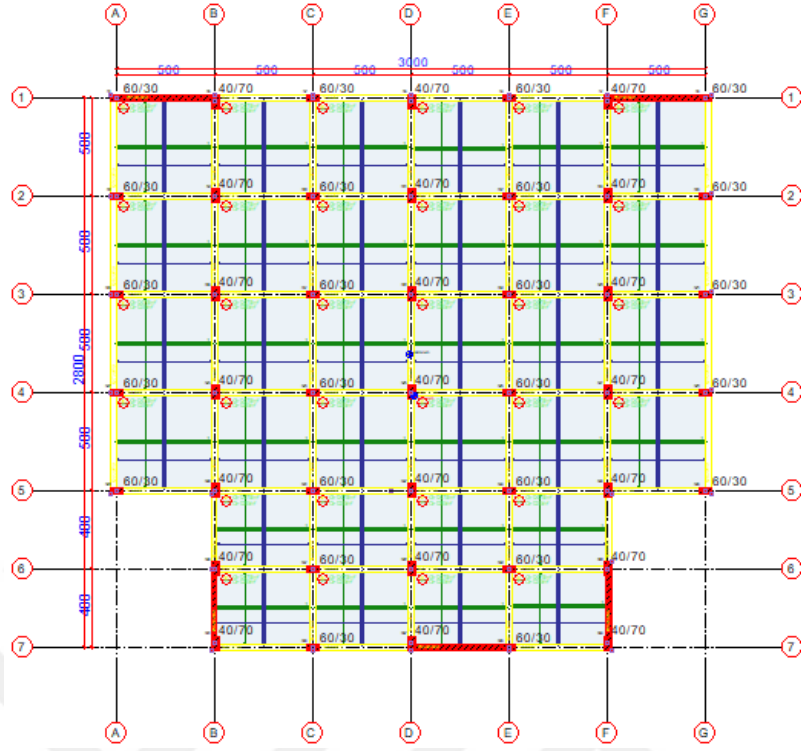


8-a

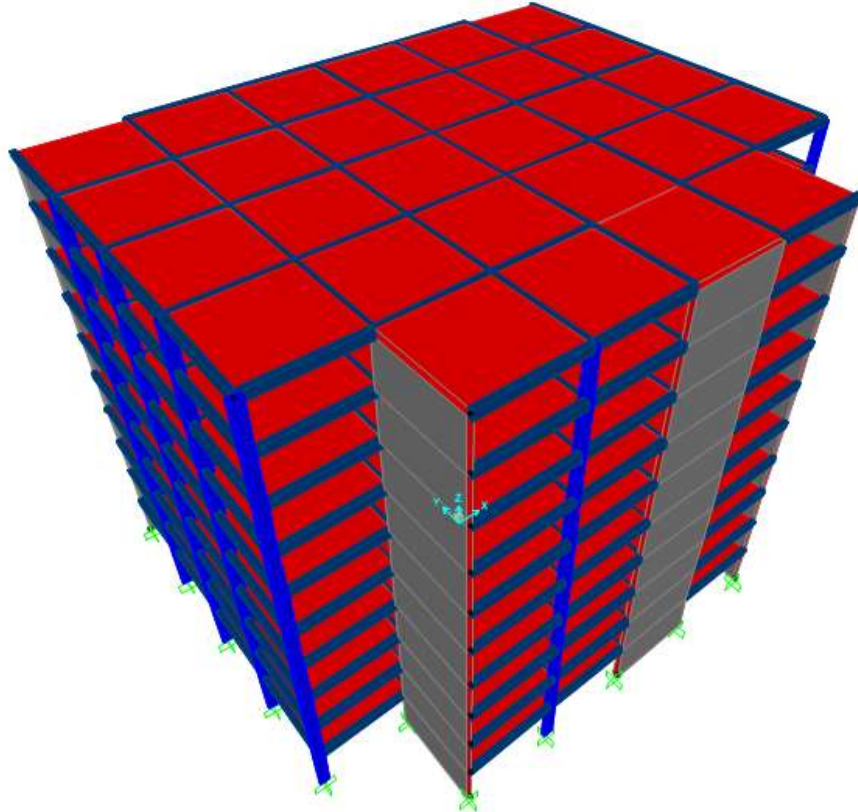


8-b

Şekil 2.8. (8) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

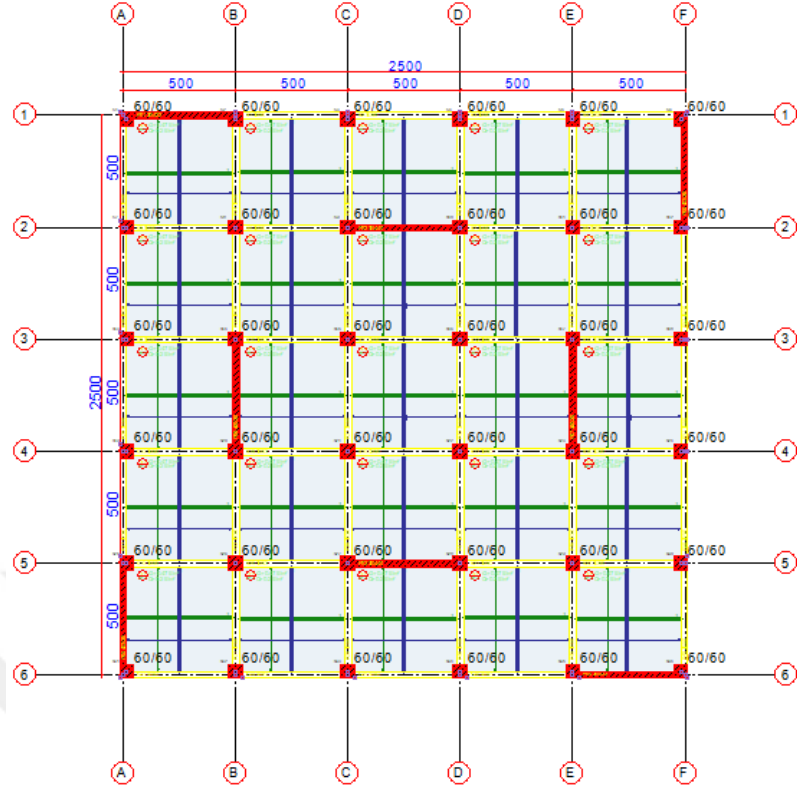


9-a

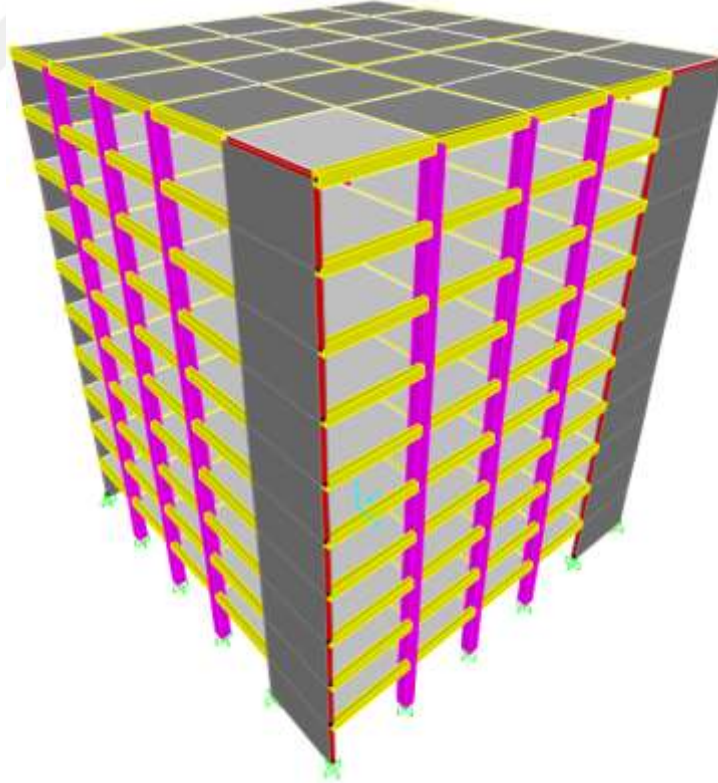


9-b

Şekil 2.9. (9) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

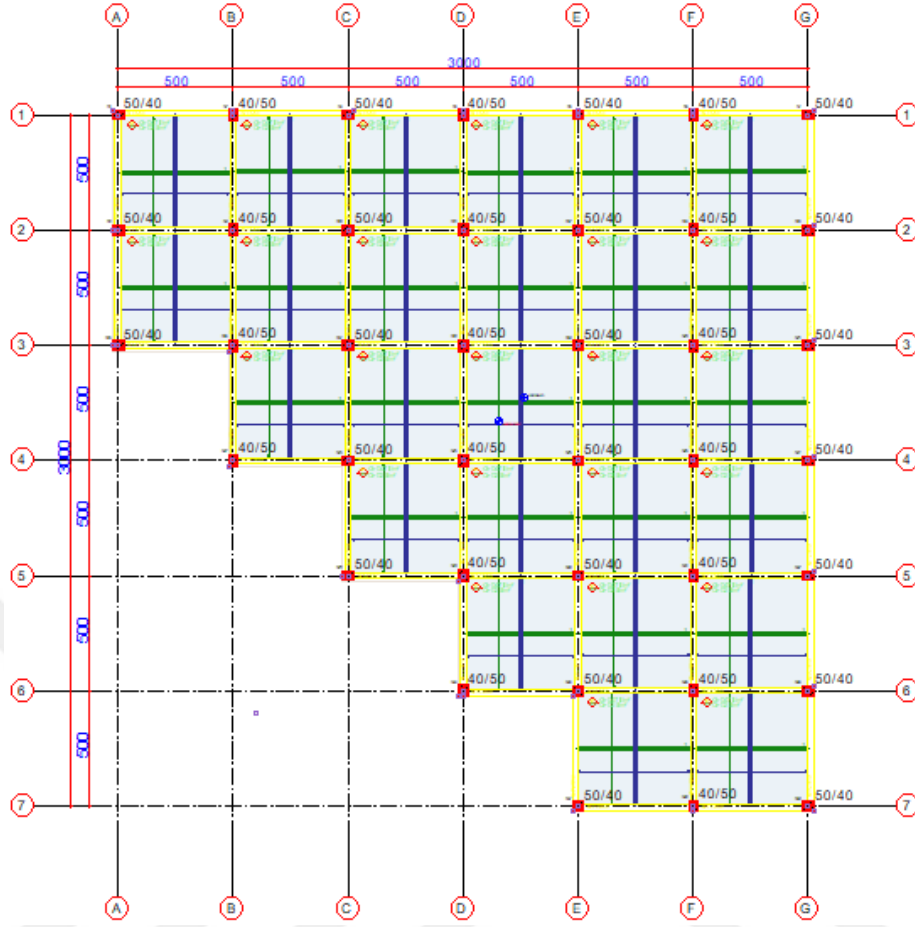


10-a

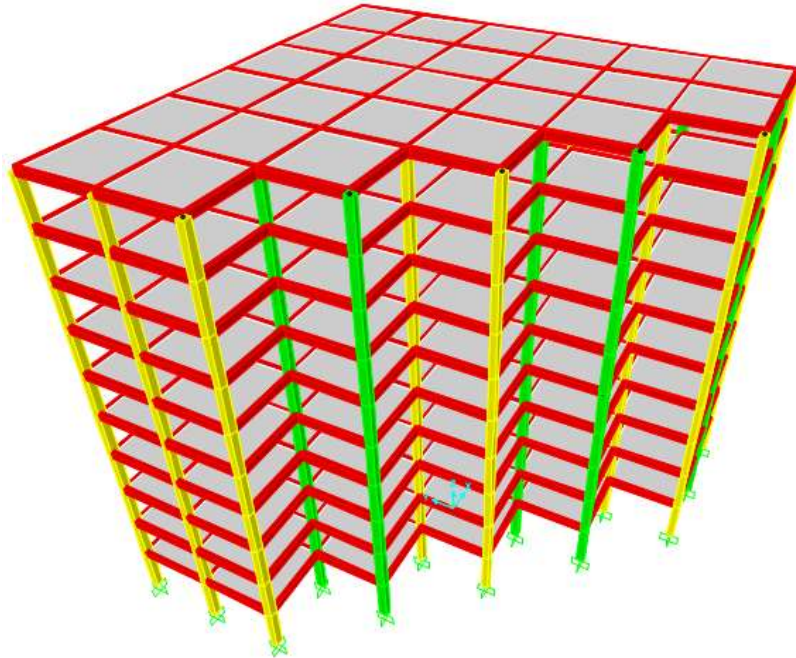


10-b

Şekil 2.10. (10) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

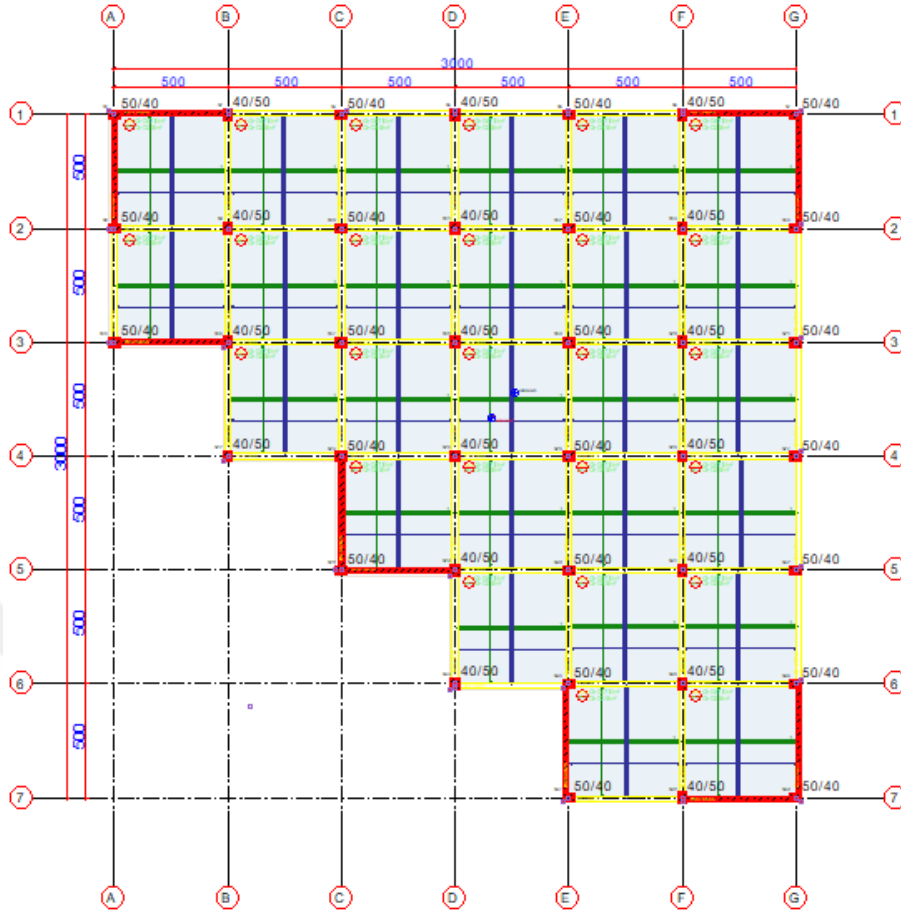


11-a

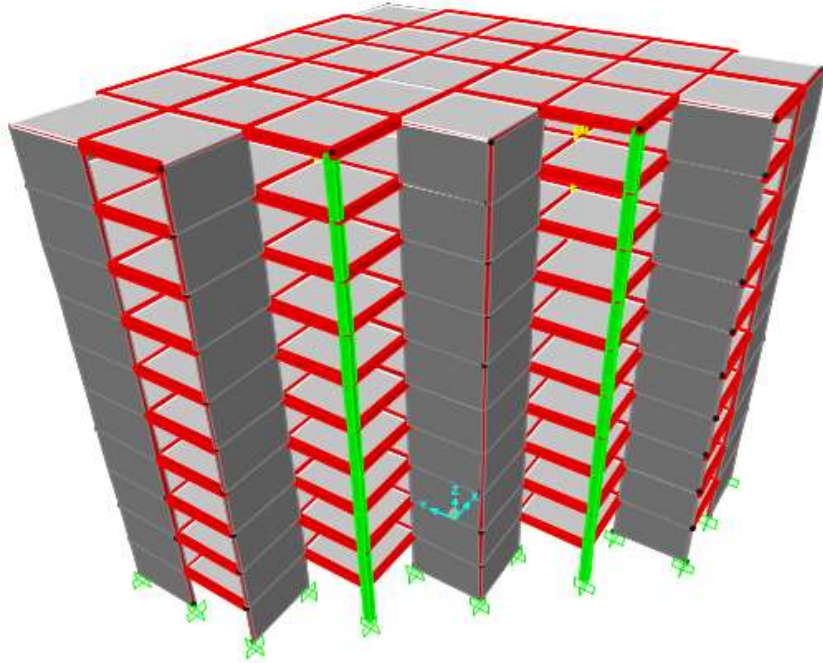


11-b

Şekil 2.11. (11) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

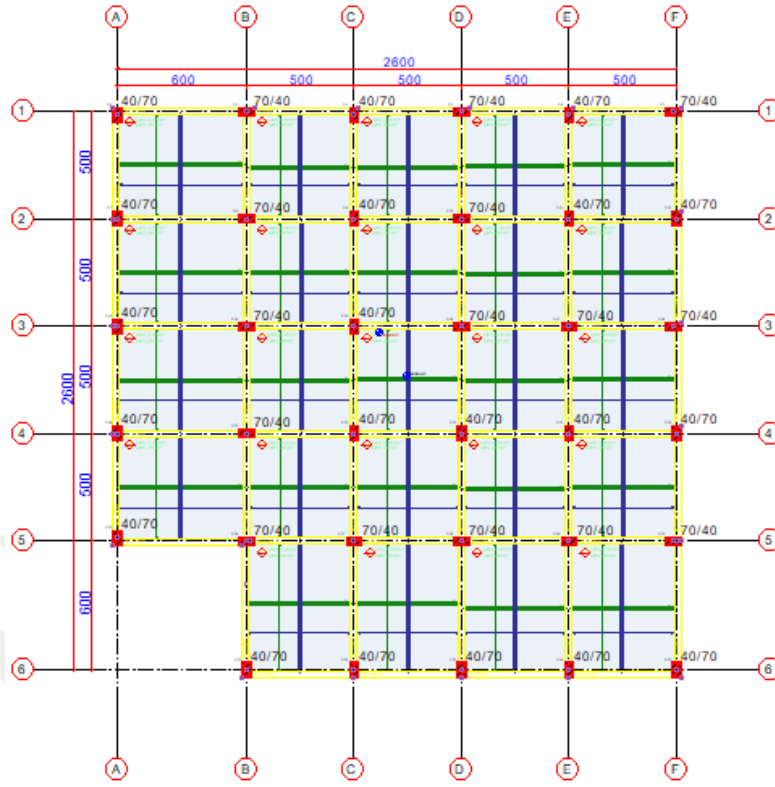


12-a

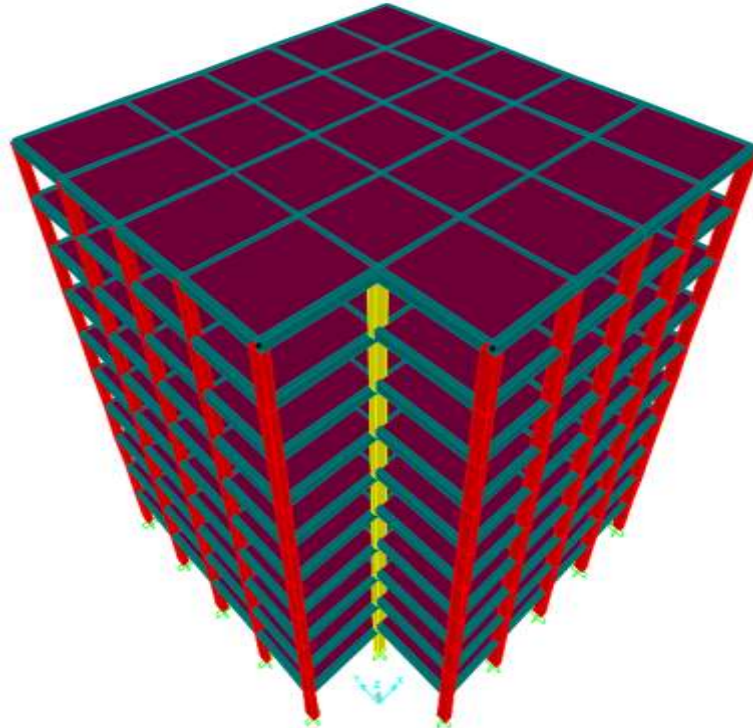


12-b

Şekil 2.12. (12) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

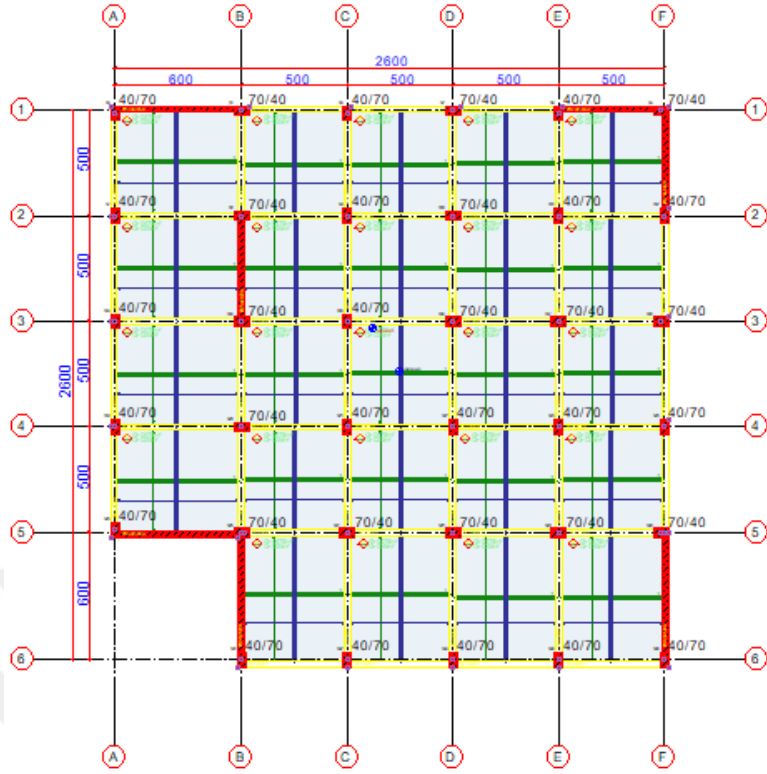


13-a

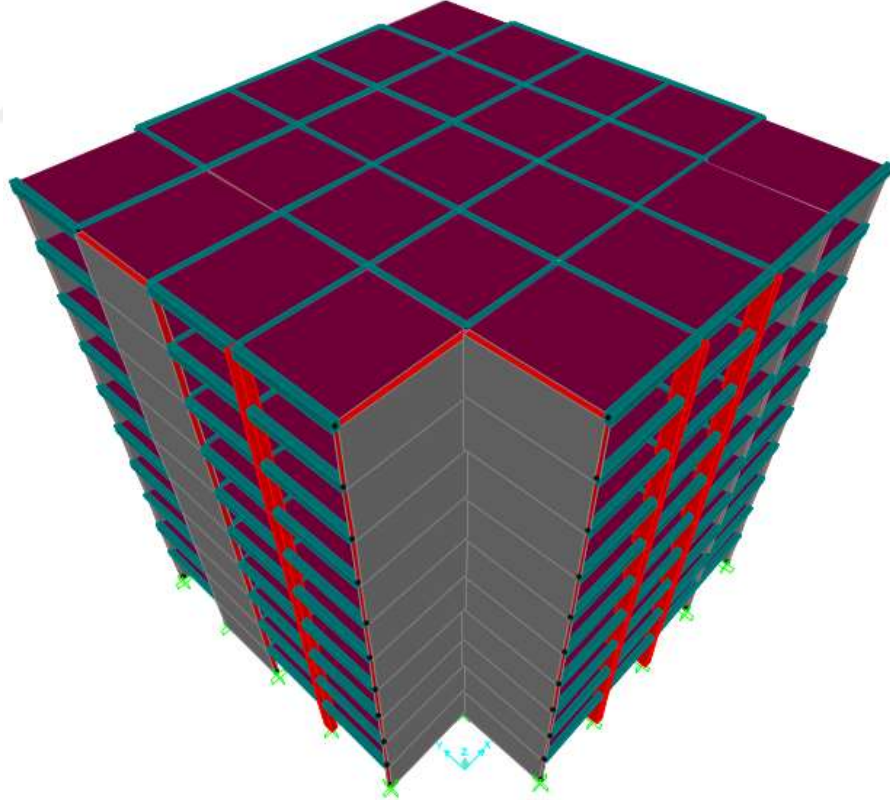


13-b

Şekil 2.13. (13) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

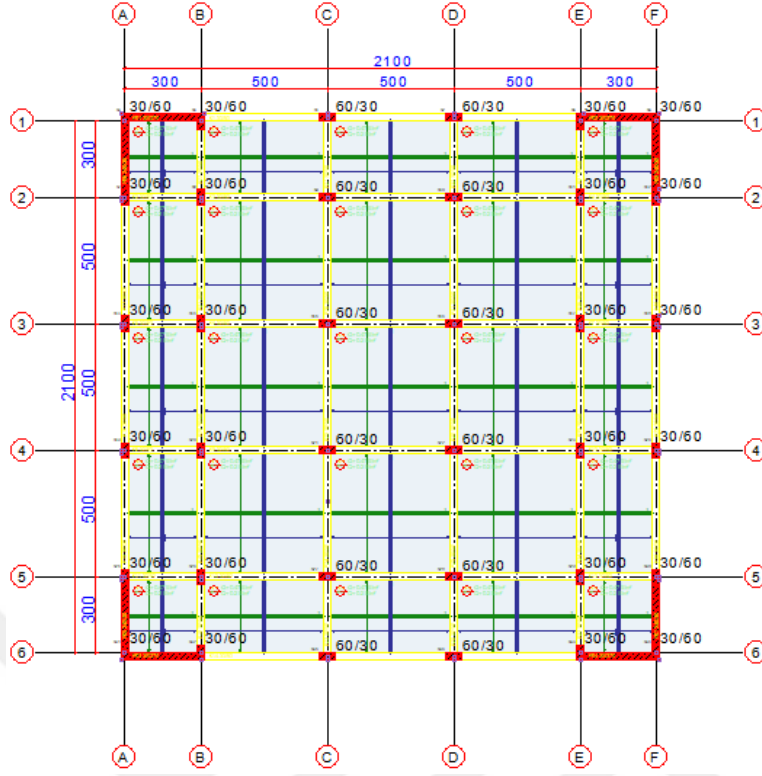


14-a

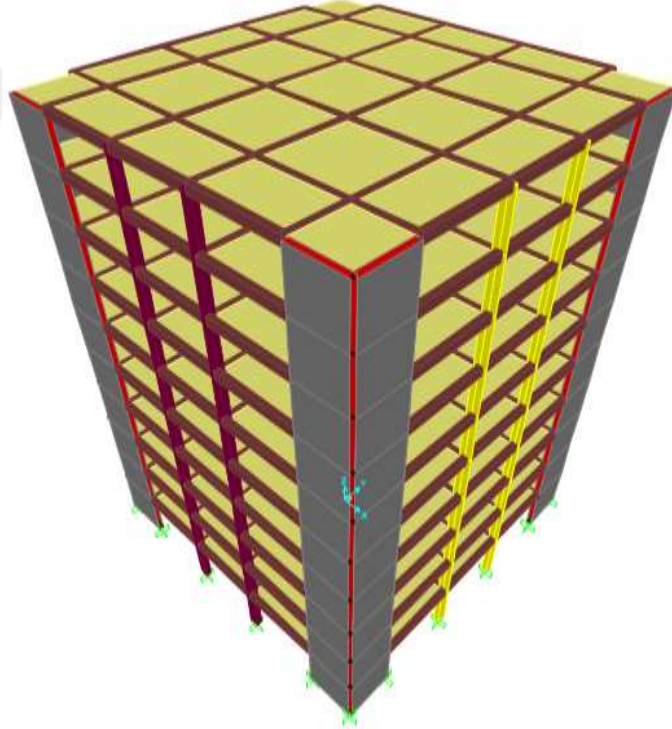


14-b

Şekil 2.14. (14) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

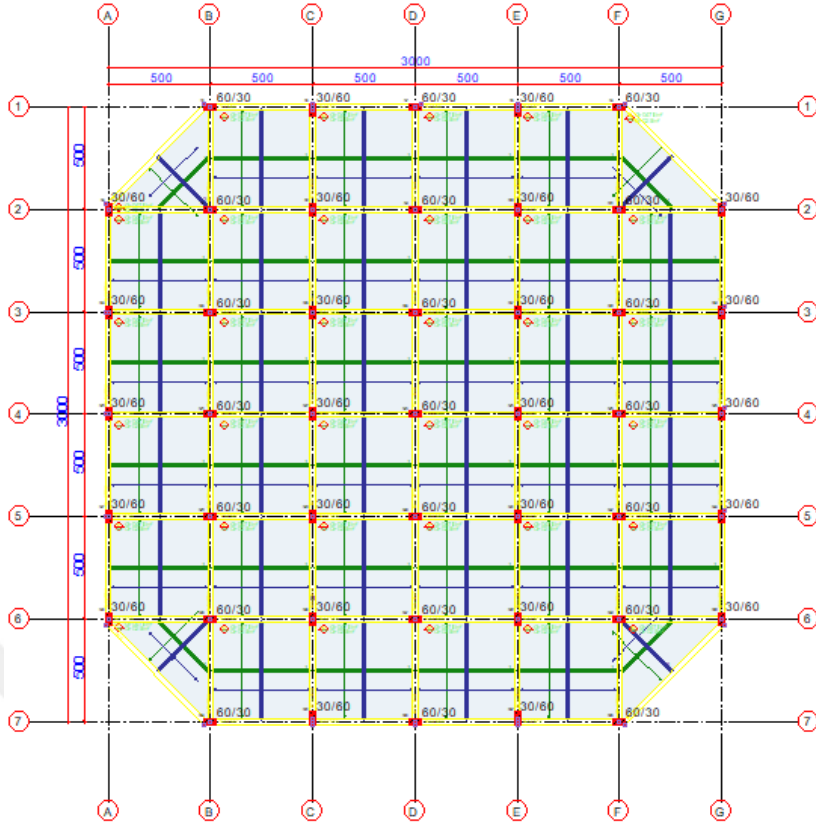


15-a

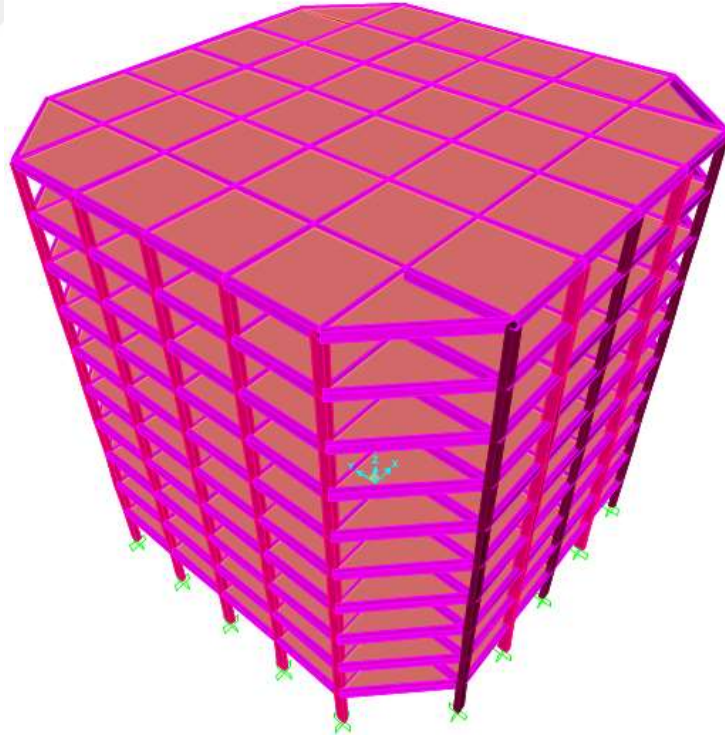


15-b

Şekil 2.15. (15) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

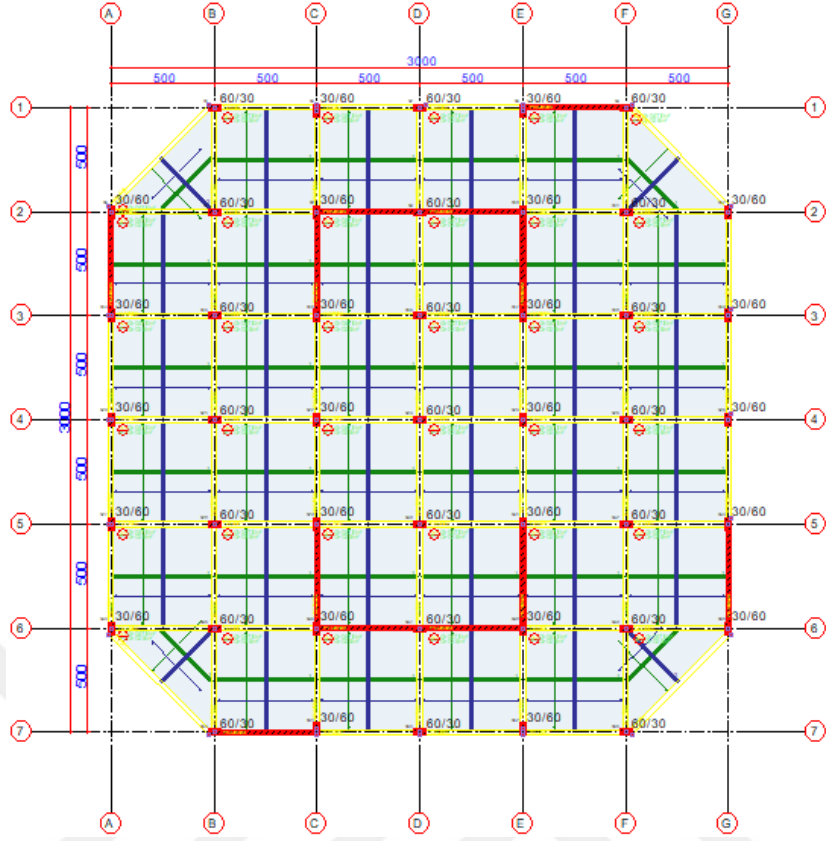


16-a

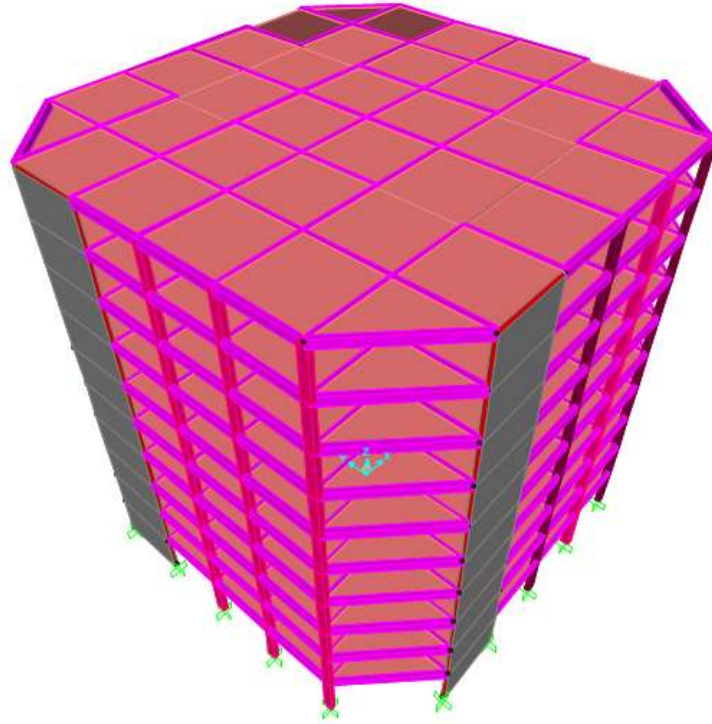


16-b

Şekil 2.16. (16) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

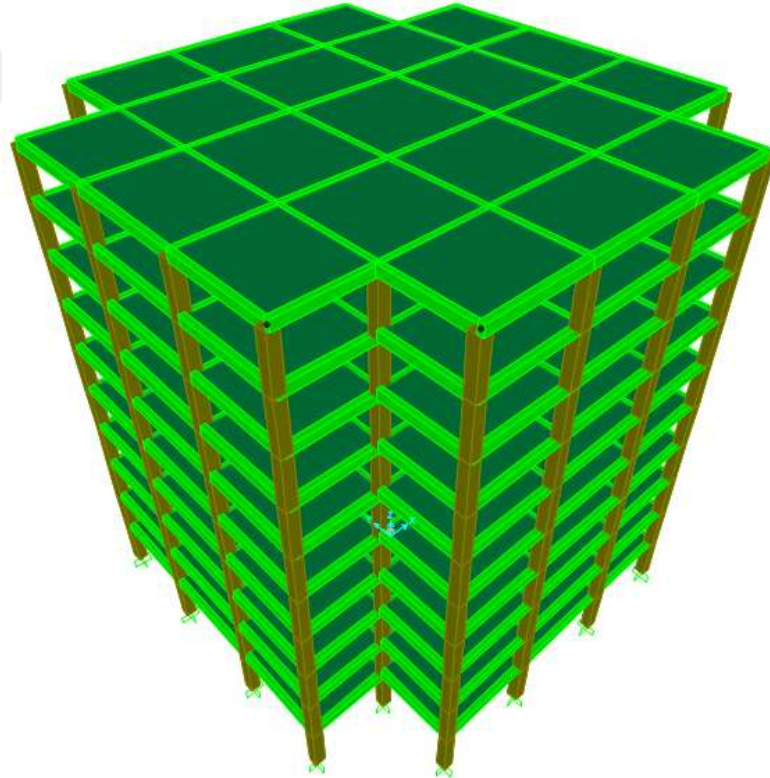
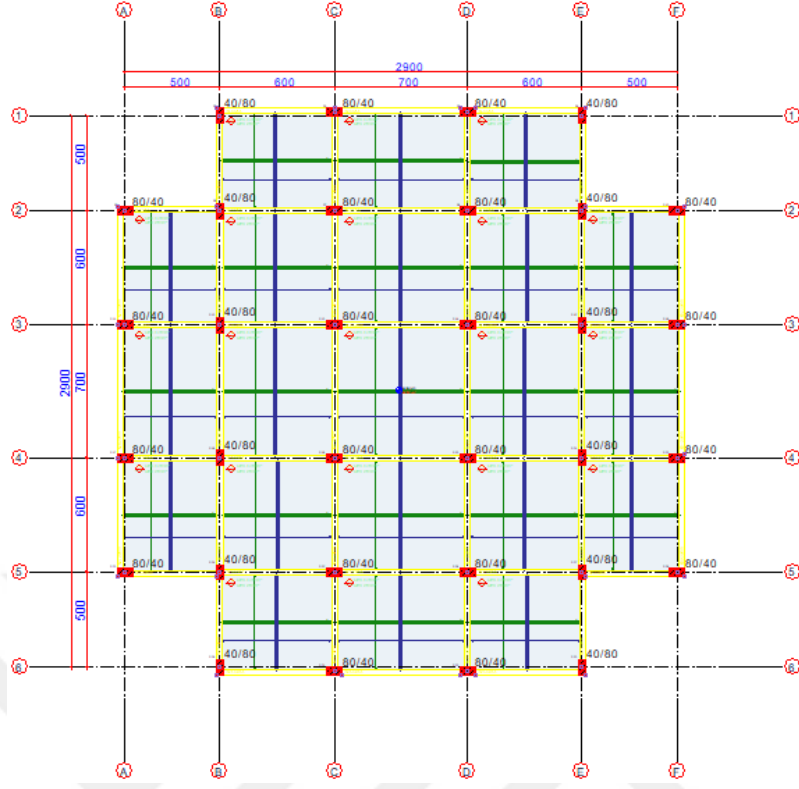


17-a

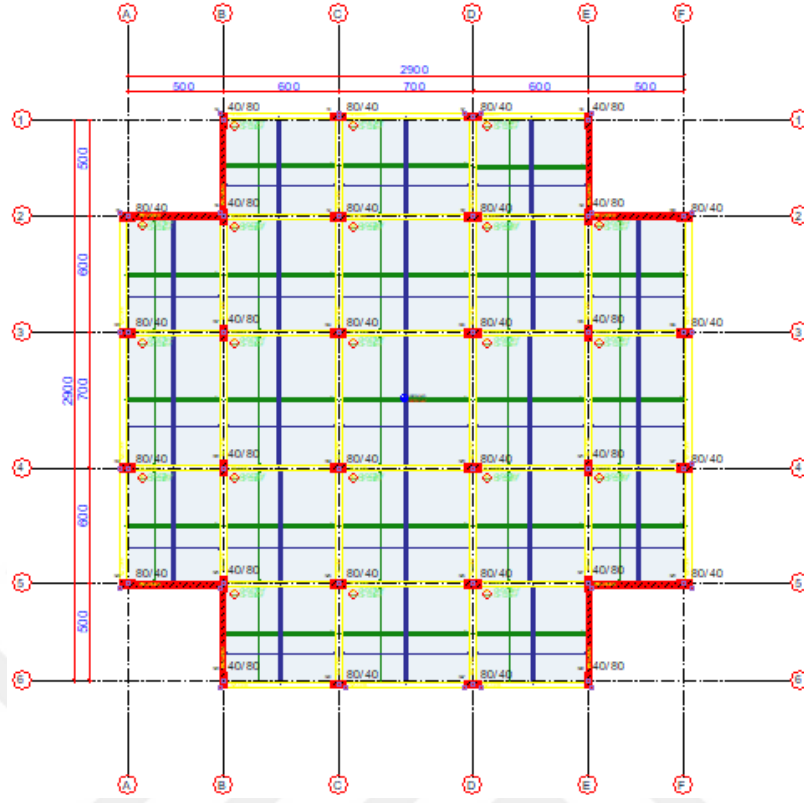


17-b

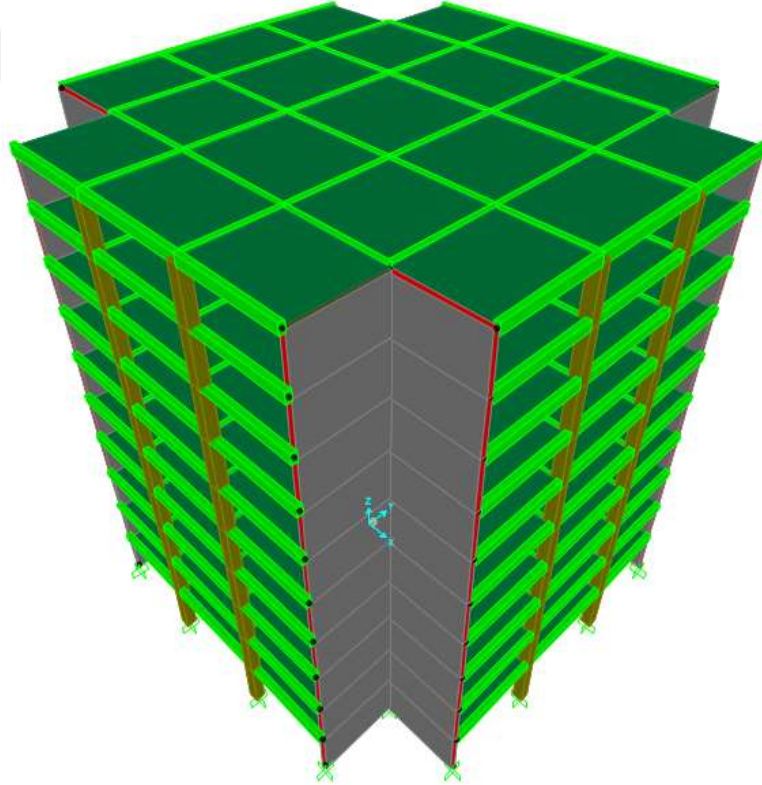
Şekil 2.17. (17) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



Şekil 2.18. (18) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

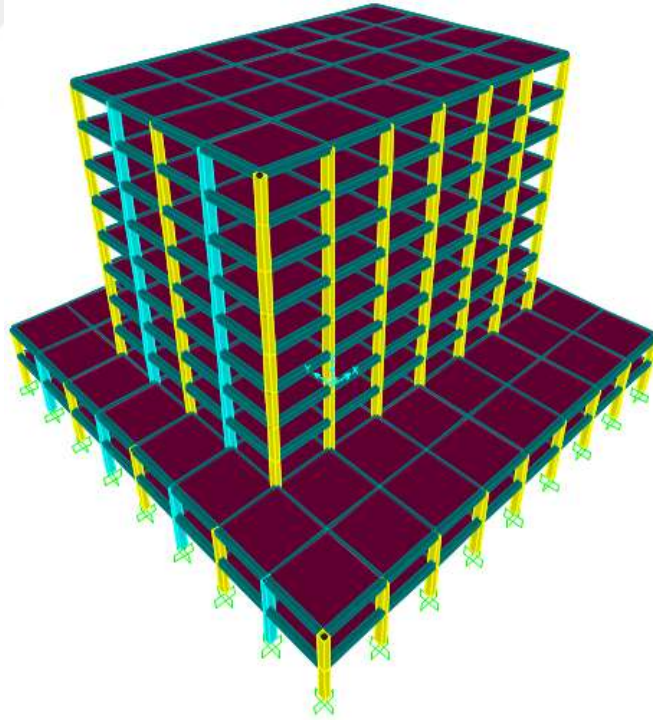
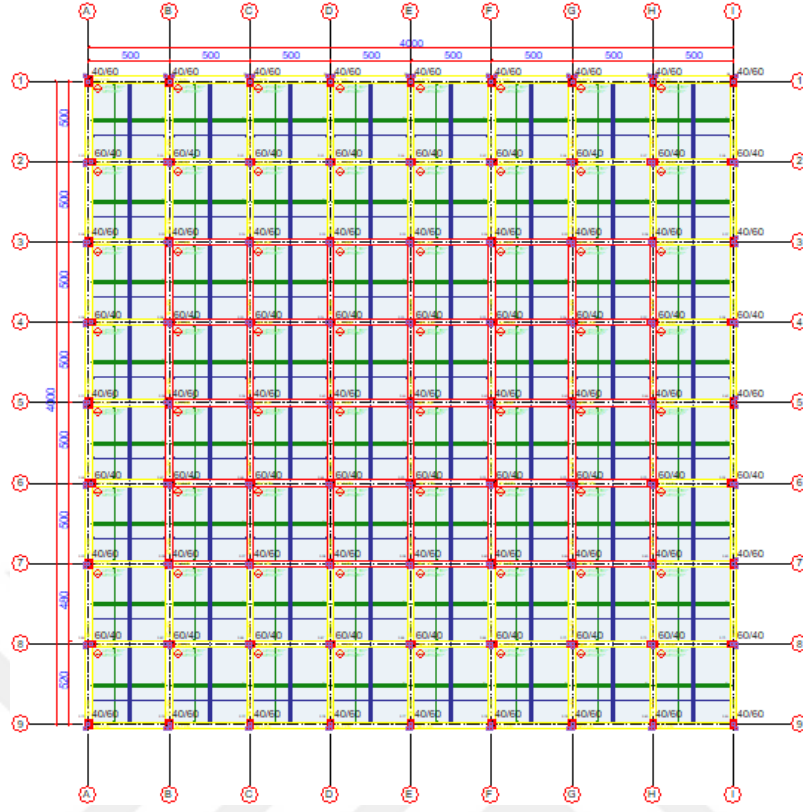


19-a

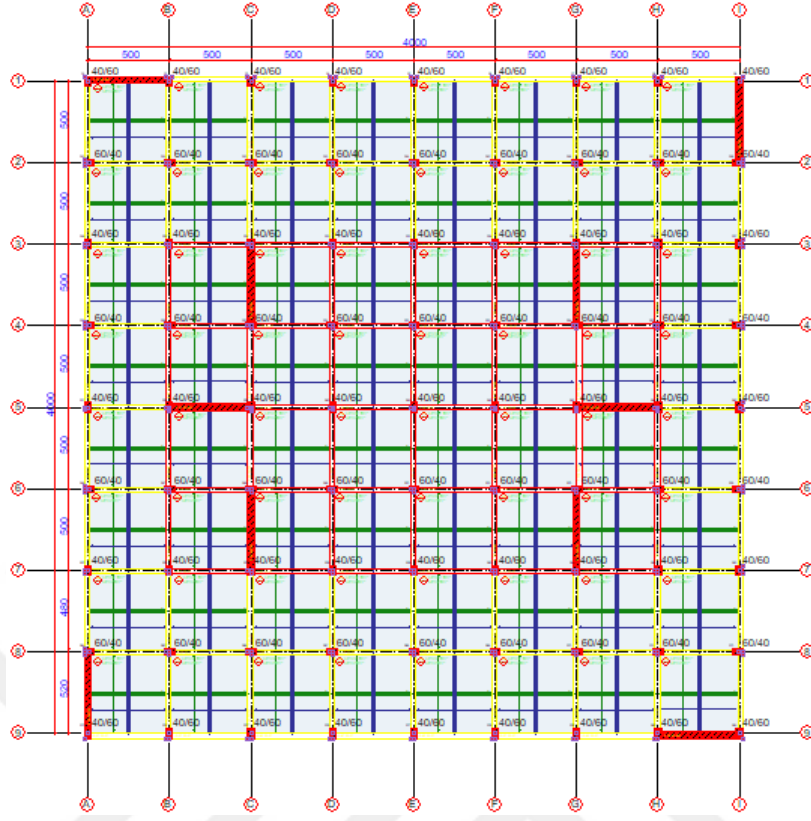


19-b

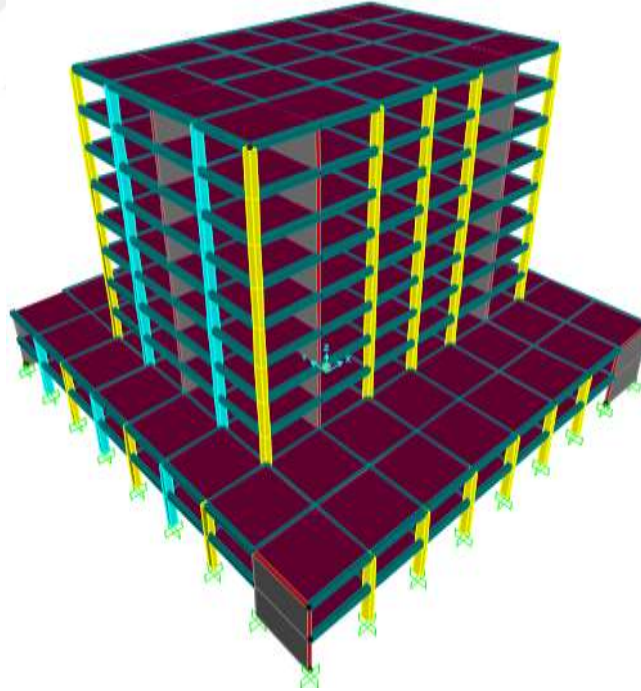
Şekil 2.19. (19) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



Şekil 2.20. (20) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

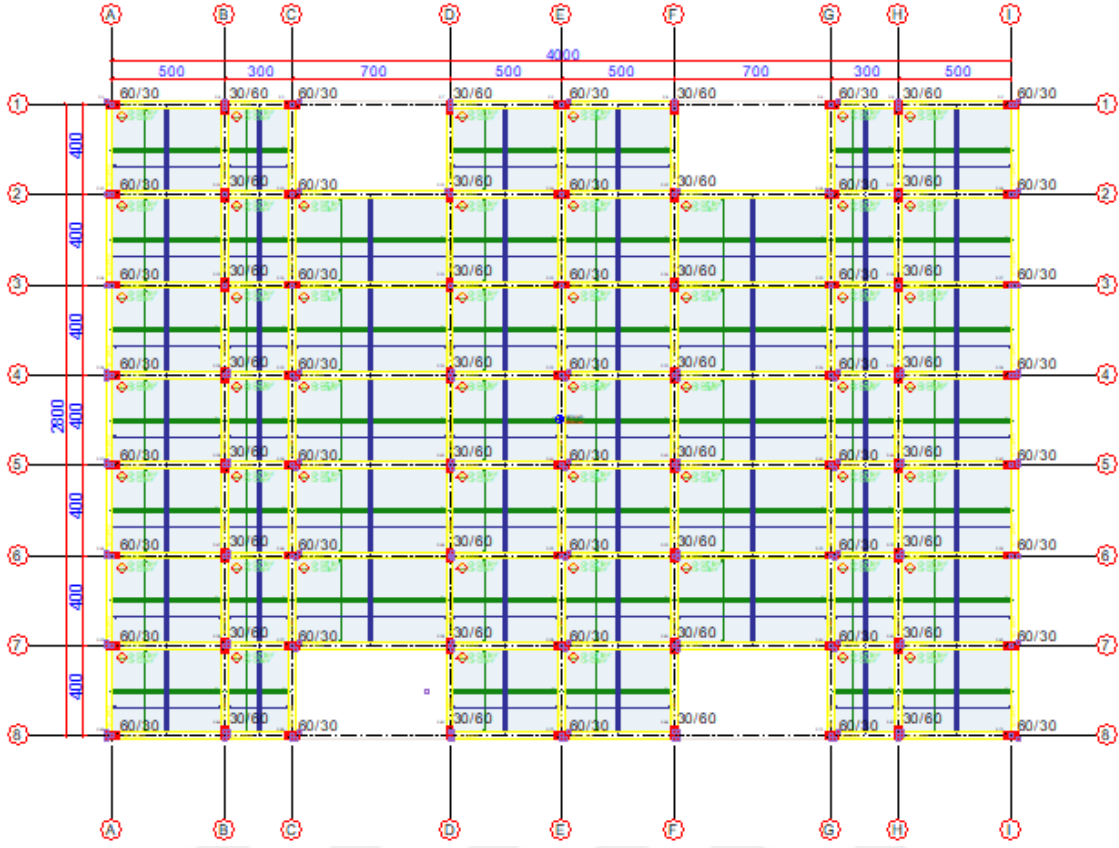


21-a

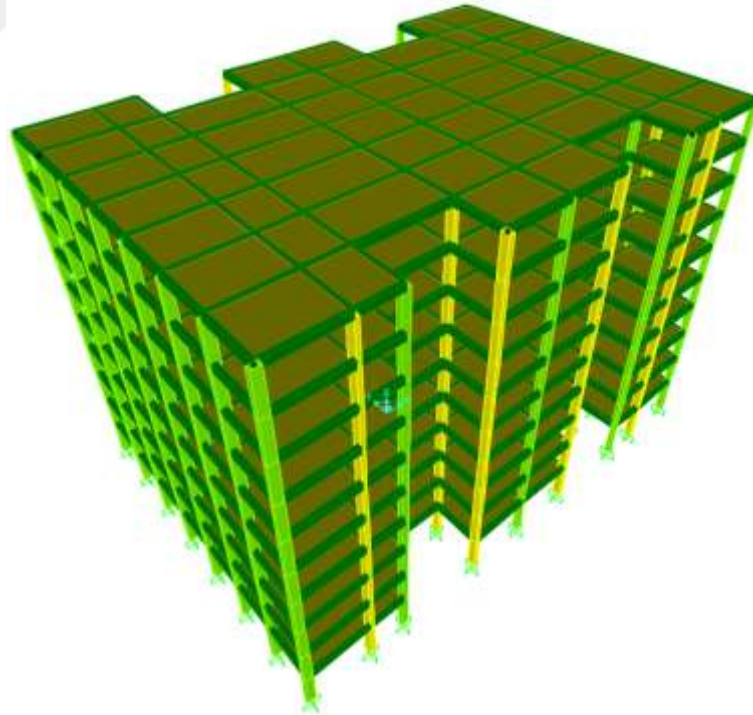


21-b

Şekil 2.21. (21) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

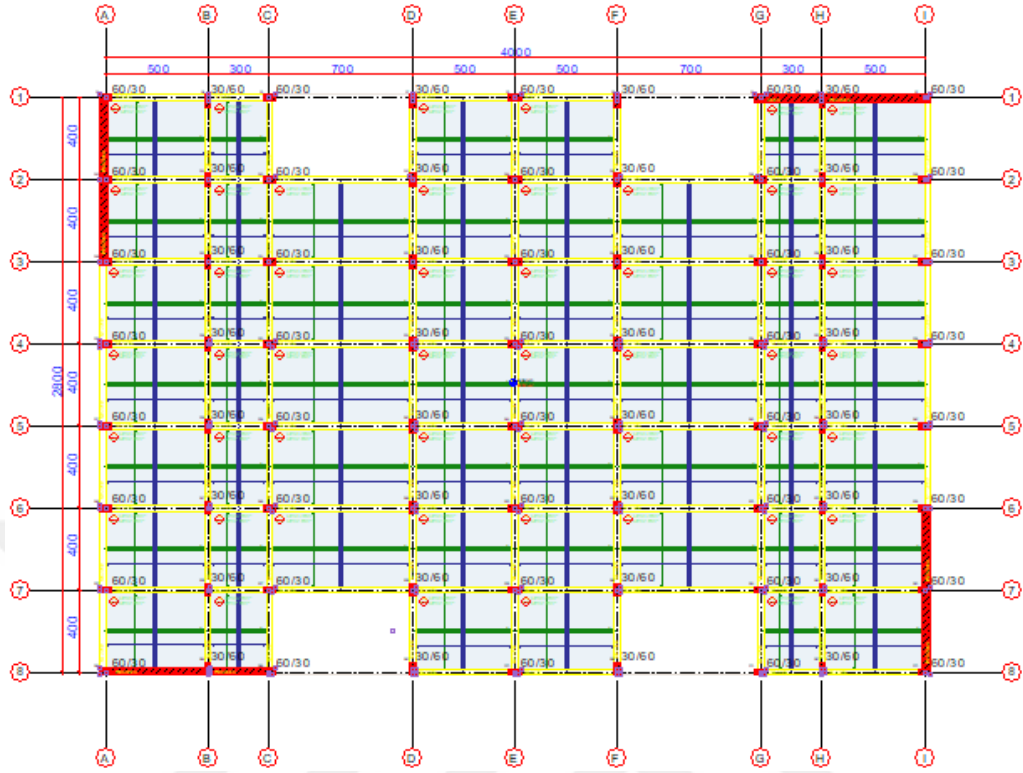


22-a

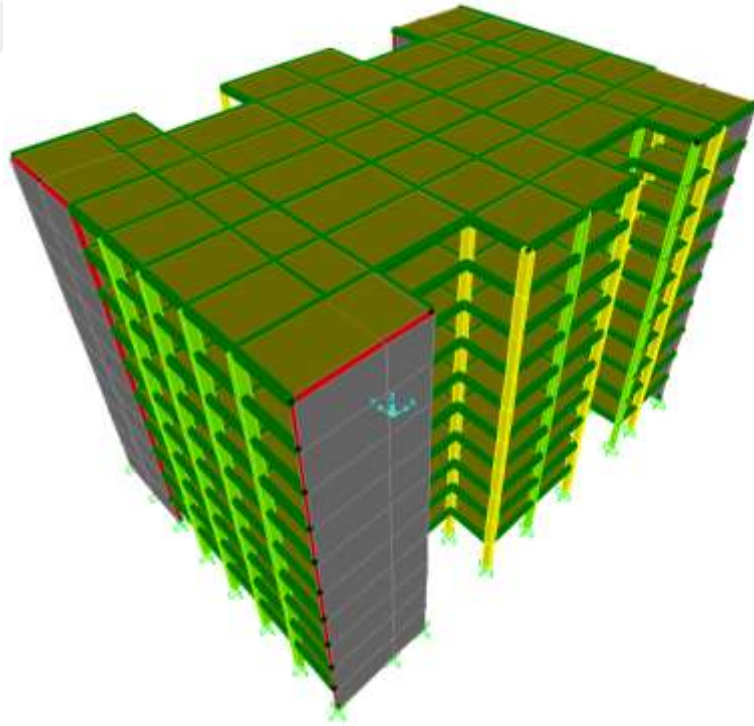


22-b

Şekil 2.22. (22) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

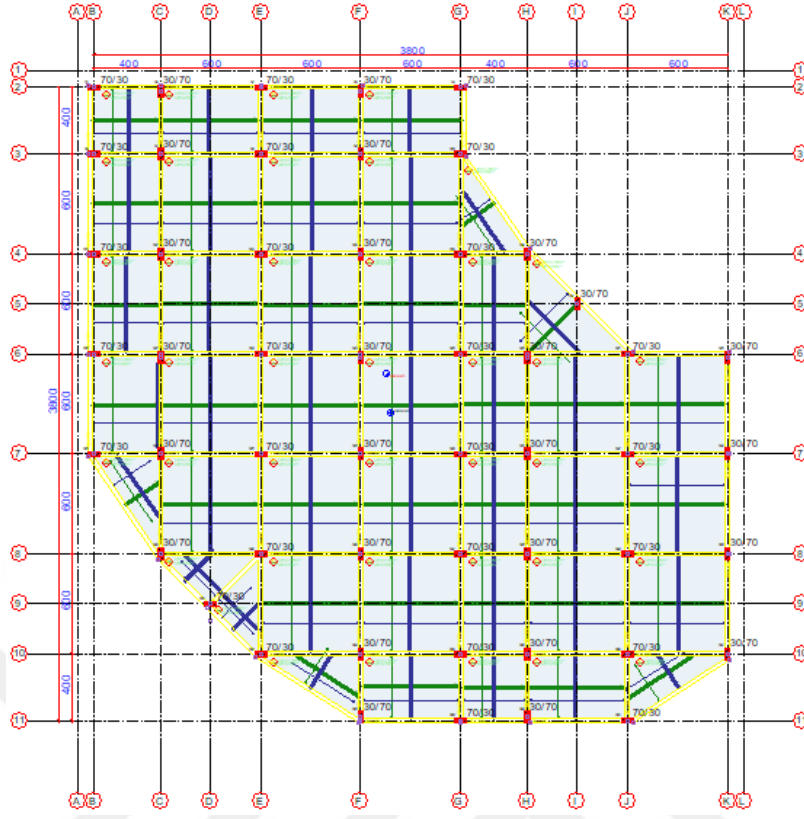


23-a

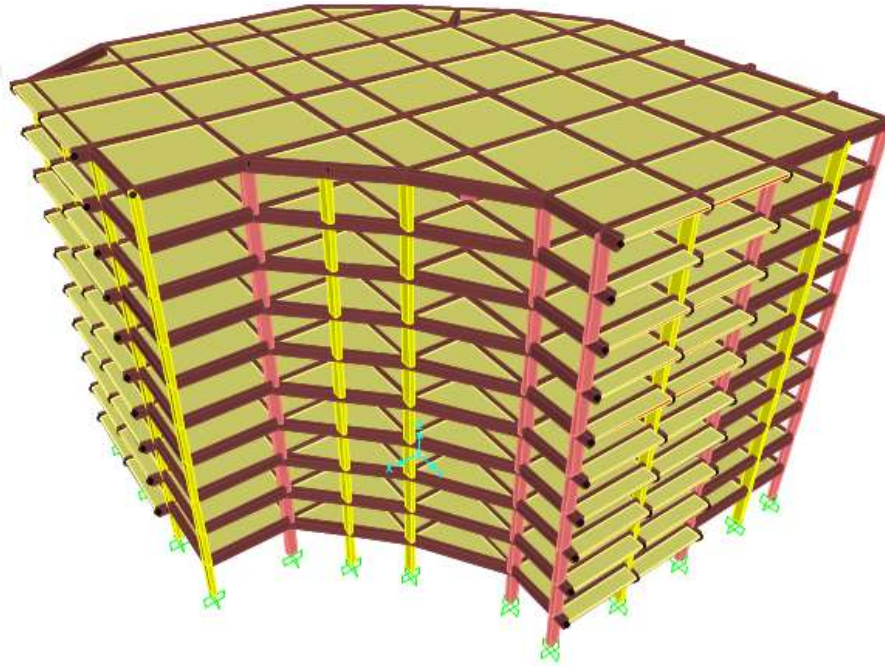


23-b

Şekil 2.23. (23) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

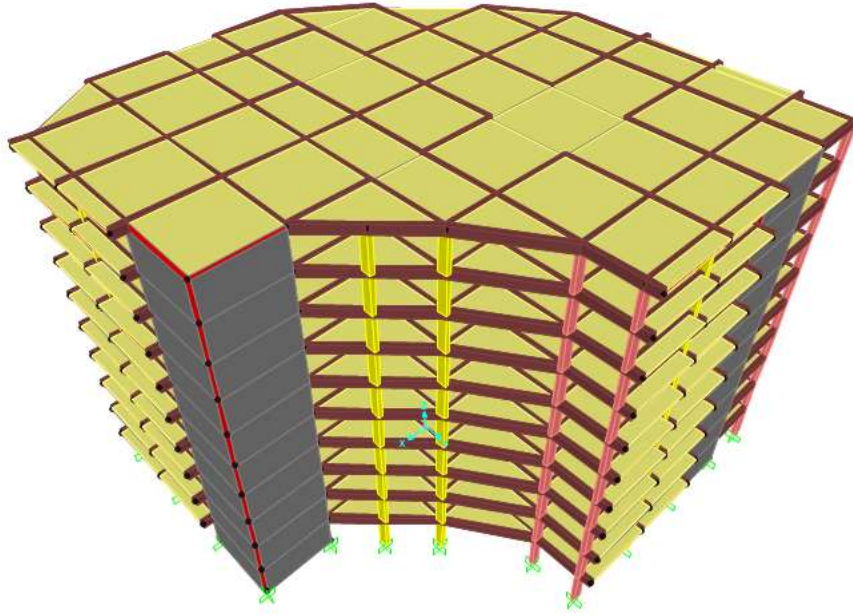
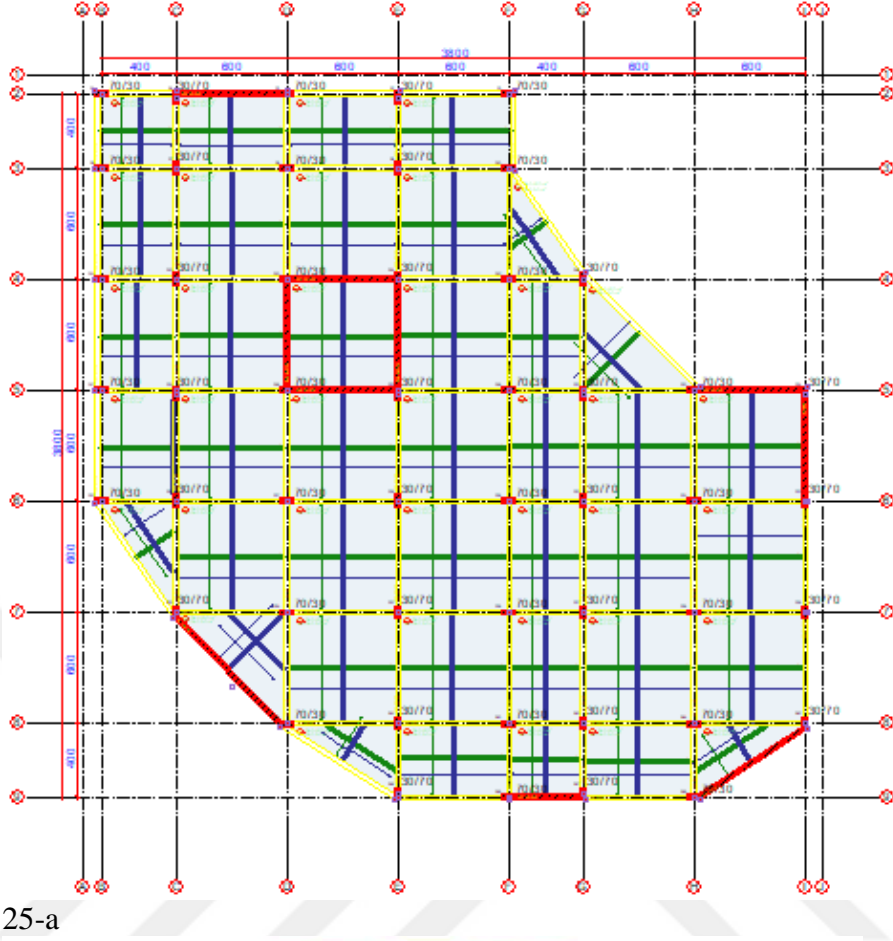


24-a

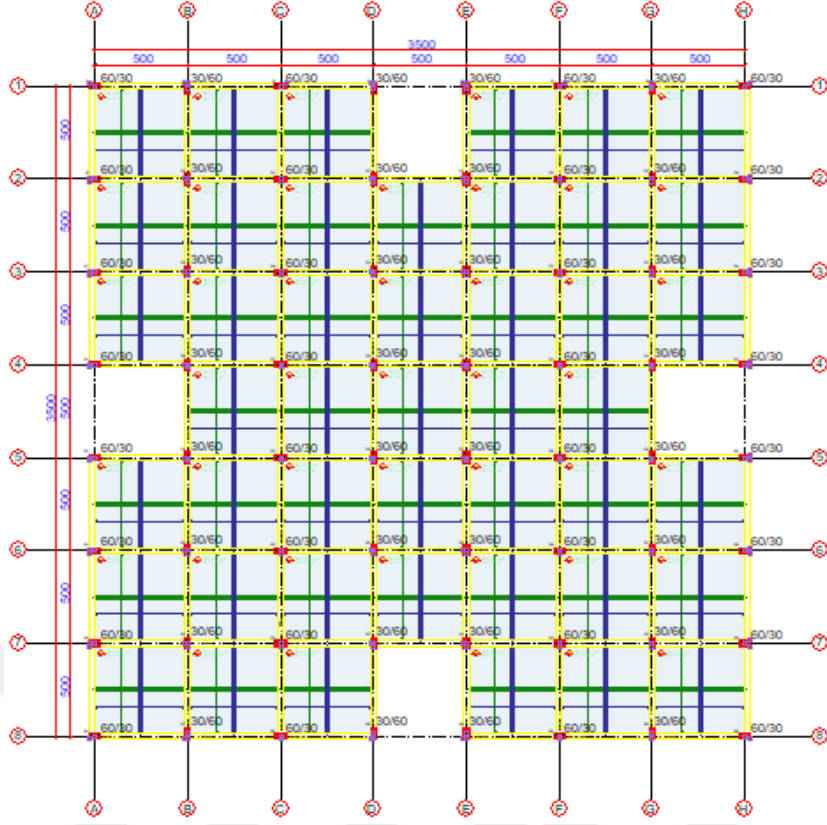


24-b

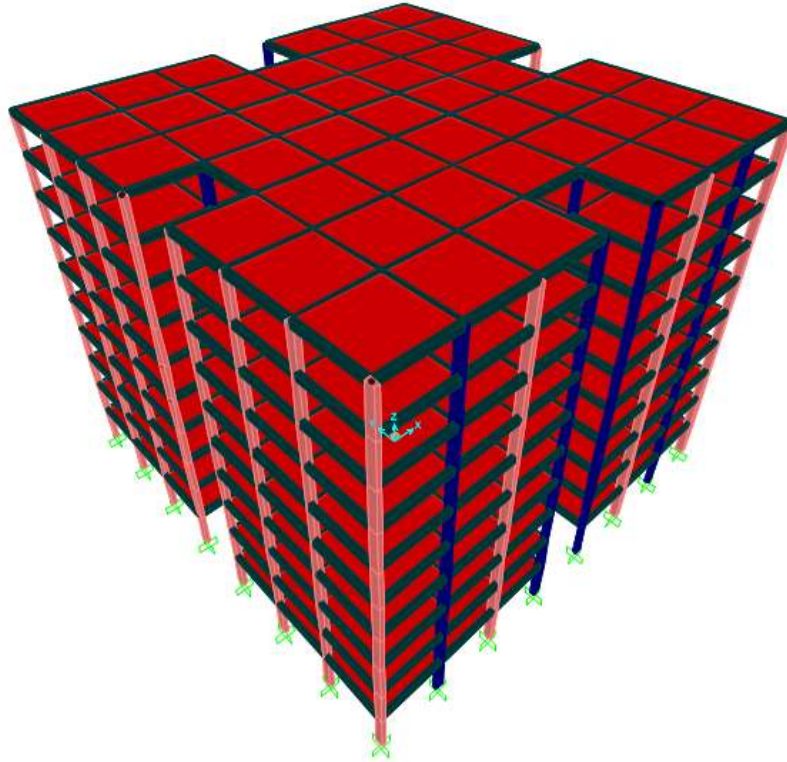
Şekil 2.24. (24) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



Şekil 2.25. (25) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

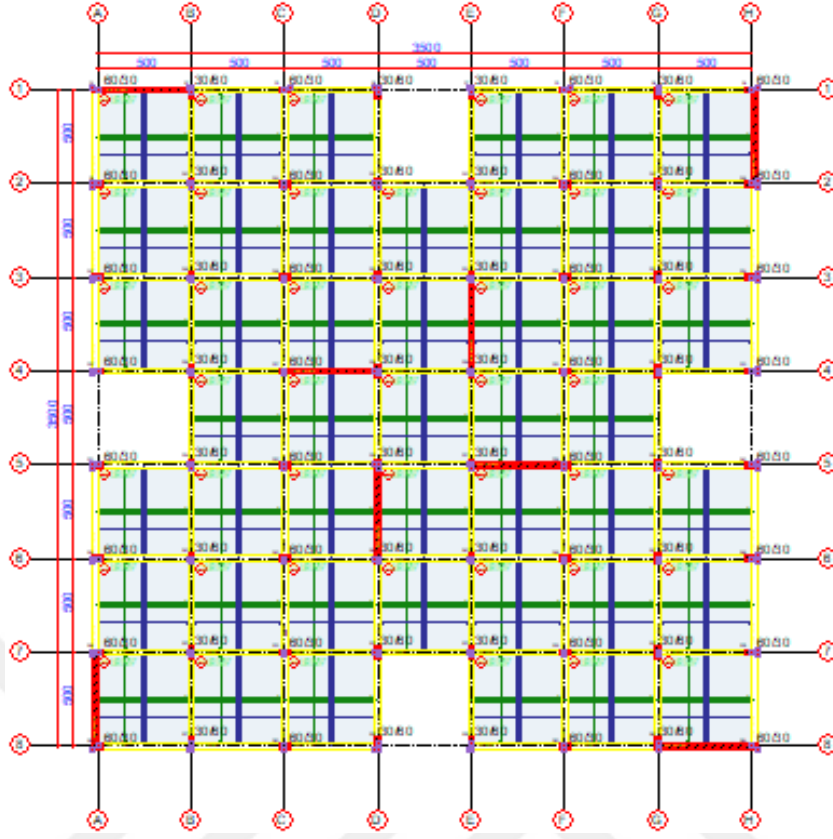


28-a

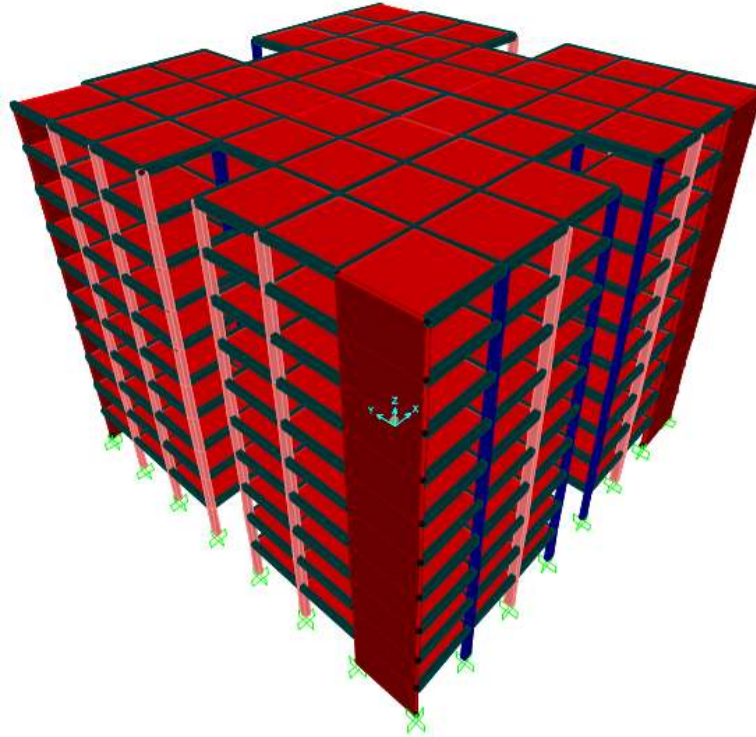


28-b

Şekil 2.28. (28) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

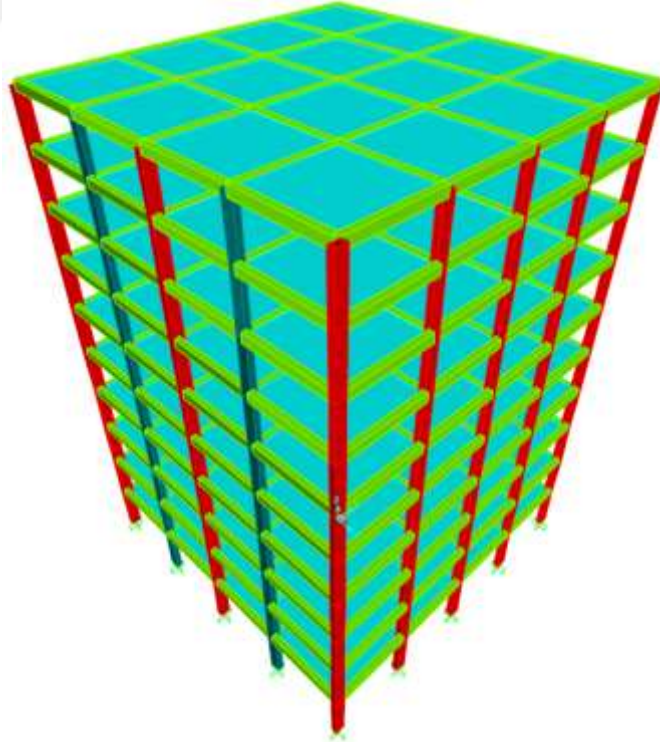
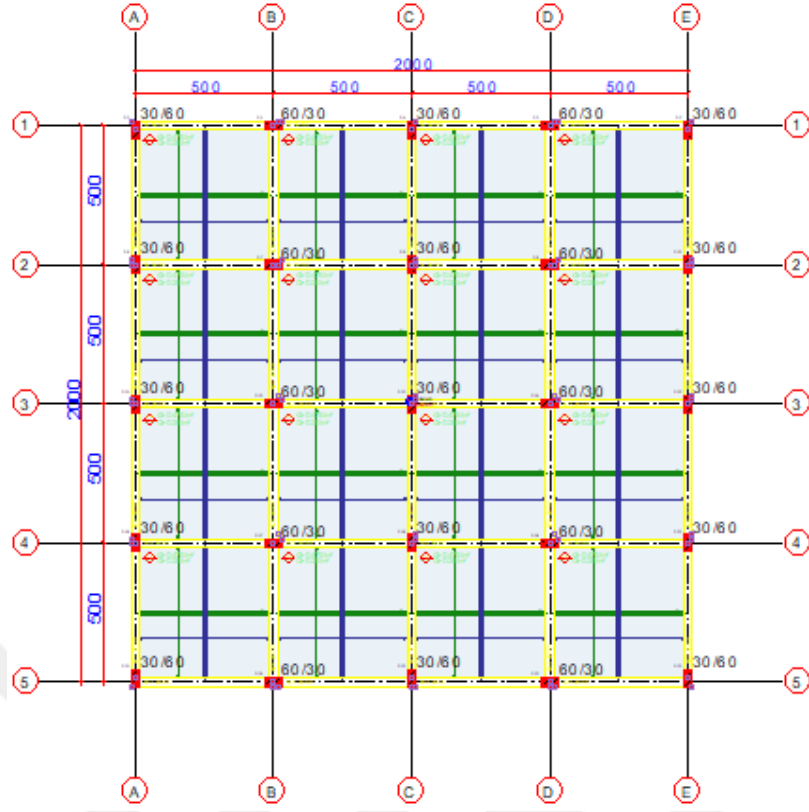


29-a



29-b

Şekil 2.29. (29) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



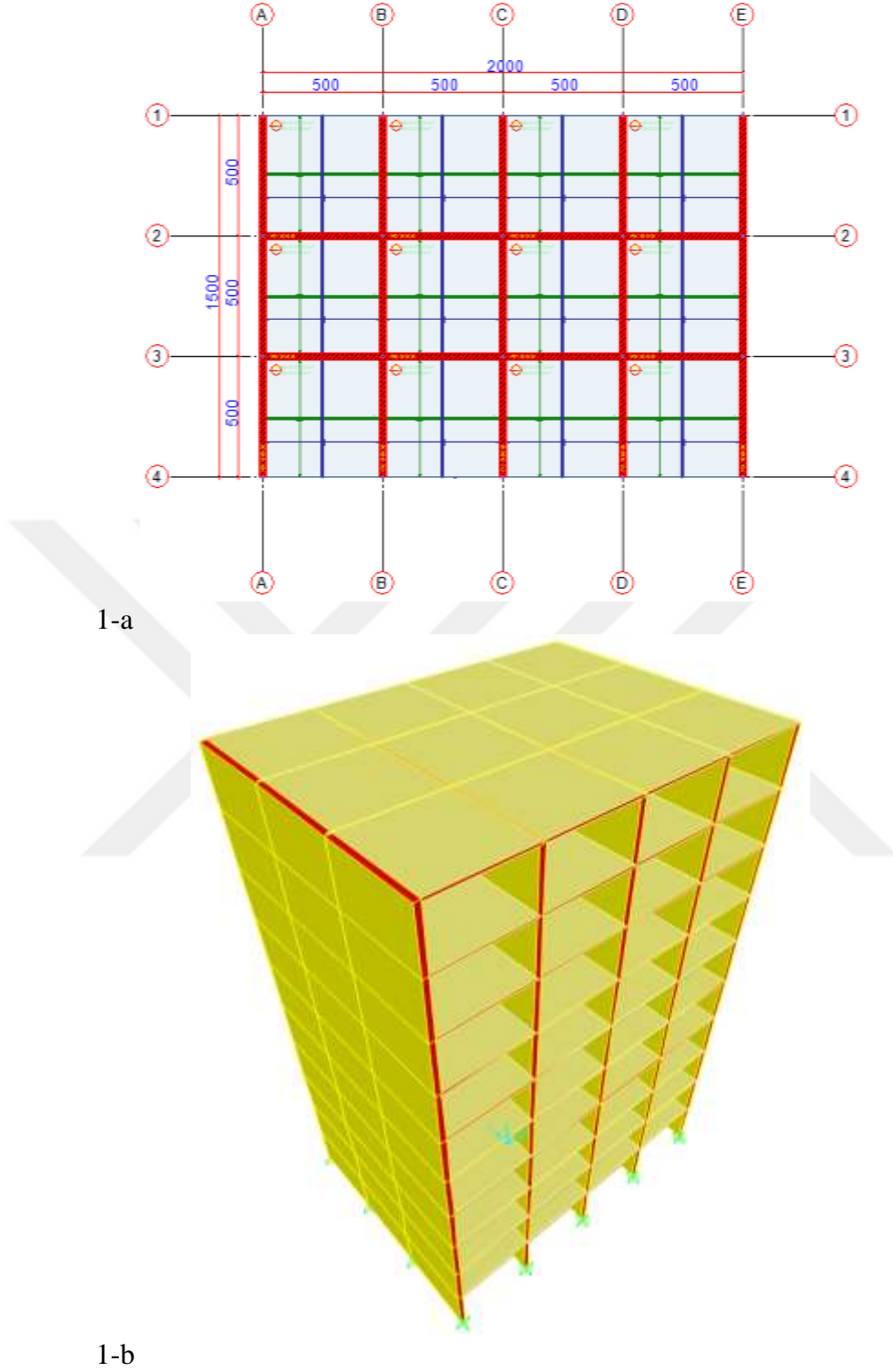
Şekil 2.30. (30) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

2.2. Perdeli Binaların Modellenmesi

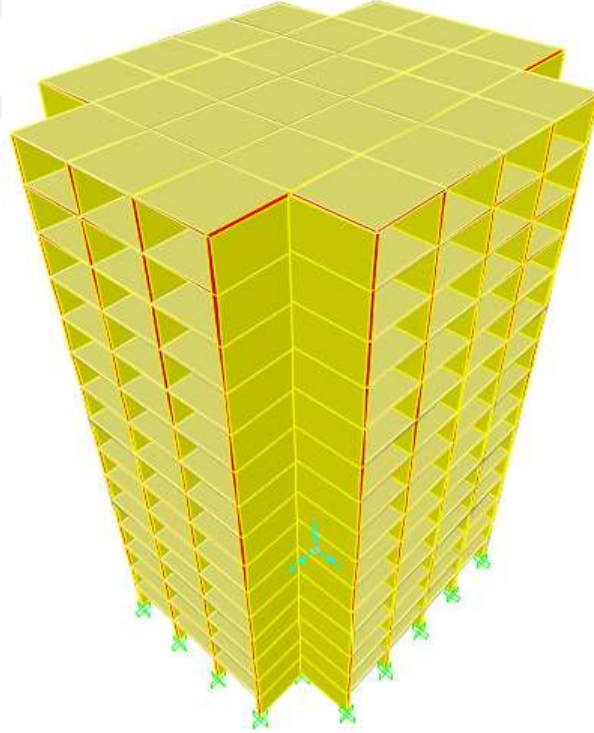
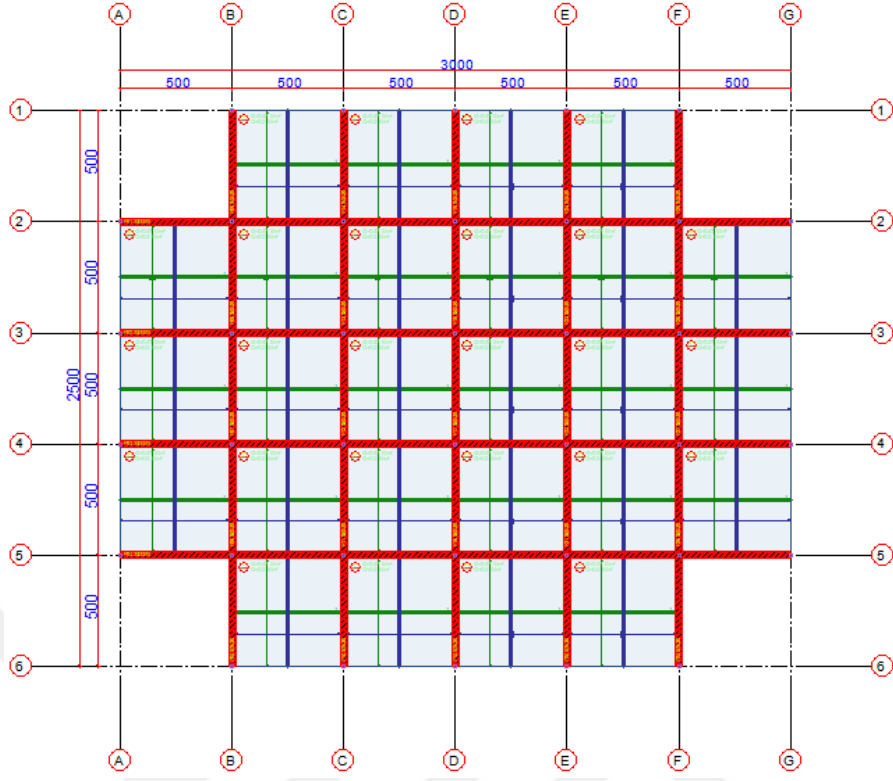
Perdeli binalar karşıladıkları yüksek kesme kuvvetleri nedeni ile sismik açıdan tehlikeli bölgelerde daha çok tercih edilseler de enerji yutma kapasitelerinin düşüklüğü de ayrıca istenmeyen bir durumdur. Rijitlikten kaynaklandığı bilinen bu durum, söz konusu binalarda çok küçük doğal titreşim periyotları ile birlikte çok küçük yatay deplasmanlara neden olmaktadır. Bina hakim doğal titreşim periyodunun belirlenmesi maksadıyla yapılan çalışma kapsamında, sadece perdelerden meydana gelen ve temelde 2 farklı kalıp planına sahip 83 adet betonarme bina modellenmiştir. Seçilen kalıp planları ise gerek ülkemizde gerekse dünyada konut tipi perdeli binalar için en yaygın biçimde kullanılan dikdörtgen yada haç şekilli olup binalar, içerisinde boşluk (kapı/pencere) ihtiva etmeyen “tünel kalıp” formatında modellenmiştir. Perdeli binaların kalıp işçiliğindeki zorluklar, mimarileri açısından bu tür sınırlamaları beraberinde getirmiştir. Bu nedenle en yaygın kullanılan kalıp planlarına göre numaralandırılan binaların beton sınıfları, eleman boyutları, kat alanları gibi parametreler Tablo 2.2’de ve kalıp planları ile 3D modelleri ise Şekil 2.31 ve Şekil 2.32’de belirtildiği şekildedir. Modellemede SAP2000v20 programı ve binaların doğal titreşim periyotlarının belirlenmesinde Modal Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Bahsedilen binaların yapı modelleme bilgileri, zemin kat rijitlikleri, C_t katsayılarının hesapları ve Rayleigh Formülü’nün uygulanması gibi işlemler sırasıyla Ek 1, Ek 2, Ek 3 ve Ek 4’de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. Modellenen binaların eleman boyutları ve malzeme özellikleri

Tüm binalar 3 m kat yüksekliğine sahiptir.					
No	Katsayısı	Beton Sınıfı	Perde Boyutları	Döşeme Kalınlığı (Cm)	Kat Alanı (m^2)
1	1	C20,25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	350
	5	C20,25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	350
	10	C25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	350
	15	C20,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	350
	20	C20,25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	350
2	19	C25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	650
	25	C25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	650
	30	C25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	650
	35	C20,25,30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	650
	40	C30,35,40,45,50,55,60	30*L	12	650



Şekil 2.31. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)



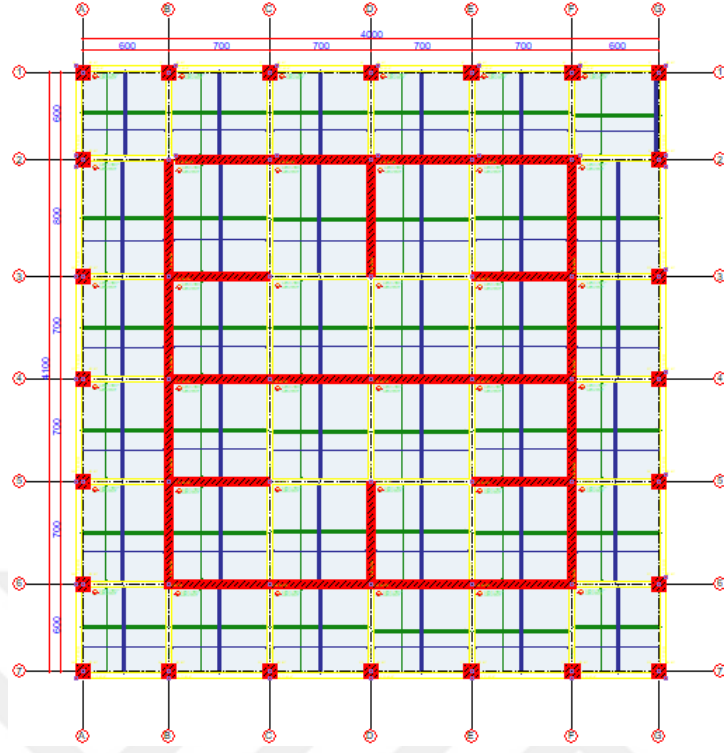
Şekil 2.32. (2) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

2.3. Yüksek Binaların Modellenmesi

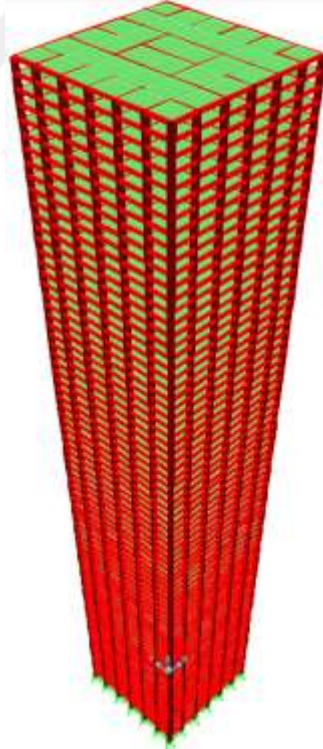
Çalışma kapsamında önerilen bağıntıların uygulanması maksadıyla Şekil 2.33’de kalıp planı ve 3D modeli gösterilen, eleman boyutları ve malzeme özellikleri Tablo 2.3’de belirtilen, 60 ile 80 kat arası değişen farklı beton sınıflarına sahip yüksek yapı formatında bina modelleri oluşturulmuştur. Bu doğrultuda SAP 2000v20 programı kullanılıp Modal Analiz Yöntemi ile ilgili binaların hakim doğal titreşim periyotları belirlenmiştir. Yüksek binaların gerek taban kesme kuvvetini karşılamak için gerekse en üst katların yatay deplasmanlarını minimum seviyede tutmak için uygulanan, binanın kalıp planı merkezinde yer alan ve kule şeklinde yükselerek perdelerden meydana gelen bir çekirdek sistem oluşturulmuştur. Söz konusu bu binalara ait yapı modelleme bilgileri, kat kütleleri, zemin kat (ilk kat) rijitlikleri gibi modelleme ve hesap detayları Ek 1 ve Ek 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Modellenen binanın eleman boyutları ve malzeme özellikleri

No	Kat Sayısı	Beton Sınıfı	Kolon Boyutları	Kiriş Boyutları	Perde Boyutları	Döşeme Kalınlığı	Kat Alanı (m^2)
1	60, 65, 70, 75, 80	C 40	100/100	40/60	60*L	12	1600
		C 45					
		C 50					
		C 55					
		C 60					



1-b



1-a

Şekil 2.33. (1) Nolu binanın kalıp planı (a) ve 3D modeli (b)

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. TBDY 2018'e Göre Modellenen Binaların Periyot Hesapları

3.1.1. DTS = 1, 1a, 2, 2a İçin Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların Doğal Periyot Hesapları

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından 18/03/2018 tarih ve 30364 sayılı ile yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda, deprem doğrultusu yani X doğrultusundaki bina hakim doğal titreşim periyodu Denklem 3.1 (Rayleigh Formülü) ile hesaplanmaktadır. Söz konusu yönetmeliğe göre Denklem 3.1 ile hesaplanan bina titreşim periyodu, Denklem 3.3'den elde edilen periyot değerlerinin 1.4 katını geçmemelidir. Kalıp planlarına göre Tablo 2.1'de belirtildiği şekilde 1 ile 30 arasında numaralandırılan bina örneklerinden, 1 ile 10 kat arasında değişen toplam 110 adet binaya, bahsi geçen Denklem 3.1'deki Rayleigh Formülü uygulanmıştır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde kat yüksekliğinin artmasının Rayleigh Bağıntısı'ndan elde edilen periyot değerlerini arttırdığı ve periyot değerlerinin büyük çoğunluğunun Denklem 3.3'ün 1.4 katından daha büyük olduğu görülmektedir. Bu bağlamda gerek işlemler yükü gerek zaman kullanımı gibi sebepler gerekse ortaya çıkan bu sonuçlar ele alındığında 10. kattan sonrası için ilgili binalara, DTS = 1, 1a, 2, 2a kapsamında Denklem 3.3'ün 1.4 katı uygulanarak periyot hesaplamaları yapılmıştır. Yine yönetmeliğe göre DTS = 1, 1a, 2, 2a olan ve $BYS \geq 6$ olan binalarda da Denklem 3.3'ün kullanılacağı belirtilmiş ve bu tez çalışmasında da 1 ile 5 kat arasında değişen binalara aynı şekilde uygulanmıştır. Tüm bu veriler göz önüne alınarak Excel 2016 programı yardımıyla uygulanan Rayleigh Formülü'nün hesap adımları ve bulunan değerler Ek 4'de gösterilmiştir.

$$T_p^{(X)} = 2 \times \pi \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^{(X)2})}{\sum_{i=1}^N (F_i^{(X)} \times d_{fi}^{(X)})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.1)$$

Burada $T_p^{(X)}$ hakim doğal titreşim periyodunu (s), m_i i'inci kat kütleini (t), $F_i^{(X)}$ Denklem 3.2'deki $(V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)})$ ifadesinin yerine yazılacak herhangi bir kuvvetle bulunan ve i'inci kata etkileyen fiktif yükü, $d_{fi}^{(X)}$ fiktif yükleme noktasında yük doğrultusundaki deplasmanı (m), ifade etmektedir.

$$F_{iE}^{(X)} = (V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)}) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j} \quad (3.2)$$

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.3)$$

Burada H_N binanın yüksekliğini (m), C_t bina türüne göre değişen katsayıyı, $(V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)})$ katlara dağıtılacak eşdeğer deprem yükünü ifade etmektedir. C_t katsayısı, taşıyıcı sistemi tamamen betonarme çerçevelerden oluşan binalarda 0.1 ve betonarme perde-çerçeve karma tip binalarda 0.07 olarak alınmaktadır. Bu doğrultuda bahsi geçen formüllerden elde edilen sonuçların ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması ve bulunan ortalama mutlak hata değeri Tablo 3.1'de ve bu tablonun regresyon analizi sonucunda elde edilen veriler de Ek 6'da gösterilmiştir

Tablo 3.1. TBDY 2018'den (DTS = 1, 1a, 2, 2a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	DTS(1,1a2,2a)	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	Denk. 3.1/3.3	% Hata
1(1)	1	3	0.05263	0.15957	203.1921
2(2)	1	3	0.09275	0.22795	145.7682
3(3)	1	3	0.04629	0.15957	244.7181
4(4)	1	3	0.04151	0.15957	284.4134
5(5)	1	3	0.07292	0.22795	212.6029
6(6)	1	3	0.07148	0.22795	218.9004
7(7)	1	3	0.04184	0.15957	281.3815
8(8)	1	3	0.10102	0.22795	125.6484
9(9)	1	3	0.04902	0.15957	225.5202
10(10)	1	3	0.03687	0.15957	332.7909
11(1)	4	12	0.16172	0.45132	179.0749
12(2)	4	12	0.3619	0.64474	78.15419

Tablo 3.1'in devamı

13(3)	4	12	0.21216	0.45132	112.7262
14(11)	4	12	0.3606	0.64474	78.79645
15(12)	4	12	0.12329	0.45132	266.0638
16(24)	4	12	0.34607	0.64474	86.30335
17(25)	4	12	0.11617	0.45132	288.4996
18(26)	4	16	0.4658	0.64474	38.41563
19(27)	4	16	0.24679	0.45132	82.87613
20(28)	4	12	0.3749	0.64474	71.97653
21(1)	5	15	0.25007	0.53354	113.3563
22(2)	5	15	0.52629	0.7622	44.8251
23(3)	5	15	0.32839	0.53354	62.47145
24(4)	5	15	0.25855	0.53354	106.3585
25(5)	5	15	0.54113	0.7622	40.8534
26(6)	5	15	0.60683	0.7622	25.60355
27(7)	5	15	0.26015	0.53354	105.0894
28(8)	5	15	0.60166	0.7622	26.68284
29(9)	5	15	0.31008	0.53354	72.06527
30(10)	5	15	0.24124	0.53354	121.1656
31(11)	5	15	0.52292	0.7622	45.75843
32(12)	5	15	0.19412	0.53354	174.8506
33(13)	5	15	0.47856	0.7622	59.26948
34(14)	5	15	0.22066	0.53354	141.7928
35(15)	5	15	0.26276	0.53354	103.0522
36(16)	5	15	0.562	0.7622	35.62278
37(17)	5	15	0.19692	0.53354	170.9425
38(18)	5	15	0.47153	0.7622	61.64401
39(19)	5	15	0.19693	0.53354	170.9288
40(20)	5	15	0.39074	0.7622	95.06577
41(21)	5	15	0.25496	0.53354	109.2642
42(22)	5	15	0.50722	0.7622	50.2701
43(23)	5	15	0.24355	0.53354	119.068
44(24)	5	15	0.4984	0.7622	52.92937
45(25)	5	15	0.18121	0.53354	194.4319
46(26)	5	20	0.676	0.7622	12.75148
47(27)	5	20	0.37974	0.53354	40.5014
48(28)	5	15	0.5428	0.7622	40.42004
49(29)	5	15	0.28662	0.53354	86.14891
50(30)	5	15	0.54632	0.7622	39.5153
51(16)	5	15	0.68831	0.7622	10.73499
52(17)	5	15	0.24117	0.53354	121.2298
53(18)	5	15	0.5775	0.7622	31.98268
54(19)	5	15	0.24118	0.53354	121.2207
55(20)	5	15	0.47856	0.7622	59.26948

Tablo 3.1'in devamı

56(21)	5	15	0.31226	0.53354	70.86402
57(22)	5	15	0.62122	0.7622	22.69405
58(23)	5	15	0.29829	0.53354	78.8662
59(24)	5	15	0.60629	0.7622	25.71542
60(25)	5	15	0.22193	0.53354	140.4091
61(26)	5	20	0.82793	0.7622	7.939077
62(27)	5	20	0.46508	0.53354	14.72005
63(28)	5	15	0.66479	0.7622	14.65275
64(29)	5	15	0.35104	0.53354	51.98838
65(30)	5	15	0.66911	0.7622	13.91251
66(1)	10	30	0.45666	1.25622	175.0887
67(2)	10	30	0.76145	1.794604	135.6824
68(3)	10	30	0.56122	1.25622	123.8374
69(4)	10	30	0.47324	1.25622	165.4509
70(5)	10	30	0.80028	1.794604	124.247
71(6)	10	30	0.71375	1.794604	151.4331
72(7)	10	30	0.4688	1.247504	166.1058
73(8)	10	30	0.87999	1.794604	103.9346
74(9)	10	30	0.57821	1.25622	117.2602
75(10)	10	30	0.3816	1.031556	170.3239
76(11)	10	30	0.75368	1.794604	138.1122
77(12)	10	30	0.38627	1.191216	208.3894
78(13)	10	30	0.70093	1.692219	141.4248
79(14)	10	30	0.42866	1.019483	137.8302
80(15)	10	30	0.47817	1.183155	147.4339
81(1)	10	30	0.64581	1.25622	94.51851
82(2)	10	30	1.07685	1.794604	66.65311
83(3)	10	30	0.79368	1.25622	58.2779
84(4)	10	30	0.66926	1.25622	87.70284
85(5)	10	30	1.13177	1.794604	58.56614
86(6)	10	30	1.00939	1.794604	77.79094
87(7)	10	30	0.66298	1.25622	89.48083
88(8)	10	30	1.2445	1.794604	44.20281
89(9)	10	30	0.81771	1.25622	53.62659
90(10)	10	30	0.53966	1.25622	132.7799
91(11)	10	30	1.06586	1.794604	68.37146
92(12)	10	30	0.55077	1.25622	128.0843
93(13)	10	30	0.99127	1.794604	81.04089
94(14)	10	30	0.60621	1.25622	107.2252
95(15)	10	30	0.67624	1.25622	85.76541
96(16)	10	30	1.13965	1.794604	57.46975
97(17)	10	30	0.54955	1.25622	128.5907
98(18)	10	30	0.99039	1.794604	81.20175

Tablo 3.1'in devamı

99(19)	10	30	0.56103	1.25622	123.9132
100(20)	10	30	0.88291	1.794604	103.2601
101(21)	10	30	0.6761	1.25622	85.80388
102(22)	10	30	1.0451	1.794604	71.71601
103(23)	10	30	0.63014	1.25622	99.3557
104(24)	10	30	1.00589	1.794604	78.40957
105(25)	10	30	0.48973	1.25622	156.5128
106(26)	10	40	1.37131	1.794604	30.86786
107(27)	10	40	0.94486	1.25622	32.95303
108(28)	10	30	1.10094	1.794604	63.00652
109(29)	10	30	0.72457	1.25622	73.37455
110(30)	10	30	1.10691	1.794604	62.12736
111(10)	15	45	0.81084	1.702694	109.9914
112(11)	15	45	1.41137	3.102694	119.8356
113(12)	15	45	0.80608	1.702694	111.2314
114(13)	15	45	1.17508	3.102694	164.0411
115(14)	15	45	0.78108	1.702694	117.9923
116(15)	15	45	0.80882	1.702694	110.5158
117(16)	15	45	1.60443	3.102694	93.38295
118(17)	15	45	0.84306	1.702694	101.9659
119(18)	15	45	1.24483	3.102694	149.2464
120(19)	15	45	0.77934	1.702694	118.479
121(1)	19	57	1.38801	2.032982	46.46739
122(2)	19	57	1.82667	2.904258	58.99194
123(3)	19	57	1.42208	2.032982	42.95834
124(4)	19	57	1.20309	2.032982	68.98004
125(5)	19	57	1.66135	2.904258	74.81313
126(6)	19	57	1.42387	2.904258	103.9693
127(7)	19	57	1.38232	2.032982	47.07029
128(8)	19	57	2.10975	2.904258	37.65887
129(9)	19	57	1.53313	2.032982	32.60337
130(10)	19	57	0.90823	2.032982	123.84
131(1)	20	60	1.48209	2.112712	42.54951
132(2)	20	60	1.92964	3.018148	56.4099
133(3)	20	60	1.51248	2.112712	39.68529
134(4)	20	60	1.28571	2.112712	64.32259
135(5)	20	60	1.75744	3.018148	71.73548
136(6)	20	60	1.5064	3.018148	100.355
137(7)	20	60	1.47248	2.112712	43.47984
138(8)	20	60	2.22744	3.018148	35.49851
139(9)	20	60	1.63511	2.112712	29.20917
140(10)	20	60	0.96899	2.112712	118.0324
141(18)	25	75	2.64881	3.567998	34.70192

Tablo 3.1'in devamı

142(19)	25	75	2.04549	2.4976	22.10277
143(22)	25	75	2.8201	3.567998	26.52027
144(23)	25	75	2.28042	2.4976	9.523684
145(24)	25	75	2.7084	3.567998	31.73822
146(25)	25	75	1.74063	2.4976	43.48828
147(26)	25	100	3.51727	4.427192	25.87012
148(27)	25	100	2.9467	3.099026	5.169376
149(28)	25	75	2.8875	3.567998	23.56703
150(29)	25	75	2.29228	2.4976	8.957021
151(30)	25	75	2.95896	3.567998	20.58284
152(10)	30	90	1.98438	2.863574	44.30573
153(11)	30	90	3.03663	4.090814	34.71559
154(12)	30	90	2.1035	2.863574	36.13378
155(13)	30	90	2.49677	4.090814	63.84425
156(14)	30	90	1.92649	2.863574	48.64204
157(15)	30	90	1.92932	2.863574	48.424
158(16)	30	90	3.37898	4.090814	21.06653
159(17)	30	90	2.13812	2.863574	33.92953
160(18)	30	90	2.64871	4.090814	54.44552
161(19)	30	90	2.02265	2.863574	41.57536
162(1)	35	105	3.00016	3.21454	7.145619
163(2)	35	105	3.58985	4.592196	27.92167
164(3)	35	105	2.94659	3.21454	9.093562
165(5)	35	105	3.51123	4.592196	30.78596
166(24)	35	105	2.97938	4.592196	54.1326
167(25)	35	105	1.94697	3.21454	65.10475
168(26)	35	140	4.65443	5.698028	22.42161
169(27)	35	140	3.82029	3.988614	4.406053
170(28)	35	105	3.426	4.592196	34.03958
171(29)	35	105	2.67976	3.21454	19.95626
172(1)	40	120	3.54405	3.553144	0.256599
173(2)	40	120	4.20044	5.07591	20.84234
174(3)	40	120	3.45712	3.553144	2.777572
175(5)	40	120	4.14637	5.07591	22.41816
176(24)	40	120	3.51572	5.07591	44.37754
177(25)	40	120	2.34043	3.553144	51.81586
178(26)	40	160	5.38314	6.298222	16.99904
179(27)	40	160	4.48067	4.408754	1.605028
180(28)	40	120	3.9937	5.07591	27.09793
181(29)	40	120	3.15566	3.553144	12.59591
			<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>% 83.68141</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.957554</i>

3.1.2. DTS = 3, 3a, 4, 4a İçin Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Tip Karma Binaların Doğal Periyot Hesapları

Bilindiği üzere mevcut durumda kullanılan ve AFAD tarafından 18/03/2018 tarih ve 30364 sayı ile yayımlanan TB DY’de, DTS = 3, 3a, 4, 4a olan tüm binaların hakim doğal titreşim periyotları Rayleigh Formülü’ne gerek kalmadan Denklem 3.4 ile hesaplanabilmektedir. Yine bu bilgiler ışığında, söz konusu eşitliğin Tablo 2.1’de belirtilen binalara uygulanmasıyla elde edilen değerlerin ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması ve bulunan ortalama mutlak hata değeri Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.4)$$

Burada H_N bina toplam yüksekliği (m), C_t bina türüne göre değişen katsayıyı ifade etmektedir. C_t katsayısı, taşıyıcı sistemi tamamen betonarme çerçevelerden oluşan binalarda 0.1 ve betonarme perde-çerçeve karma tip binalara da 0.07 olarak alınmaktadır. İlgili tabloya ait regresyon analizi verileri de Ek 6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.2. TB DY 2018’den (DTS = 3, 3a, 4, 4a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	DTS(3,3a,4,4a)	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	$T_{pA} = C_t H_N^{3/4}$	% Hata
1(1)	1	3	0.05263	0.15957	203.1921
2(2)	1	3	0.09275	0.22795	145.7682
3(3)	1	3	0.04629	0.15957	244.7181
4(4)	1	3	0.04151	0.15957	284.4134
5(5)	1	3	0.07292	0.22795	212.6029
6(6)	1	3	0.07148	0.22795	218.9004
7(7)	1	3	0.04184	0.15957	281.3815
8(8)	1	3	0.10102	0.22795	125.6484
9(9)	1	3	0.04902	0.15957	225.5202
10(10)	1	3	0.03687	0.15957	332.7909
11(1)	4	12	0.16172	0.45132	179.0749
12(2)	4	12	0.3619	0.64474	78.15419
13(3)	4	12	0.21216	0.45132	112.7262

Tablo 3.2'nin devamı

14(11)	4	12	0.3606	0.64474	78.79645
15(12)	4	12	0.12329	0.45132	266.0638
16(24)	4	12	0.34607	0.64474	86.30335
17(25)	4	12	0.11617	0.45132	288.4996
18(26)	4	16	0.4658	0.64474	38.41563
19(27)	4	16	0.24679	0.45132	82.87613
20(28)	4	12	0.3749	0.64474	71.97653
21(1)	5	15	0.25007	0.53354	113.3563
22(2)	5	15	0.52629	0.7622	44.8251
23(3)	5	15	0.32839	0.53354	62.47145
24(4)	5	15	0.25855	0.53354	106.3585
25(5)	5	15	0.54113	0.7622	40.8534
26(6)	5	15	0.60683	0.7622	25.60355
27(7)	5	15	0.26015	0.53354	105.0894
28(8)	5	15	0.60166	0.7622	26.68284
29(9)	5	15	0.31008	0.53354	72.06527
30(10)	5	15	0.24124	0.53354	121.1656
31(11)	5	15	0.52292	0.7622	45.75843
32(12)	5	15	0.19412	0.53354	174.8506
33(13)	5	15	0.47856	0.7622	59.26948
34(14)	5	15	0.22066	0.53354	141.7928
35(15)	5	15	0.26276	0.53354	103.0522
36(16)	5	15	0.562	0.7622	35.62278
37(17)	5	15	0.19692	0.53354	170.9425
38(18)	5	15	0.47153	0.7622	61.64401
39(19)	5	15	0.19693	0.53354	170.9288
40(20)	5	15	0.39074	0.7622	95.06577
41(21)	5	15	0.25496	0.53354	109.2642
42(22)	5	15	0.50722	0.7622	50.2701
43(23)	5	15	0.24355	0.53354	119.068
44(24)	5	15	0.4984	0.7622	52.92937
45(25)	5	15	0.18121	0.53354	194.4319
46(26)	5	20	0.676	0.7622	12.75148
47(27)	5	20	0.37974	0.53354	40.5014
48(28)	5	15	0.5428	0.7622	40.42004
49(29)	5	15	0.28662	0.53354	86.14891
50(30)	5	15	0.54632	0.7622	39.5153
51(16)	5	15	0.68831	0.7622	10.73499
52(17)	5	15	0.24117	0.53354	121.2298
53(18)	5	15	0.5775	0.7622	31.98268
54(19)	5	15	0.24118	0.53354	121.2207
55(20)	5	15	0.47856	0.7622	59.26948

Tablo 3.2'nin devamı

56(21)	5	15	0.31226	0.53354	70.86402
57(22)	5	15	0.62122	0.7622	22.69405
58(23)	5	15	0.29829	0.53354	78.8662
59(24)	5	15	0.60629	0.7622	25.71542
60(25)	5	15	0.22193	0.53354	140.4091
61(26)	5	20	0.82793	0.7622	7.939077
62(27)	5	20	0.46508	0.53354	14.72005
63(28)	5	15	0.66479	0.7622	14.65275
64(29)	5	15	0.35104	0.53354	51.98838
65(30)	5	15	0.66911	0.7622	13.91251
66(1)	10	30	0.45666	0.8973	96.49192
67(2)	10	30	0.76145	1.28186	68.34461
68(3)	10	30	0.56122	0.8973	59.88382
69(4)	10	30	0.47324	0.8973	89.60781
70(5)	10	30	0.80028	1.28186	60.17644
71(6)	10	30	0.71375	1.28186	79.5951
72(7)	10	30	0.4688	0.8973	91.40358
73(8)	10	30	0.87999	1.28186	45.66756
74(9)	10	30	0.57821	0.8973	55.18583
75(10)	10	30	0.3816	0.8973	135.1415
76(11)	10	30	0.75368	1.28186	70.08014
77(12)	10	30	0.38627	0.8973	132.2987
78(13)	10	30	0.70093	1.28186	82.87989
79(14)	10	30	0.42866	0.8973	109.3267
80(15)	10	30	0.47817	0.8973	87.65293
81(1)	10	30	0.64581	0.8973	38.94179
82(2)	10	30	1.07685	1.28186	19.03793
83(3)	10	30	0.79368	0.8973	13.05564
84(4)	10	30	0.66926	0.8973	34.07345
85(5)	10	30	1.13177	1.28186	13.26153
86(6)	10	30	1.00939	1.28186	26.99353
87(7)	10	30	0.66298	0.8973	35.34345
88(8)	10	30	1.2445	1.28186	3.002009
89(9)	10	30	0.81771	0.8973	9.73328
90(10)	10	30	0.53966	0.8973	66.27136
91(11)	10	30	1.06586	1.28186	20.26533
92(12)	10	30	0.55077	0.8973	62.91737
93(13)	10	30	0.99127	1.28186	29.31492
94(14)	10	30	0.60621	0.8973	48.01801
95(15)	10	30	0.67624	0.8973	32.68958
96(16)	10	30	1.13965	1.28186	12.47839
97(17)	10	30	0.54955	0.8973	63.27905

Tablo 3.2'nin devamı

98(18)	10	30	0.99039	1.28186	29.42982
99(19)	10	30	0.56103	0.8973	59.93797
100(20)	10	30	0.88291	1.28186	45.18581
101(21)	10	30	0.6761	0.8973	32.71705
102(22)	10	30	1.0451	1.28186	22.65429
103(23)	10	30	0.63014	0.8973	42.39693
104(24)	10	30	1.00589	1.28186	27.43541
105(25)	10	30	0.48973	0.8973	83.22341
106(26)	10	40	1.37131	1.28186	6.52296
107(27)	10	40	0.94486	0.8973	5.03355
108(28)	10	30	1.10094	1.28186	16.43323
109(29)	10	30	0.72457	0.8973	23.83897
110(30)	10	30	1.10691	1.28186	15.80526
111(10)	15	45	0.81084	1.21621	49.99383
112(11)	15	45	1.41137	2.21621	57.02544
113(12)	15	45	0.80608	1.21621	50.87957
114(13)	15	45	1.17508	2.21621	88.60078
115(14)	15	45	0.78108	1.21621	55.70876
116(15)	15	45	0.80882	1.21621	50.36844
117(16)	15	45	1.60443	2.21621	38.13068
118(17)	15	45	0.84306	1.21621	44.26138
119(18)	15	45	1.24483	2.21621	78.03315
120(19)	15	45	0.77934	1.21621	56.05641
121(1)	19	57	1.38801	1.45213	4.619563
122(2)	19	57	1.82667	2.07447	13.56567
123(3)	19	57	1.42208	1.45213	2.113102
124(4)	19	57	1.20309	1.45213	20.70003
125(5)	19	57	1.66135	2.07447	24.86652
126(6)	19	57	1.42387	2.07447	45.69237
127(7)	19	57	1.38232	1.45213	5.050205
128(8)	19	57	2.10975	2.07447	1.672236
129(9)	19	57	1.53313	1.45213	5.283309
130(10)	19	57	0.90823	1.45213	59.88571
131(1)	20	60	1.48209	1.50908	1.821077
132(2)	20	60	1.92964	2.15582	11.72136
133(3)	20	60	1.51248	1.50908	0.224796
134(4)	20	60	1.28571	1.50908	17.37328
135(5)	20	60	1.75744	2.15582	22.6682
136(6)	20	60	1.5064	2.15582	43.11073
137(7)	20	60	1.47248	1.50908	2.485603
138(8)	20	60	2.22744	2.15582	3.21535
139(9)	20	60	1.63511	1.50908	7.707738

Tablo 3.2'nin devamı

140(10)	20	60	0.96899	1.50908	55.73742
141(18)	25	75	2.64881	2.54857	3.784341
142(19)	25	75	2.04549	1.784	12.78373
143(22)	25	75	2.8201	2.54857	9.628382
144(23)	25	75	2.28042	1.784	21.7688
145(24)	25	75	2.7084	2.54857	5.90127
146(25)	25	75	1.74063	1.784	2.491627
147(26)	25	100	3.51727	3.16228	10.09277
148(27)	25	100	2.9467	2.21359	24.87902
149(28)	25	75	2.8875	2.54857	11.73784
150(29)	25	75	2.29228	1.784	22.17356
151(30)	25	75	2.95896	2.54857	13.8694
152(10)	30	90	1.98438	2.04541	3.07552
153(11)	30	90	3.03663	2.92201	3.774579
154(12)	30	90	2.1035	2.04541	2.761588
155(13)	30	90	2.49677	2.92201	17.0316
156(14)	30	90	1.92649	2.04541	6.172884
157(15)	30	90	1.92932	2.04541	6.017146
158(16)	30	90	3.37898	2.92201	13.5239
159(17)	30	90	2.13812	2.04541	4.336052
160(18)	30	90	2.64871	2.92201	10.31823
161(19)	30	90	2.02265	2.04541	1.125256
162(1)	35	105	3.00016	2.2961	23.46742
163(2)	35	105	3.58985	3.28014	8.62738
164(3)	35	105	2.94659	2.2961	22.07603
165(5)	35	105	3.51123	3.28014	6.581454
166(24)	35	105	2.97938	3.28014	10.09472
167(25)	35	105	1.94697	2.2961	17.93197
168(26)	35	140	4.65443	4.07002	12.556
169(27)	35	140	3.82029	2.84901	25.42425
170(28)	35	105	3.426	3.28014	4.257443
171(29)	35	105	2.67976	2.2961	14.31695
172(1)	40	120	3.54405	2.53796	28.38814
173(2)	40	120	4.20044	3.62565	13.68404
174(3)	40	120	3.45712	2.53796	26.58745
175(5)	40	120	4.14637	3.62565	12.55845
176(24)	40	120	3.51572	3.62565	3.126813
177(25)	40	120	2.34043	2.53796	8.439902
178(26)	40	160	5.38314	4.49873	16.42926
179(27)	40	160	4.48067	3.14911	29.71788
180(28)	40	120	3.9937	3.62565	9.215765
181(29)	40	120	3.15566	2.53796	19.57435

Tablo 3.2'nin devamı

			<i>Ortalama mutlak hata</i>	<i>% 58.0587</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>	<i>0.962646</i>

3.1.3. DTS = 1, 1a, 2, 2a İçin Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların Doğal Periyot Hesapları

Betonarme çerçeve türü binaların doğal titreşim periyodunun hesaplamasında da bahsedildiği gibi TBDY 2018'de, DTS = 1, 1a, 2, 2a olan binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için Rayleigh Formülü olarak bilinen bağıntı önerilmiştir. Yapılan incelemede gerek literatürde yapılan çalışmalardan çıkan sonuçların gerekse bu çalışmada incelenen çerçeve türü binalardan alınan sonuçların aksine Rayleigh Formülü'nün, tamamı perdeli olan binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için TBDY'de önerilen diğer ampirik formüle göre daha tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Denklem 3.5'de belirtilen bu ampirik formül, yine aynı yönetmelikteki önceden de bahsedilen talimatlara göre Tablo 2.2'de kalıp planlarına göre belirtilen binalara uygulanmış ardından elde edilen değerlerin 1.4 katı alınarak söz konusu binaların Rayleigh Formülü'nden bulunan hakim doğal titreşim periyodu değerleri bu sınırlamaya göre yeniden düzenlenip hesaplanmıştır.

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.5)$$

Burada H_N bina yüksekliğini (m) ifade etmekte ve C_t katsayısı sadece betonarme perdelerden oluşan binalar için Denklem 3.6'da belirtilen eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$C_t = \frac{0.01}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad (3.6)$$

Burada A_t bina eşdeğer alanını ifade etmektedir ve Denklem 3.7 ile hesaplanmaktadır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} \times \left[0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \leq \sum_j A_{wj} \quad (3.7)$$

Burada l_{wj} hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m), H_N temel üst kotundan itibaren bina yüksekliğini (m), A_{wj} toplam kesme alanını ifade etmektedir. Bahsedilen A_t parametresi ve C_t katsayısı hesaplarının detayları Ek 5’de gösterilmiştir. Söz konusu ampirik formülden elde edilen periyot değerleri ile SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden bulunan kesin sonuçların kıyaslanması ve bulunan ortalama mutlak hata değeri Tablo 3.3’de gösterilmiştir. Yine regresyon analizi sonucunda bulunan veriler Ek 6’da belirtildiği şekildedir. Ayrıca Rayleigh Formülü’nün hesap adımları Ek 4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. TBDY 2018’den (DTS = 1, 1a, 2, 2a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	DTS(1,1a2,2a)	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	Rayleigh	% Hata
1(1)	1	3	0.01704	0.05244834	194.4096
2(1)	1	3	0.02088	0.054348007	140.2653
3(1)	1	3	0.01867	0.054348007	168.7059
4(1)	1	3	0.01578	0.048354981	217.9176
5(1)	1	3	0.01476	0.045421595	239.8875
6(1)	1	3	0.01392	0.042285204	260.3979
7(1)	1	3	0.0132	0.04062631	280.056
8(1)	1	3	0.01259	0.03889673	298.4701
9(1)	1	3	0.01205	0.037086577	316.3269
10(1)	5	15	0.06027	0.131031145	516.6642
11(1)	5	15	0.06602	0.143970784	462.956
12(1)	5	15	0.07381	0.160477729	403.5409
13(1)	5	15	0.0558	0.12153859	566.0637
14(1)	5	15	0.05219	0.113986963	612.1355
15(1)	5	15	0.04921	0.106986528	655.2602
16(1)	5	15	0.04668	0.101425889	696.1944
17(1)	5	15	0.04451	0.097137631	735.0113
18(1)	5	15	0.04262	0.092674109	772.0402
19(1)	10	30	0.17216	0.279964839	287.5664
20(1)	10	30	0.18859	0.307110014	253.8015
21(1)	10	30	0.15939	0.259430033	318.6174
22(1)	10	30	0.14909	0.242445452	347.5379
23(1)	10	30	0.14057	0.228802274	374.6634
24(1)	10	30	0.13335	0.216491419	400.3632
25(1)	10	30	0.12715	0.206721483	424.7615
26(1)	10	30	0.12173	0.198202789	448.1264
27(1)	15	45	0.35361	0.497677547	159.0557

Tablo 3.3'ün devamı

28(1)	15	45	0.32738	0.464540684	179.8115
29(1)	15	45	0.43308	0.571211093	111.5191
30(1)	15	45	0.30623	0.433610173	199.1369
31(1)	15	45	0.28872	0.404739108	217.2787
32(1)	15	45	0.2739	0.377790365	234.4458
33(1)	15	45	0.26116	0.35263595	250.7608
34(1)	15	45	0.25004	0.329156391	266.3602
35(2)	19	57	0.39747	0.75045851	88.80884
36(2)	19	57	0.36284	0.75045851	106.829
37(2)	19	57	0.33593	0.742160072	123.3973
38(2)	19	57	0.31423	0.69274483	138.8246
39(2)	19	57	0.29626	0.646619803	153.3108
40(2)	19	57	0.28106	0.603565918	167.0101
41(2)	19	57	0.26798	0.56337869	180.0427
42(2)	19	57	0.25657	0.525867248	192.4966
43(1)	20	60	0.74108	1.142069678	54.10882
44(1)	20	60	0.66285	1.142069678	72.29685
45(1)	20	60	0.60509	1.142069678	88.74377
46(1)	20	60	0.56201	1.142069678	103.2116
47(1)	20	60	0.52403	1.142069678	117.9398
48(1)	20	60	0.49406	1.095520546	131.1601
49(1)	20	60	0.4687	1.022577504	143.6675
50(1)	20	60	0.44689	0.954491229	155.5595
51(1)	20	60	0.42786	0.890938342	166.926
52(2)	25	75	0.64373	0.925537362	43.77726
53(2)	25	75	0.58764	0.925537362	57.50074
54(2)	25	75	0.54405	0.925537362	70.11991
55(2)	25	75	0.50891	0.925537362	81.86661
56(2)	25	75	0.47981	0.925537362	92.89664
57(2)	25	75	0.45519	0.854495887	103.3299
58(2)	25	75	0.434	0.781270326	113.2575
59(2)	25	75	0.41553	0.714319789	122.7366
60(2)	30	90	0.89825	1.062793928	18.31828
61(2)	30	90	0.81998	1.062793928	29.61218
62(2)	30	90	0.75916	1.062793928	39.99604
63(2)	30	90	0.71013	1.062793928	49.66188
64(2)	30	90	0.66951	1.062793928	58.74205
65(2)	30	90	0.63516	1.062793928	67.32696
66(2)	30	90	0.6056	1.062793928	75.49437
67(2)	30	90	0.57982	0.982415611	83.29722
68(2)	35	105	1.33944	1.194429063	10.82624
69(2)	35	105	1.19803	1.194429063	0.300572

Tablo 3.3'ün devamı

70(2)	35	105	1.09365	1.194429063	9.214928
71(2)	35	105	1.01252	1.194429063	17.96597
72(2)	35	105	0.94713	1.194429063	26.11036
73(2)	35	105	0.89296	1.194429063	33.76065
74(2)	35	105	0.84714	1.194429063	40.99547
75(2)	35	105	0.80771	1.194429063	47.87845
76(2)	35	105	0.77333	1.194429063	54.4527
77(2)	40	120	1.40884	1.321259547	6.216494
78(2)	40	120	1.30433	1.321259547	1.29795
79(2)	40	120	1.22009	1.321259547	8.291974
80(2)	40	120	1.15031	1.321259547	14.86117
81(2)	40	120	1.09128	1.321259547	21.07429
82(2)	40	120	1.0405	1.321259547	26.98314
83(2)	40	120	0.9962	1.321259547	32.62995
			<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>%81.85399</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.922631462</i>

3.1.4. DTS = 3, 3a, 4, 4a İçin Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların Doğal Periyot Hesapları

Bahsedildiği gibi İçişleri Bakanlığı bünyesinde bulunan AFAD tarafından 2018 yılında yayımlanan TBDY'de, DTS = 3, 3a, 4, 4a kapsamındaki binaların hakim doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak hesabı için Denklem 3.8'de belirtilen ampirik formül önerilmiştir.

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.8)$$

Burada H_N bina yüksekliğini (m) ifade etmekte ve C_t katsayısı sadece betonarme perdelerden oluşan binalar için Denklem 3.9'da belirtilen eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$C_t = \frac{0.01}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad (3.9)$$

Burada A_t bina eşdeğer alanını ifade etmektedir ve Denklem 3.10 ile hesaplanmaktadır.

$$A_t = \sum_j A_{wj} \times \left[0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \leq \sum_j A_{wj} \quad (3.10)$$

Burada l_{wj} hesap doğrultusundaki perde uzunluğunu (m), H_N temel üst kotundan itibaren bina yüksekliğini (m), A_{wj} toplam kesme alanını ifade etmektedir. Bahsedilen A_t parametresi ve C_t katsayısı hesaplarının detayları Ek 5’de gösterilmiştir. Bahsedilen ampirik formülün Tablo 2.2’de belirtilen bina örneklerine uygulanması sonucunda elde edilen periyot değerleri ile SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden bulunan kesin sonuçların kıyaslanması ve bulunan ortalama mutlak hata değeri Tablo 3.4’de gösterilmiştir. İlgili tabloya ait regresyon analizi sonuçları da Ek 6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.4. TBDY 2018’den (DTS = 3, 3a, 4, 4a) elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No (Plan no)	Kat sayısı N	Bina yüksekliği H (m)	Kesin değer T (s)	DTS(3,3a,4,4a) $T_{pA} = C_t H_N^{3/4}$	% Hata
1(1)	1	3	0.01704	0.03882	110.2926
2(1)	1	3	0.02088	0.03882	71.61806
3(1)	1	3	0.01867	0.03882	91.93278
4(1)	1	3	0.01578	0.03882	127.084
5(1)	1	3	0.01476	0.03882	142.7768
6(1)	1	3	0.01392	0.03882	157.4271
7(1)	1	3	0.0132	0.03882	171.4686
8(1)	1	3	0.01259	0.03882	184.6215
9(1)	1	3	0.01205	0.03882	197.3764
10(1)	5	15	0.06027	0.265474	340.4745
11(1)	5	15	0.06602	0.265474	302.1114
12(1)	5	15	0.07381	0.265474	259.6721
13(1)	5	15	0.0558	0.265474	375.7598
14(1)	5	15	0.05219	0.265474	408.6682
15(1)	5	15	0.04921	0.265474	439.4716
16(1)	5	15	0.04668	0.265474	468.7103
17(1)	5	15	0.04451	0.265474	496.4367
18(1)	5	15	0.04262	0.265474	522.8859
19(1)	10	30	0.17216	0.476596	176.8331
20(1)	10	30	0.18859	0.476596	152.7154
21(1)	10	30	0.15939	0.476596	199.0124
22(1)	10	30	0.14909	0.476596	219.6699

Tablo 3.4'ün devamı

23(1)	10	30	0.14057	0.476596	239.0453
24(1)	10	30	0.13335	0.476596	257.4023
25(1)	10	30	0.12715	0.476596	274.8297
26(1)	10	30	0.12173	0.476596	291.5189
27(1)	15	45	0.35361	0.654319	85.03981
28(1)	15	45	0.32738	0.654319	99.86537
29(1)	15	45	0.43308	0.654319	51.08508
30(1)	15	45	0.30623	0.654319	113.6692
31(1)	15	45	0.28872	0.654319	126.6276
32(1)	15	45	0.2739	0.654319	138.8898
33(1)	15	45	0.26116	0.654319	150.5434
34(1)	15	45	0.25004	0.654319	161.6858
35(2)	19	57	0.39747	0.536042	34.86346
36(2)	19	57	0.36284	0.536042	47.73503
37(2)	19	57	0.33593	0.536042	59.56949
38(2)	19	57	0.31423	0.536042	70.58899
39(2)	19	57	0.29626	0.536042	80.93627
40(2)	19	57	0.28106	0.536042	90.72148
41(2)	19	57	0.26798	0.536042	100.0305
42(2)	19	57	0.25657	0.536042	108.9261
43(1)	20	60	0.74108	0.815764	10.07773
44(1)	20	60	0.66285	0.815764	23.06918
45(1)	20	60	0.60509	0.815764	34.81698
46(1)	20	60	0.56201	0.815764	45.15116
47(1)	20	60	0.52403	0.815764	55.67125
48(1)	20	60	0.49406	0.815764	65.11437
49(1)	20	60	0.4687	0.815764	74.04823
50(1)	20	60	0.44689	0.815764	82.54247
51(1)	20	60	0.42786	0.815764	90.66144
52(2)	25	75	0.64373	0.661098	2.698044
53(2)	25	75	0.58764	0.661098	12.50053
54(2)	25	75	0.54405	0.661098	21.51422
55(2)	25	75	0.50891	0.661098	29.90472
56(2)	25	75	0.47981	0.661098	37.78331
57(2)	25	75	0.45519	0.661098	45.23564
58(2)	25	75	0.434	0.661098	52.32675
59(2)	25	75	0.41553	0.661098	59.09757
60(2)	30	90	0.89825	0.759139	15.48694
61(2)	30	90	0.81998	0.759139	7.419874
62(2)	30	90	0.75916	0.759139	0.002829
63(2)	30	90	0.71013	0.759139	6.901345
64(2)	30	90	0.66951	0.759139	13.38718

Tablo 3.4'ün devamı

65(2)	30	90	0.63516	0.759139	19.51926
66(2)	30	90	0.6056	0.759139	25.35312
67(2)	30	90	0.57982	0.759139	30.92658
68(2)	35	105	1.33944	0.853164	36.30445
69(2)	35	105	1.19803	0.853164	28.78612
70(2)	35	105	1.09365	0.853164	21.98934
71(2)	35	105	1.01252	0.853164	15.73859
72(2)	35	105	0.94713	0.853164	9.921171
73(2)	35	105	0.89296	0.853164	4.456682
74(2)	35	105	0.84714	0.853164	0.711053
75(2)	35	105	0.80771	0.853164	5.627467
76(2)	35	105	0.77333	0.853164	10.32336
77(2)	40	120	1.40884	0.943757	33.01178
78(2)	40	120	1.30433	0.943757	27.64432
79(2)	40	120	1.22009	0.943757	22.64859
80(2)	40	120	1.15031	0.943757	17.95631
81(2)	40	120	1.09128	0.943757	13.51836
82(2)	40	120	1.0405	0.943757	9.297759
83(2)	40	120	0.9962	0.943757	5.264323
			<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>%114.5127</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.85600246</i>

3.1.5. Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların 1. Önerilen Bağını Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları

Ülkemizde farklı yıllarda ve son olarak mevcut durumda kullanılan TBDY 2018'de, binaların hakim doğal titreşim periyodu için ampirik bağıntılar önerilmiş ve bu formüller binaların taşıyıcı sistem türüne göre farklı katsayılarla düzenlenmiştir. Bunlardan Rayleigh Formülü olarak bilinen bağıntıdan bulunan sonuçlar genel olarak büyük periyot değerleri vermekte ve bu durum da emniyet açısından problem yaratmaktadır. Ayrıca yüksekliğin eksponansiyel bir fonksiyonu şeklinde olan basit ampirik bağıntılarda da çok farklı bir durumla karşılaşmamaktadır. Bu durumlar göz önüne alınarak farklı kalıp planı ve kat sayısına sahip farklı rijitliklerde, toplam 181 adet betonarme çerçevesiz ve betonarme perdeli çerçeve bina tipi modellenerek yapı parametrelerinin doğal titreşim periyodu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda kalıp planlarına göre Tablo 2.1'de belirtilen binaların toplam ağırlıkları, toplam yükseklikleri ve MATLAB programı yardımıyla hesaplanan

zemin kat rijitlikleri gibi parametrelere ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan hakim doğal titreşim periyodu değerlerine regresyon ve korelasyon analizleri uygulanmış ve neticede “tüm deprem sınıfları” için Denklem 3.11’de belirtilen bağıntı önerilmiştir. Excel 2016 programı ile yapılan regresyon analizi verileri Ek 6’da, bina ağırlığı ve zemin kat rijitliği gibi yapı parametrelerinin sayısal değerleri de Ek 2’de gösterilmiştir.

$$T_1 = \alpha \times H \cdot \text{Log}_{1.1} \left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \quad (3.11)$$

Burada H bina toplam yüksekliğini (m), K bina zemin katına ait zayıf yöndeki rijitliği, W bina toplam ağırlığını ($kN-N$), g yer çekimi ivmesini ve α katsayısı sadece çerçeve tip binalar için 0.020349 ve perde-çerçeve karma tip binalar için 0.040948 değerini almaktadır. Önerilen bağıntıdan ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden bulunan periyotların kıyaslanması ortalama mutlak hata değeri ile birlikte Tablo 3.5’de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Denklem 3.11’den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	Denk. 3.11	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	$\alpha \times H \cdot \text{Log}_{1.1} \left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	% Hata
1(1)	1	3	0.05263	0.033199	36.91942
2(2)	1	3	0.09275	0.048201	48.03153
3(3)	1	3	0.04629	0.028747	37.89788
4(4)	1	3	0.04151	0.018566	55.2741
5(5)	1	3	0.07292	0.039159	46.29815
6(6)	1	3	0.07148	0.042109	41.09003
7(7)	1	3	0.04184	0.022953	45.14119
8(8)	1	3	0.10102	0.052371	48.15799
9(9)	1	3	0.04902	0.022064	54.99046
10(10)	1	3	0.03687	0.025282	31.42876
11(1)	4	12	0.16172	0.215841	33.46567
12(2)	4	12	0.3619	0.305729	15.52112
13(3)	4	12	0.21216	0.206903	2.477906
14(11)	4	12	0.3606	0.326477	9.462949
15(12)	4	12	0.12329	0.122429	0.698137
16(24)	4	12	0.34607	0.323223	6.601931

Tablo 3.5'in devamı

17(25)	4	12	0.11617	0.139408	20.00315
18(26)	4	16	0.4658	0.508292	9.122314
19(27)	4	16	0.24679	0.248414	0.657963
20(28)	4	12	0.3749	0.332506	11.30818
21(1)	5	15	0.25007	0.32686	30.70735
22(2)	5	15	0.52629	0.44587	15.28048
23(3)	5	15	0.32839	0.313599	4.504124
24(4)	5	15	0.25855	0.21628	16.34892
25(5)	5	15	0.54113	0.41226	23.81506
26(6)	5	15	0.60683	0.449058	25.99936
27(7)	5	15	0.26015	0.230489	11.40151
28(8)	5	15	0.60166	0.477362	20.6592
29(9)	5	15	0.31008	0.244511	21.14569
30(10)	5	15	0.24124	0.289285	19.91576
31(11)	5	15	0.52292	0.473999	9.355405
32(12)	5	15	0.19412	0.187221	3.553752
33(13)	5	15	0.47856	0.40015	16.38458
34(14)	5	15	0.22066	0.201001	8.909378
35(15)	5	15	0.26276	0.251641	4.23167
36(16)	5	15	0.562	0.488494	13.07932
37(17)	5	15	0.19692	0.380259	93.1033
38(18)	5	15	0.47153	0.33065	29.87725
39(19)	5	15	0.19693	0.216115	9.741834
40(20)	5	15	0.39074	0.376264	3.704679
41(21)	5	15	0.25496	0.306019	20.02638
42(22)	5	15	0.50722	0.470619	7.215904
43(23)	5	15	0.24355	0.166922	31.4629
44(24)	5	15	0.4984	0.470054	5.687392
45(25)	5	15	0.18121	0.212772	17.41758
46(26)	5	20	0.676	0.728426	7.755304
47(27)	5	20	0.37974	0.377281	0.647488
48(28)	5	15	0.5428	0.482109	11.18112
49(29)	5	15	0.28662	0.248128	13.42958
50(30)	5	15	0.54632	0.536333	1.828126
51(16)	5*	15	0.68831	0.544059	20.95725
52(17)	5*	15	0.24117	0.440106	82.48807
53(18)	5*	15	0.5775	0.376453	34.81325
54(19)	5*	15	0.24118	0.252593	4.732083
55(20)	5*	15	0.47856	0.425941	10.99536
56(21)	5*	15	0.31226	0.355705	13.91321
57(22)	5*	15	0.62122	0.525662	15.38228
58(23)	5*	15	0.29829	0.195741	34.37898

Tablo 3.5'in devamı

59(24)	5*	15	0.60629	0.525073	13.3957
60(25)	5*	15	0.22193	0.248739	12.07996
61(26)	5*	20	0.82793	0.802864	3.02753
62(27)	5*	20	0.46508	0.439135	5.578703
63(28)	5*	15	0.66479	0.537508	19.14614
64(29)	5*	15	0.35104	0.289425	17.55223
65(30)	5*	15	0.66911	0.592293	11.48042
66(1)	10*	30	0.45666	0.65372	43.1524
67(2)	10*	30	0.76145	0.891741	17.11087
68(3)	10*	30	0.56122	0.6272	11.75661
69(4)	10*	30	0.47324	0.43256	8.596121
70(5)	10*	30	0.80028	0.824523	3.029316
71(6)	10*	30	0.71375	0.898121	25.83125
72(7)	10*	30	0.4688	0.460983	1.667413
73(8)	10*	30	0.87999	0.954724	8.492569
74(9)	10*	30	0.57821	0.489023	15.4247
75(10)	10*	30	0.3816	0.578576	51.61843
76(11)	10*	30	0.75368	0.948005	25.78351
77(12)	10*	30	0.38627	0.374443	3.061871
78(13)	10*	30	0.70093	0.8003	14.17687
79(14)	10*	30	0.42866	0.401997	6.220086
80(15)	10*	30	0.47817	0.503282	5.251631
81(1)	10	30	0.64581	0.84217	30.40519
82(2)	10	30	1.07685	1.078818	0.182796
83(3)	10	30	0.79368	0.809115	1.944723
84(4)	10	30	0.66926	0.563933	15.73778
85(5)	10	30	1.13177	1.006286	11.08737
86(6)	10	30	1.00939	1.085589	7.54901
87(7)	10	30	0.66298	0.600019	9.496735
88(8)	10	30	1.2445	1.144797	8.011466
89(9)	10	30	0.81771	0.635533	22.27898
90(10)	10	30	0.53966	0.748288	38.65921
91(11)	10	30	1.06586	1.137851	6.754284
92(12)	10	30	0.55077	0.489824	11.0656
93(13)	10	30	0.99127	0.979675	1.169735
94(14)	10	30	0.60621	0.525019	13.39329
95(15)	10	30	0.67624	0.653552	3.355006
96(16)	10	30	1.13965	1.167606	2.453059
97(17)	10	30	0.54955	0.974413	77.31107
98(18)	10	30	0.99039	0.82267	16.93473
99(19)	10	30	0.56103	0.563513	0.442583
100(20)	10	30	0.88291	0.926503	4.937461

Tablo 3.5'in devamı

101(21)	10	30	0.6761	0.73345	8.482491
102(22)	10	30	1.0451	1.130847	8.204655
103(23)	10	30	0.63014	0.437799	30.52359
104(24)	10	30	1.00589	1.129672	12.30576
105(25)	10	30	0.48973	0.55501	13.32988
106(26)	10	40	1.37131	1.707867	24.54272
107(27)	10	40	0.94486	0.976562	3.355176
108(28)	10	30	1.10094	1.154558	4.870226
109(29)	10	30	0.72457	0.644677	11.02629
110(30)	10	30	1.10691	1.26203	14.0138
111(10)	15	45	0.81084	1.229612	51.64666
112(11)	15	45	1.41137	1.75549	24.38199
113(12)	15	45	0.80608	0.734736	8.850738
114(13)	15	45	1.17508	1.427001	21.43863
115(14)	15	45	0.78108	0.729429	6.612806
116(15)	15	45	0.80882	0.880365	8.845639
117(16)	15	45	1.60443	1.853904	15.54907
118(17)	15	45	0.84306	1.522943	80.64471
119(18)	15	45	1.24483	1.234005	0.869576
120(19)	15	45	0.77934	0.819314	5.129206
121(1)	19	57	1.38801	1.901547	36.9981
122(2)	19	57	1.82667	2.2356	22.38664
123(3)	19	57	1.42208	1.673399	17.67267
124(4)	19	57	1.20309	1.125691	6.43339
125(5)	19	57	1.66135	1.930476	16.19923
126(6)	19	57	1.42387	2.035691	42.96885
127(7)	19	57	1.38232	1.366335	1.156387
128(8)	19	57	2.10975	2.358479	11.7895
129(9)	19	57	1.53313	1.318145	14.0226
130(10)	19	57	0.90823	1.4912	64.18745
131(1)	20	60	1.48209	2.037674	37.48652
132(2)	20	60	1.92964	2.381354	23.40923
133(3)	20	60	1.51248	1.793924	18.60814
134(4)	20	60	1.28571	1.207971	6.046412
135(5)	20	60	1.75744	2.060174	17.22585
136(6)	20	60	1.5064	2.171187	44.13086
137(7)	20	60	1.47248	1.465553	0.470442
138(8)	20	60	2.22744	2.509875	12.67979
139(9)	20	60	1.63511	1.413988	13.52338
140(10)	20	60	0.96899	1.599124	65.02994
141(18)	25	75	2.64881	2.66378	0.565146
142(19)	25	75	2.04549	1.977962	3.30132

Tablo 3.5'in devamı

143(22)	25	75	2.8201	3.423598	21.39989
144(23)	25	75	2.28042	1.551173	31.97865
145(24)	25	75	2.7084	3.421176	26.31723
146(25)	25	75	1.74063	1.94932	11.98932
147(26)	25	100	3.51727	4.909341	39.57818
148(27)	25	100	2.9467	3.387037	14.9434
149(28)	25	75	2.8875	3.471419	20.22229
150(29)	25	75	2.29228	2.249754	1.855183
151(30)	25	75	2.95896	3.656415	23.57095
152(10)	30	90	1.98438	3.141435	58.30816
153(11)	30	90	3.03663	4.052574	33.4563
154(12)	30	90	2.1035	1.909637	9.216219
155(13)	30	90	2.49677	3.4239	37.13317
156(14)	30	90	1.92649	1.896212	1.571651
157(15)	30	90	1.92932	2.276224	17.98065
158(16)	30	90	3.37898	4.213834	24.70729
159(17)	30	90	2.13812	3.852485	80.18098
160(18)	30	90	2.64871	3.009972	13.63915
161(19)	30	90	2.02265	2.105124	4.077526
162(1)	35	105	3.00016	4.314333	43.80343
163(2)	35	105	3.58985	4.678331	30.32107
164(3)	35	105	2.94659	3.816847	29.53438
165(5)	35	105	3.51123	4.236544	20.65698
166(24)	35	105	2.97938	4.561461	53.10101
167(25)	35	105	1.94697	2.394802	23.00147
168(26)	35	140	4.65443	6.967102	49.68754
169(27)	35	140	3.82029	4.822822	26.24229
170(28)	35	105	3.426	4.80644	40.29305
171(29)	35	105	2.67976	2.959613	10.44321
172(1)	40	120	3.54405	5.153633	45.41649
173(2)	40	120	4.20044	5.47252	30.28444
174(3)	40	120	3.45712	4.565296	32.0549
175(5)	40	120	4.14637	4.985345	20.23397
176(24)	40	120	3.51572	5.345574	52.04778
177(25)	40	120	2.34043	2.874884	22.83573
178(26)	40	160	5.38314	8.009303	48.78497
179(27)	40	160	4.48067	5.771501	28.80888
180(28)	40	120	3.9937	5.609283	40.45328
181(29)	40	120	3.15566	3.547746	12.42485
				<i>Ortalama mutlak hata</i>	<i>%21.21909</i>
				<i>Korelasyon katsayısı</i>	<i>0.9816488</i>

3.1.6. Çerçevesi ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binaların 2. Önerilen Bağntı Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları

Betonarme çerçevesi ve betonarme perdeli çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli binaların hakim doğal titreşim periyodu için ilk önerilen ampirik bağntının yanında, yine tüm deprem tasarım sınıfları için ek olarak Denklem 3.12’de belirtilen bir eşitlik daha önerilmiştir. Bahsi geçen eşitlik, periyot hesabı için ilk önerilen bağntının bazı binalarda yükseklik arttıkça daha büyük sonuçlar vermesi üzerine emniyet açısından tehlikeye maruz kalmamak için 15. kattan (45 m) itibaren karşılaşılan bu yüksek değerleri sınırlandırmak için önerilmiştir. Dünya çapında yaygın olarak kullanılan sismik kodlarda ve ülkemiz yönetmeliklerinde de olduğu gibi bina yüksekliğinin dikkate alındığı ampirik bağntılara benzer olarak burada da doğrudan bina yüksekliğinin bir fonksiyonu olacak şekilde çok daha pratik olan bir ifade türetilmiştir. Söz konusu bu önerilen bağntıda, bina rijitliği ve ağırlığı gibi titreşim periyoduna önemli etkileri olan yapı parametreleri dikkat alınmasa da yine TBDY 2018’de betonarme çerçevesi ve perdeli çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun tahmini için önerilen ampirik formüllere göre daha yüksek korelasyon ve regresyon katsayıları bulunmuştur. Yine bu tür binaların doğal periyot hesabı için çalışmada önerilen logaritmik bağntıya göre korelasyon katsayısı düşük olsa da ortalama mutlak hata değeri Tablo 3.6’da da görülebileceği üzere daha düşük bir değere sahiptir. Bu da Denklem 3.12’nin bu tür binalar kapsamında “tek başına da kullanılabilceğini” ifade etmektedir.

$$T_1 = \beta \times H \quad (3.12)$$

Burada H bina toplam yüksekliğini (m) ifade etmekte ve β katsayısı da sadece çerçevelerden meydana gelen binalarda 0.033386 , perde-çerçeve karma tip binalarda 0.019984 değerini almaktadır. Önerilen bu eşitliğin Tablo 2.1’de belirtilen binalara uygulanmasıyla elde edilen bina periyodu değerleri ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden bulunan kesin periyot değerleri karşılaştırmalı bir şekilde, bulunan ortalama mutlak hata değeri ile birlikte Tablo 3.6’da gösterilmiştir. Söz konusu bu tabloya ait regresyon analizi sonuçları da Ek 6’da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Denklem 3.12'den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	Denk. 3.12	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	$T = \beta \times H$	% Hata
1(1)	1	3	0.05263	0.059952	13.91227
2(2)	1	3	0.09275	0.100159	7.988195
3(3)	1	3	0.04629	0.059952	29.51399
4(4)	1	3	0.04151	0.059952	44.42791
5(5)	1	3	0.07292	0.100159	37.35471
6(6)	1	3	0.07148	0.100159	40.12178
7(7)	1	3	0.04184	0.059952	43.28878
8(8)	1	3	0.10102	0.100159	0.852256
9(9)	1	3	0.04902	0.059952	22.30116
10(10)	1	3	0.03687	0.059952	62.60381
11(1)	4	12	0.16172	0.239808	48.28599
12(2)	4	12	0.3619	0.400636	10.70357
13(3)	4	12	0.21216	0.239808	13.03172
14(11)	4	12	0.3606	0.400636	11.10266
15(12)	4	12	0.12329	0.239808	94.50735
16(24)	4	12	0.34607	0.400636	15.76739
17(25)	4	12	0.11617	0.239808	106.4286
18(26)	4	16	0.4658	0.534182	14.68047
19(27)	4	16	0.24679	0.319744	29.56122
20(28)	4	12	0.3749	0.400636	6.864819
21(1)	5	15	0.25007	0.29976	19.87049
22(2)	5	15	0.52629	0.500795	4.844239
23(3)	5	15	0.32839	0.29976	8.718252
24(4)	5	15	0.25855	0.29976	15.93894
25(5)	5	15	0.54113	0.500795	7.453799
26(6)	5	15	0.60683	0.500795	17.47355
27(7)	5	15	0.26015	0.29976	15.22588
28(8)	5	15	0.60166	0.500795	16.76441
29(9)	5	15	0.31008	0.29976	3.328131
30(10)	5	15	0.24124	0.29976	24.25806
31(11)	5	15	0.52292	0.500795	4.231
32(12)	5	15	0.19412	0.29976	54.42001
33(13)	5	15	0.47856	0.500795	4.646284
34(14)	5	15	0.22066	0.29976	35.84706
35(15)	5	15	0.26276	0.29976	14.08134
36(16)	5	15	0.562	0.500795	10.89052
37(17)	5	15	0.19692	0.29976	52.22432
38(18)	5	15	0.47153	0.500795	6.206446

Tablo 3.6'nin devamı

39(19)	5	15	0.19693	0.29976	52.21659
40(20)	5	15	0.39074	0.500795	28.16585
41(21)	5	15	0.25496	0.29976	17.57144
42(22)	5	15	0.50722	0.500795	1.266658
43(23)	5	15	0.24355	0.29976	23.0795
44(24)	5	15	0.4984	0.500795	0.480589
45(25)	5	15	0.18121	0.29976	65.42141
46(26)	5	20	0.676	0.667727	1.223815
47(27)	5	20	0.37974	0.39968	5.251008
48(28)	5	15	0.5428	0.500795	7.738531
49(29)	5	15	0.28662	0.29976	4.584513
50(30)	5	15	0.54632	0.500795	8.332981
51(16)	5*	15	0.68831	0.500795	27.24277
52(17)	5*	15	0.24117	0.29976	24.29412
53(18)	5*	15	0.5775	0.500795	13.28221
54(19)	5*	15	0.24118	0.29976	24.28897
55(20)	5*	15	0.47856	0.500795	4.646284
56(21)	5*	15	0.31226	0.29976	4.003032
57(22)	5*	15	0.62122	0.500795	19.3852
58(23)	5*	15	0.29829	0.29976	0.492853
59(24)	5*	15	0.60629	0.500795	17.40005
60(25)	5*	15	0.22193	0.29976	35.06968
61(26)	5*	20	0.82793	0.667727	19.34982
62(27)	5*	20	0.46508	0.39968	14.06206
63(28)	5*	15	0.66479	0.500795	24.66865
64(29)	5*	15	0.35104	0.29976	14.60798
65(30)	5*	15	0.66911	0.500795	25.15502
66(1)	10*	30	0.45666	0.59952	31.28373
67(2)	10*	30	0.76145	1.001591	31.53727
68(3)	10*	30	0.56122	0.59952	6.824465
69(4)	10*	30	0.47324	0.59952	26.68419
70(5)	10*	30	0.80028	1.001591	25.15501
71(6)	10*	30	0.71375	1.001591	40.32792
72(7)	10*	30	0.4688	0.59952	27.88402
73(8)	10*	30	0.87999	1.001591	13.8184
74(9)	10*	30	0.57821	0.59952	3.685558
75(10)	10*	30	0.3816	0.59952	57.10699
76(11)	10*	30	0.75368	1.001591	32.89334
77(12)	10*	30	0.38627	0.59952	55.20757
78(13)	10*	30	0.70093	1.001591	42.89451
79(14)	10*	30	0.42866	0.59952	39.85916
80(15)	10*	30	0.47817	0.59952	25.37806

Tablo 3.6'nin devamı

81(1)	10	30	0.64581	0.59952	7.167702
82(2)	10	30	1.07685	1.001591	6.988855
83(3)	10	30	0.79368	0.59952	24.46323
84(4)	10	30	0.66926	0.59952	10.42042
85(5)	10	30	1.13177	1.001591	11.50229
86(6)	10	30	1.00939	1.001591	0.772693
87(7)	10	30	0.66298	0.59952	9.571893
88(8)	10	30	1.2445	1.001591	19.51864
89(9)	10	30	0.81771	0.59952	26.68302
90(10)	10	30	0.53966	0.59952	11.09222
91(11)	10	30	1.06586	1.001591	6.029825
92(12)	10	30	0.55077	0.59952	8.851293
93(13)	10	30	0.99127	1.001591	1.04114
94(14)	10	30	0.60621	0.59952	1.103534
95(15)	10	30	0.67624	0.59952	11.34505
96(16)	10	30	1.13965	1.001591	12.1142
97(17)	10	30	0.54955	0.59952	9.092942
98(18)	10	30	0.99039	1.001591	1.130919
99(19)	10	30	0.56103	0.59952	6.860643
100(20)	10	30	0.88291	1.001591	13.44197
101(21)	10	30	0.6761	0.59952	11.32669
102(22)	10	30	1.0451	1.001591	4.163189
103(23)	10	30	0.63014	0.59952	4.859196
104(24)	10	30	1.00589	1.001591	0.427431
105(25)	10	30	0.48973	0.59952	22.41853
106(26)	10	40	1.37131	1.335454	2.614725
107(27)	10	40	0.94486	0.79936	15.39907
108(28)	10	30	1.10094	1.001591	9.02406
109(29)	10	30	0.72457	0.59952	17.25848
110(30)	10	30	1.10691	1.001591	9.514729
111(10)	15	45	0.81084	0.89928	10.90726
112(11)	15	45	1.41137	1.502386	6.448753
113(12)	15	45	0.80608	0.89928	11.56218
114(13)	15	45	1.17508	1.502386	27.85391
115(14)	15	45	0.78108	0.89928	15.13294
116(15)	15	45	0.80882	0.89928	11.18424
117(16)	15	45	1.60443	1.502386	6.360155
118(17)	15	45	0.84306	0.89928	6.668612
119(18)	15	45	1.24483	1.502386	20.69004
120(19)	15	45	0.77934	0.89928	15.39
121(1)	19	57	1.38801	1.139089	17.9337
122(2)	19	57	1.82667	1.903022	4.179845

Tablo 3.6'nin devamı

123(3)	19	57	1.42208	1.139089	19.89983
124(4)	19	57	1.20309	1.139089	5.31976
125(5)	19	57	1.66135	1.903022	14.54672
126(6)	19	57	1.42387	1.903022	33.65138
127(7)	19	57	1.38232	1.139089	17.59589
128(8)	19	57	2.10975	1.903022	9.798698
129(9)	19	57	1.53313	1.139089	25.70177
130(10)	19	57	0.90823	1.139089	25.41851
131(1)	20	60	1.48209	1.199041	19.09799
132(2)	20	60	1.92964	2.003181	3.811127
133(3)	20	60	1.51248	1.199041	20.72354
134(4)	20	60	1.28571	1.199041	6.740981
135(5)	20	60	1.75744	2.003181	13.9829
136(6)	20	60	1.5064	2.003181	32.97803
137(7)	20	60	1.47248	1.199041	18.57
138(8)	20	60	2.22744	2.003181	10.06801
139(9)	20	60	1.63511	1.199041	26.66912
140(10)	20	60	0.96899	1.199041	23.74127
141(18)	25	75	2.64881	2.503976	5.467879
142(19)	25	75	2.04549	1.498801	26.72657
143(22)	25	75	2.8201	2.503976	11.20966
144(23)	25	75	2.28042	1.498801	34.27524
145(24)	25	75	2.7084	2.503976	7.547767
146(25)	25	75	1.74063	1.498801	13.89321
147(26)	25	100	3.51727	3.338635	5.078796
148(27)	25	100	2.9467	1.998401	32.18173
149(28)	25	75	2.8875	2.503976	13.28221
150(29)	25	75	2.29228	1.498801	34.61529
151(30)	25	75	2.95896	2.503976	15.37647
152(10)	30	90	1.98438	1.798561	9.364094
153(11)	30	90	3.03663	3.004772	1.049139
154(12)	30	90	2.1035	1.798561	14.49675
155(13)	30	90	2.49677	3.004772	20.34635
156(14)	30	90	1.92649	1.798561	6.640533
157(15)	30	90	1.92932	1.798561	6.777476
158(16)	30	90	3.37898	3.004772	11.0746
159(17)	30	90	2.13812	1.798561	15.8812
160(18)	30	90	2.64871	3.004772	13.44283
161(19)	30	90	2.02265	1.798561	11.07899
162(1)	35	105	3.00016	2.098321	30.0597
163(2)	35	105	3.58985	3.505567	2.34782
164(3)	35	105	2.94659	2.098321	28.78816

Tablo 3.6'nın devamı

165(5)	35	105	3.51123	3.505567	0.161288
166(24)	35	105	2.97938	3.505567	17.66095
167(25)	35	105	1.94697	2.098321	7.773665
168(26)	35	140	4.65443	4.674089	0.422373
169(27)	35	140	3.82029	2.797761	26.76574
170(28)	35	105	3.426	3.505567	2.32244
171(29)	35	105	2.67976	2.098321	21.69743
172(1)	40	120	3.54405	2.398081	32.33501
173(2)	40	120	4.20044	4.006362	4.62042
174(3)	40	120	3.45712	2.398081	30.63356
175(5)	40	120	4.14637	4.006362	3.376639
176(24)	40	120	3.51572	4.006362	13.95566
177(25)	40	120	2.34043	2.398081	2.463268
178(26)	40	160	5.38314	5.341816	0.767655
179(27)	40	160	4.48067	3.197441	28.63921
180(28)	40	120	3.9937	4.006362	0.317051
181(29)	40	120	3.15566	2.398081	24.00699
			<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>%18.12868</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.96979044</i>

3.1.7. Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların 1. Önerilen Bağntı Yardımıyla Doğal Periyot Hesapları

Kesin periyot değerlerine en yakın sonuçların elde edilmesi amacıyla modellenen 83 adet betonarme perdeli binanın düzensizlik durumları kontrol edildikten sonra bina toplam ağırlığı, bina toplam yüksekliği, MATLAB programı ile hesaplanan zemin katın rijitliği gibi parametreler Ek 2'de gösterilmiştir. İlgili binaların kesin periyot değerleri ile Excel 2016 programında yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre oluşturulan matematiksel ifadeler düzenlendikten sonra Tablo 2.2'deki sadece perdelerden meydana gelen betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodu hesabının, tüm deprem tasarım sınıfları için Denklem 3.13'de belirtilen ampirik bağıntı yardımıyla yapılması önerilmiştir.

$$T_1 = \delta \times \text{Log}_{1.1} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times H^{N+5} \right] \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \quad (3.13)$$

Burada K bina zemin katına ait zayıf yöndeki rijitliği, W bina toplam ağırlığını, H bina toplam yüksekliğini (m), N bina toplam katsayısını, g yer çekimi ivmesini ifade etmekte ve δ katsayısı 0.094091 değerini bu tür binalar için almaktadır. Söz konusu çalışmada önerilen bu bağıntı ile 83 adet betonarme perdeli binadan elde edilen titreşim periyodu değerleri ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi kullanılarak bulunan kesin periyot değerlerinin kıyaslanması ortalama mutlak hata değeri ile birlikte Tablo 3.7’de gösterilmiştir. Tabloda da görülebileceği üzere önerilen bu bağıntıyla TBDY 2018’de önerilen ampirik formüllere kıyasla daha büyük korelasyon ve regresyon katsayıları elde edildiği gibi daha küçük ortalama mutlak hata değeri de elde edilmiştir. Bahsi geçen tabloya ait regresyon analizi sonuçları da Ek 6’da belirtildiği şekildedir.

Tablo 3.7. Denklem 3.13’den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	Denk. 3.13	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	Önerilen Bağıntı	% Hata
1(1)	1	3	0.01704	$\delta \times \text{Log}_{1.1} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times H^{N+5} \right] \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	7.727503
2(1)	1	3	0.02088		5.257542
3(1)	1	3	0.01867		6.619676
4(1)	1	3	0.01578		8.618982
5(1)	1	3	0.01476		9.421236
6(1)	1	3	0.01392		10.0902
7(1)	1	3	0.0132		10.76533
8(1)	1	3	0.01259		11.29573
9(1)	1	3	0.01205		11.85161
10(1)	5	15	0.06027		39.27622
11(1)	5	15	0.06602		38.59411
12(1)	5	15	0.07381		37.75773
13(1)	5	15	0.0558		39.85527
14(1)	5	15	0.05219		40.37511
15(1)	5	15	0.04921		40.80478
16(1)	5	15	0.04668		41.21567
17(1)	5	15	0.04451		41.56758
18(1)	5	15	0.04262		41.87932
19(1)	10	30	0.17216		12.33688
20(1)	10	30	0.18859		11.99769
21(1)	10	30	0.15939		12.62401

Tablo 3.7'nin devamı

22(1)	10	30	0.14909	0.168289	12.87754
23(1)	10	30	0.14057	0.158973	13.09152
24(1)	10	30	0.13335	0.151076	13.29317
25(1)	10	30	0.12715	0.144272	13.46601
26(1)	10	30	0.12173	0.138328	13.63487
27(1)	15	45	0.35361	0.334105	5.515937
28(1)	15	45	0.32738	0.309883	5.344602
29(1)	15	45	0.43308	0.407239	5.966734
30(1)	15	45	0.30623	0.290324	5.194155
31(1)	15	45	0.28872	0.274097	5.064713
32(1)	15	45	0.2739	0.260352	4.946494
33(1)	15	45	0.26116	0.248513	4.842751
34(1)	15	45	0.25004	0.238175	4.745222
35(2)	19	57	0.39747	0.521544	31.21592
36(2)	19	57	0.36284	0.476926	31.4426
37(2)	19	57	0.33593	0.442193	31.63248
38(2)	19	57	0.31423	0.414156	31.80038
39(2)	19	57	0.29626	0.390903	31.94595
40(2)	19	57	0.28106	0.371211	32.07523
41(2)	19	57	0.26798	0.354254	32.19415
42(2)	19	57	0.25657	0.339451	32.3033
43(1)	20	60	0.74108	0.614592	17.06811
44(1)	20	60	0.66285	0.550818	16.90153
45(1)	20	60	0.60509	0.503654	16.76372
46(1)	20	60	0.56201	0.466942	16.91573
47(1)	20	60	0.52403	0.43731	16.54874
48(1)	20	60	0.49406	0.412734	16.46066
49(1)	20	60	0.4687	0.391924	16.38071
50(1)	20	60	0.44689	0.374005	16.30946
51(1)	20	60	0.42786	0.358362	16.24316
52(2)	25	75	0.64373	0.64927	0.860594
53(2)	25	75	0.58764	0.593475	0.992993
54(2)	25	75	0.54405	0.550068	1.106193
55(2)	25	75	0.50891	0.515041	1.204778
56(2)	25	75	0.47981	0.486001	1.290237
57(2)	25	75	0.45519	0.461413	1.367093
58(2)	25	75	0.434	0.440244	1.438598
59(2)	25	75	0.41553	0.421766	1.500821
60(2)	30	90	0.89825	0.854518	4.868607
61(2)	30	90	0.81998	0.780912	4.764472
62(2)	30	90	0.75916	0.723661	4.676096
63(2)	30	90	0.71013	0.677471	4.599073

Tablo 3.7'nin devamı

64(2)	30	90	0.66951	0.639181	4.530087
65(2)	30	90	0.63516	0.606766	4.470363
66(2)	30	90	0.6056	0.578862	4.415199
67(2)	30	90	0.57982	0.554509	4.365397
68(2)	35	105	1.33944	1.208082	9.80692
69(2)	35	105	1.19803	1.08178	9.703406
70(2)	35	105	1.09365	0.988442	9.619941
71(2)	35	105	1.01252	0.915853	9.547213
72(2)	35	105	0.94713	0.857296	9.484912
73(2)	35	105	0.89296	0.80876	9.42935
74(2)	35	105	0.84714	0.767676	9.380313
75(2)	35	105	0.80771	0.732311	9.33489
76(2)	35	105	0.77333	0.70145	9.294839
77(2)	40	120	1.40884	1.215115	13.75069
78(2)	40	120	1.30433	1.125761	13.69047
79(2)	40	120	1.22009	1.053687	13.63859
80(2)	40	120	1.15031	0.993952	13.59266
81(2)	40	120	1.09128	0.943392	13.55175
82(2)	40	120	1.0405	0.899874	13.5152
83(2)	40	120	0.9962	0.8619	13.48119
				<i>Ortalama mutlak hata</i>	<i>%14.69145</i>
				<i>Korelasyon katsayısı</i>	<i>0.99095703</i>

3.1.8. Tamamen Perdelerden Oluşan Binaların 2. Önerilen Bağıtı Yardımıyla Periyot Hesapları

Betonarme perdeli binaların hakim doğal titreşim periyodunun tahmini için Denklem 3.13'de önerilen bağıtının yanında, birçok ülkenin sismik kodlarında da bina doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ve mevcut durumda da yaygın olarak kullanılan ampirik formüllere benzer olarak doğrudan bina yüksekliğinin bir fonksiyonu şeklinde, tüm deprem tasarım sınıfları için Denklem 3.14'de belirtilen pratik bir eşitlik daha önerilmiştir. Söz konusu bu eşitlik, çerçevesiz ve perdeli çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ikinci eşitlikle aynı olup yine TBDY 2018'de betonarme perdeli binaların hakim doğal titreşim periyodu için önerilen ampirik formüle göre daha yüksek korelasyon ve regresyon katsayısı verdiği gibi bu bağıtıdan daha düşük ortalama mutlak hata değeri de elde edilmiştir.

$$T_1 = \beta \times H \quad (3.14)$$

Burada H bina toplam yüksekliğini (m) ifade etmekte ve β katsayısı da sadece betonarme perdelerden meydana gelen bina türleri için 0.006881 değerini almaktadır. Önerilen bu eşitliğin, kalıp planlarına göre Tablo 2.2’de belirtilen binalara uygulanmasıyla elde edilen bina periyodu değerleri ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan kesin periyot değerleri karşılaştırmalı bir şekilde, bulunan ortalama mutlak hata değeri ile birlikte Tablo 3.8’de gösterilmiş ve regresyon analizi sonuçları da Ek 6’da belirtilmiştir.

Tablo 3.8. Denklem 3.14’den elde edilen sonuçların ve kesin periyot değerlerinin karşılaştırılması

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	Denk. 3.14	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	$T = \beta \times H$	% Hata
1(1)	1	3	0.01704	0.020643	21.14439
2(1)	1	3	0.02088	0.020643	1.135034
3(1)	1	3	0.01867	0.020643	10.56778
4(1)	1	3	0.01578	0.020643	30.81752
5(1)	1	3	0.01476	0.020643	39.85776
6(1)	1	3	0.01392	0.020643	48.29745
7(1)	1	3	0.0132	0.020643	56.3864
8(1)	1	3	0.01259	0.020643	63.9635
9(1)	1	3	0.01205	0.020643	71.31124
10(1)	5	15	0.06027	0.103215	71.2544
11(1)	5	15	0.06602	0.103215	56.33903
12(1)	5	15	0.07381	0.103215	39.83881
13(1)	5	15	0.0558	0.103215	84.97316
14(1)	5	15	0.05219	0.103215	97.76782
15(1)	5	15	0.04921	0.103215	109.744
16(1)	5	15	0.04668	0.103215	121.1119
17(1)	5	15	0.04451	0.103215	131.8918
18(1)	5	15	0.04262	0.103215	142.1751
19(1)	10	30	0.17216	0.20643	19.90593
20(1)	10	30	0.18859	0.20643	9.4597
21(1)	10	30	0.15939	0.20643	29.51255
22(1)	10	30	0.14909	0.20643	38.46002
23(1)	10	30	0.14057	0.20643	46.85214
24(1)	10	30	0.13335	0.20643	54.80319

Tablo 3.8'in devamı

25(1)	10	30	0.12715	0.20643	62.35159
26(1)	10	30	0.12173	0.20643	69.58026
27(1)	15	45	0.35361	0.309645	12.43317
28(1)	15	45	0.32738	0.309645	5.41723
29(1)	15	45	0.43308	0.309645	28.50165
30(1)	15	45	0.30623	0.309645	1.115199
31(1)	15	45	0.28872	0.309645	7.247532
32(1)	15	45	0.2739	0.309645	13.05041
33(1)	15	45	0.26116	0.309645	18.56528
34(1)	15	45	0.25004	0.309645	23.83822
35(2)	19	57	0.39747	0.392217	1.321586
36(2)	19	57	0.36284	0.392217	8.096432
37(2)	19	57	0.33593	0.392217	16.7556
38(2)	19	57	0.31423	0.392217	24.81847
39(2)	19	57	0.29626	0.392217	32.38949
40(2)	19	57	0.28106	0.392217	39.54924
41(2)	19	57	0.26798	0.392217	46.36058
42(2)	19	57	0.25657	0.392217	52.86943
43(1)	20	60	0.74108	0.41286	44.2894
44(1)	20	60	0.66285	0.41286	37.7144
45(1)	20	60	0.60509	0.41286	31.76881
46(1)	20	60	0.56201	0.41286	26.53866
47(1)	20	60	0.52403	0.41286	21.21442
48(1)	20	60	0.49406	0.41286	16.43523
49(1)	20	60	0.4687	0.41286	11.91378
50(1)	20	60	0.44689	0.41286	7.614827
51(1)	20	60	0.42786	0.41286	3.505797
52(2)	25	75	0.64373	0.516075	19.8305
53(2)	25	75	0.58764	0.516075	12.17835
54(2)	25	75	0.54405	0.516075	5.141968
55(2)	25	75	0.50891	0.516075	1.407935
56(2)	25	75	0.47981	0.516075	7.558226
57(2)	25	75	0.45519	0.516075	13.37576
58(2)	25	75	0.434	0.516075	18.91132
59(2)	25	75	0.41553	0.516075	24.19684
60(2)	30	90	0.89825	0.61929	31.05593
61(2)	30	90	0.81998	0.61929	24.47497
62(2)	30	90	0.75916	0.61929	18.42429
63(2)	30	90	0.71013	0.61929	12.792
64(2)	30	90	0.66951	0.61929	7.500986
65(2)	30	90	0.63516	0.61929	2.49856
66(2)	30	90	0.6056	0.61929	2.260592

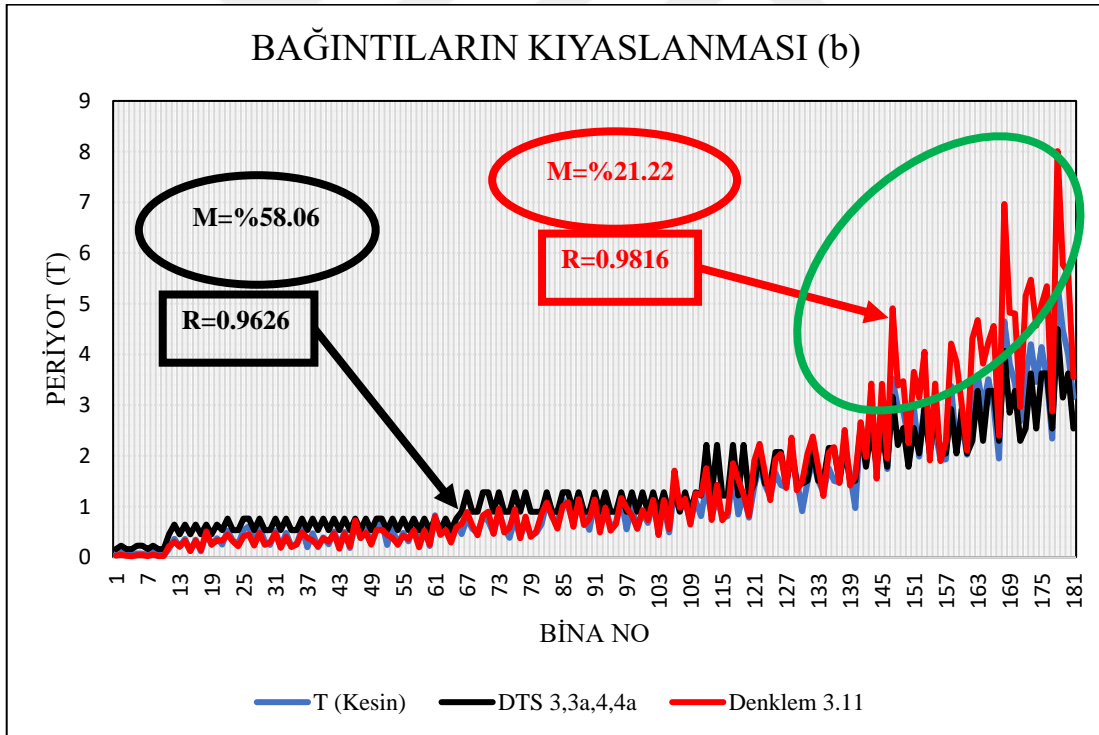
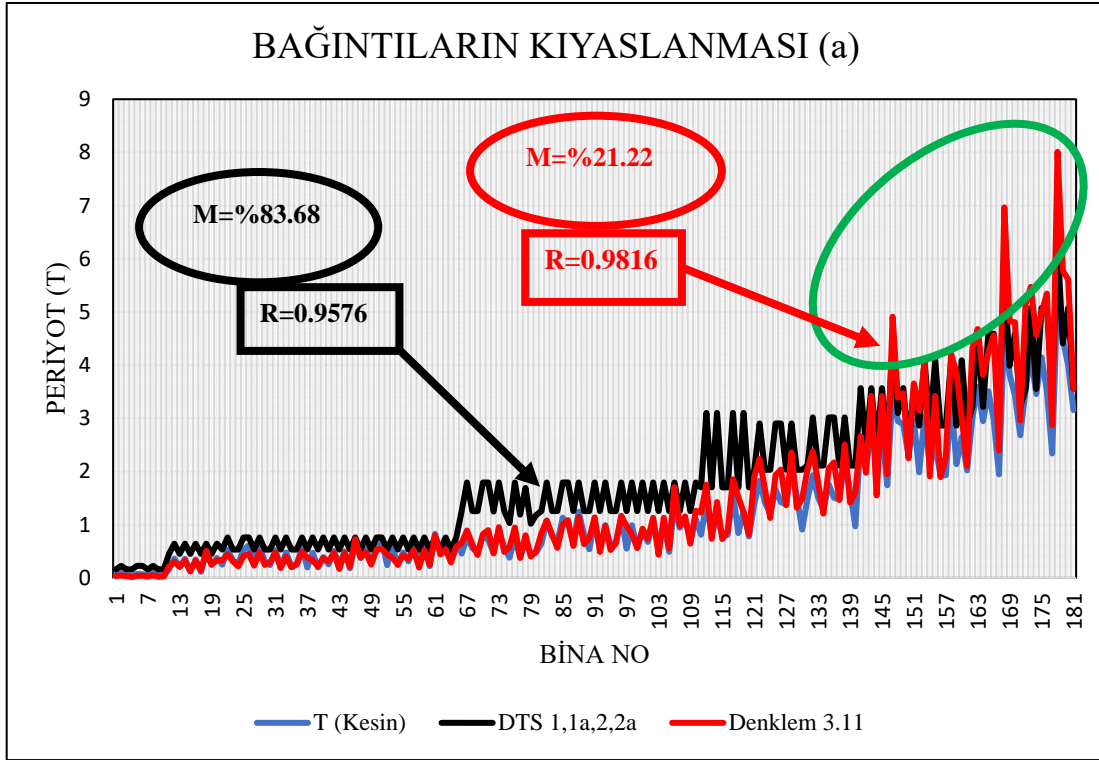
Tablo 3.8'in devamı

67(2)	30	90	0.57982	0.61929	6.80731
68(2)	35	105	1.33944	0.722505	46.05916
69(2)	35	105	1.19803	0.722505	39.69223
70(2)	35	105	1.09365	0.722505	33.93634
71(2)	35	105	1.01252	0.722505	28.64287
72(2)	35	105	0.94713	0.722505	23.71637
73(2)	35	105	0.89296	0.722505	19.08874
74(2)	35	105	0.84714	0.722505	14.71242
75(2)	35	105	0.80771	0.722505	10.54894
76(2)	35	105	0.77333	0.722505	6.572205
77(2)	40	120	1.40884	0.82572	41.39007
78(2)	40	120	1.30433	0.82572	36.69392
79(2)	40	120	1.22009	0.82572	32.32301
80(2)	40	120	1.15031	0.82572	28.21759
81(2)	40	120	1.09128	0.82572	24.33471
82(2)	40	120	1.0405	0.82572	20.64198
83(2)	40	120	0.9962	0.82572	17.11301
			<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>%32.46899</i>
			<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.94588666</i>

3.2. Çalışmada Önerilen Birinci Bağtıdan Elde Edilen Büyük Periyot Değerlerinin Önerilen İkinci Bağtı Yardımı ile Düzenlenmesi

Kalıp planlarına göre Tablo 2.1'de belirtilen betonarme çerçevesi ve betonarme perdeli çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesaplanması için çalışma kapsamında ilk olarak önerilen logaritmik bağıntıdan elde edilen sonuçların, TBDY 2018'de aynı tür binaların titreşim periyodu için önerilen ampirik formülden elde edilen değerlerin ve kesin periyot değerlerinin hep birlikte karşılaştırılmasından ortaya çıkan sonuç, bu bölüm başlığı altında değerlendirilmiştir. Buna göre Tablo 3.5'deki veriler dikkate alındığında Denklem 3.11'de belirtilen logaritmik bağıntıdan, 15. kattan başlayarak özellikle de 19. kattan itibaren yoğun bir şekilde görülen, artan kat sayılarına doğru devam eden yönetmelik ve kesin periyot değerlerine nazaran daha büyük titreşim periyotlarının elde edildiği gerek Tablo 3.5'de gerekse Şekil 3.1'de belirtilen grafiklerde rahatlıkla gözlemlenebilmektedir. Her ne kadar önerilen Denklem 3.11'den, yönetmelikteki ampirik formüle kıyasla 0.9816488 gibi daha yüksek bir korelasyon katsayısı bulunup %21.21909 gibi daha küçük bir ortalama mutlak hata değeri elde edilse de 19 ile 40 kat arasında bulunan büyük titreşim

periyodu değerlerinin, daha öncede birçok defa belirtildiği üzere daha düşük taban kesme kuvveti değerleri vermesi emniyet ilkesi bakımından kabul edilebilir bir durum değildir. Bu bağlamda yine Denklem 3.12’de yüksekliğin lineer bir fonksiyonu olan ekstra bir pratik bağıntı, söz konusu bu büyük periyot değerlerinin düzeltilmesi maksadıyla önerilmiştir. Bu durumda Şekil 3.1’deki yeşil çember içerisinde de gösterildiği üzere 15. kattan itibaren tespit edilen büyük periyot değerleri göz önüne alınarak bu kattan başlayıp 40. kata kadar olan binalara, söz konusu Denklem 3.12’de ikinci önerilen pratik bağıntı uygulanmış ve çıkan sonuçlar Denklem 3.11’den elde edilen değerlerle kıyaslanarak daha küçük olanlar ilgili binanın hakim doğal titreşim periyodu olarak belirlenmiştir. Bahsedilen bu periyot değerleri Tablo 3.9’da derlenerek koyu renkli yazı karakteri ile gösterilmiştir. Yapılan irdelemeye göre binaların değişen bu periyot değerleri ile korelasyon katsayısı 0.9816488 ’den düşerek 0.968609 ’lık bir değer olsa da Şekil 3.1(b)’de gösterildiği üzere TBDY 2018’de önerilen ampirik bağıntıdan $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ için bulunan en yüksek 0.962646 ’lık korelasyon katsayısından daha büyük olduğu rahatlıkla görülebilmektedir. Söz konusu 0.968609 ve 0.962646 değerleri arasındaki fark küçük sanılsa da bu değerlere karşılık gelen ortalama mutlak hata değerlerinin sırasıyla $\%17.20329$ ve $\%58.05870$ olduğu düşünüldüğünde, düzenleme için önerilen bağıntı yardımı ile kesin periyotlara çok önemli bir yakınsamanın elde edildiği yine rahatlıkla söylenebilir. Üstelik çalışmada ilk olarak önerilen Denklem 3.11’deki bağıntının tek başına kullanılmasıyla elde edilen 0.9816488 ’lik korelasyon katsayısına karşılık gelen $\%21.21909$ ’luk hata değerinin dahi yüksek kaldığı görülmektedir. Bahsedilen Denklem 3.11’e ait periyot değerleri, TBDY 2018’deki ampirik formülden $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ ve $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ için elde edilen periyot değerleri ve SAP2000v20’den bulunan kesin sonuçlar Şekil 3.1’de grafiksel olarak gösterilmiştir. Denklem 3.12 ile yapılan düzenlemenin ardından bulunan sonuçlar, korelasyon katsayısı ve ortalama mutlak hata değeri ile birlikte Tablo 3.9’da belirtilmiştir. Söz konusu düzenlenmiş periyotların yer aldığı bu tabloya ait grafiksel gösterime ise ilerleyen konu başlıkları altında değinilmiştir. Yine Tablo 3.9’daki düzenlenmiş periyot değerlerine ait regresyon analizi sonuçları Ek 6’da gösterilmiştir. Önceden de ifade edildiği gibi bazı periyot değerlerini düzenleme amaçlı önerilen Denklem 3.12’ye ait yüksek korelasyon ve düşük ortalama mutlak hata verilerinden dolayı bu formülün perdeli ve perde-çerçeve karma tip betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için tek başına da kullanılabileceği vurgulanmıştır.



Şekil 3.1. Denk. 3.11'e ve TBDY'ye ait periyot değerlerinin grafiksel gösterimi

Tablo 3.9. Denklem 3.11'den elde edilen periyot değerlerinin Denklem 3.12 ile düzenlenmiş hali

Bina No	Kat sayısı	Bina yüksekliği	Kesin değer	Denk. 3.11/12	
(Plan no)	N	H (m)	T (s)	Düzenlenen Bağıntı	% Hata
				(15.kat sonrası)	
1(1)	1	3	0.05263	0.033199	36.91942
2(2)	1	3	0.09275	0.048201	48.03153
3(3)	1	3	0.04629	0.028747	37.89788
4(4)	1	3	0.04151	0.018566	55.2741
5(5)	1	3	0.07292	0.039159	46.29815
6(6)	1	3	0.07148	0.042109	41.09003
7(7)	1	3	0.04184	0.022953	45.14119
8(8)	1	3	0.10102	0.052371	48.15799
9(9)	1	3	0.04902	0.022064	54.99046
10(10)	1	3	0.03687	0.025282	31.42876
11(1)	4	12	0.16172	0.215841	33.46567
12(2)	4	12	0.3619	0.305729	15.52112
13(3)	4	12	0.21216	0.206903	2.477906
14(11)	4	12	0.3606	0.326477	9.462949
15(12)	4	12	0.12329	0.122429	0.698137
16(24)	4	12	0.34607	0.323223	6.601931
17(25)	4	12	0.11617	0.139408	20.00315
18(26)	4	16	0.4658	0.508292	9.122314
19(27)	4	16	0.24679	0.248414	0.657963
20(28)	4	12	0.3749	0.332506	11.30818
21(1)	5	15	0.25007	0.32686	30.70735
22(2)	5	15	0.52629	0.44587	15.28048
23(3)	5	15	0.32839	0.313599	4.504124
24(4)	5	15	0.25855	0.21628	16.34892
25(5)	5	15	0.54113	0.41226	23.81506
26(6)	5	15	0.60683	0.449058	25.99936
27(7)	5	15	0.26015	0.230489	11.40151
28(8)	5	15	0.60166	0.477362	20.6592
29(9)	5	15	0.31008	0.244511	21.14569
30(10)	5	15	0.24124	0.289285	19.91576
31(11)	5	15	0.52292	0.473999	9.355405
32(12)	5	15	0.19412	0.187221	3.553752
33(13)	5	15	0.47856	0.40015	16.38458
34(14)	5	15	0.22066	0.201001	8.909378
35(15)	5	15	0.26276	0.251641	4.23167
36(16)	5	15	0.562	0.488494	13.07932
37(17)	5	15	0.19692	0.380259	93.1033
38(18)	5	15	0.47153	0.33065	29.87725

Tablo 3.9'un devamı

39(19)	5	15	0.19693	0.216115	9.741834
40(20)	5	15	0.39074	0.376264	3.704679
41(21)	5	15	0.25496	0.306019	20.02638
42(22)	5	15	0.50722	0.470619	7.215904
43(23)	5	15	0.24355	0.166922	31.4629
44(24)	5	15	0.4984	0.470054	5.687392
45(25)	5	15	0.18121	0.212772	17.41758
46(26)	5	20	0.676	0.728426	7.755304
47(27)	5	20	0.37974	0.377281	0.647488
48(28)	5	15	0.5428	0.482109	11.18112
49(29)	5	15	0.28662	0.248128	13.42958
50(30)	5	15	0.54632	0.536333	1.828126
51(16)	5*	15	0.68831	0.544059	20.95725
52(17)	5*	15	0.24117	0.440106	82.48807
53(18)	5*	15	0.5775	0.376453	34.81325
54(19)	5*	15	0.24118	0.252593	4.732083
55(20)	5*	15	0.47856	0.425941	10.99536
56(21)	5*	15	0.31226	0.355705	13.91321
57(22)	5*	15	0.62122	0.525662	15.38228
58(23)	5*	15	0.29829	0.195741	34.37898
59(24)	5*	15	0.60629	0.525073	13.3957
60(25)	5*	15	0.22193	0.248739	12.07996
61(26)	5*	20	0.82793	0.802864	3.02753
62(27)	5*	20	0.46508	0.439135	5.578703
63(28)	5*	15	0.66479	0.537508	19.14614
64(29)	5*	15	0.35104	0.289425	17.55223
65(30)	5*	15	0.66911	0.592293	11.48042
66(1)	10*	30	0.45666	0.65372	43.1524
67(2)	10*	30	0.76145	0.891741	17.11087
68(3)	10*	30	0.56122	0.6272	11.75661
69(4)	10*	30	0.47324	0.43256	8.596121
70(5)	10*	30	0.80028	0.824523	3.029316
71(6)	10*	30	0.71375	0.898121	25.83125
72(7)	10*	30	0.4688	0.460983	1.667413
73(8)	10*	30	0.87999	0.954724	8.492569
74(9)	10*	30	0.57821	0.489023	15.4247
75(10)	10*	30	0.3816	0.578576	51.61843
76(11)	10*	30	0.75368	0.948005	25.78351
77(12)	10*	30	0.38627	0.374443	3.061871
78(13)	10*	30	0.70093	0.8003	14.17687
79(14)	10*	30	0.42866	0.401997	6.220086
80(15)	10*	30	0.47817	0.503282	5.251631

Tablo 3.9'un devamı

81(1)	10	30	0.64581	0.84217	30.40519
82(2)	10	30	1.07685	1.078818	0.182796
83(3)	10	30	0.79368	0.809115	1.944723
84(4)	10	30	0.66926	0.563933	15.73778
85(5)	10	30	1.13177	1.006286	11.08737
86(6)	10	30	1.00939	1.085589	7.54901
87(7)	10	30	0.66298	0.600019	9.496735
88(8)	10	30	1.2445	1.144797	8.011466
89(9)	10	30	0.81771	0.635533	22.27898
90(10)	10	30	0.53966	0.748288	38.65921
91(11)	10	30	1.06586	1.137851	6.754284
92(12)	10	30	0.55077	0.489824	11.0656
93(13)	10	30	0.99127	0.979675	1.169735
94(14)	10	30	0.60621	0.525019	13.39329
95(15)	10	30	0.67624	0.653552	3.355006
96(16)	10	30	1.13965	1.167606	2.453059
97(17)	10	30	0.54955	0.974413	77.31107
98(18)	10	30	0.99039	0.82267	16.93473
99(19)	10	30	0.56103	0.563513	0.442583
100(20)	10	30	0.88291	0.926503	4.937461
101(21)	10	30	0.6761	0.73345	8.482491
102(22)	10	30	1.0451	1.130847	8.204655
103(23)	10	30	0.63014	0.437799	30.52359
104(24)	10	30	1.00589	1.129672	12.30576
105(25)	10	30	0.48973	0.55501	13.32988
106(26)	10	40	1.37131	1.707867	24.54272
107(27)	10	40	0.94486	0.976562	3.355176
108(28)	10	30	1.10094	1.154558	4.870226
109(29)	10	30	0.72457	0.644677	11.02629
110(30)	10	30	1.10691	1.26203	14.0138
111(10)	15	45	0.81084	0.89928	10.90726
112(11)	15	45	1.41137	1.502386	6.448753
113(12)	15	45	0.80608	0.734736	8.850738
114(13)	15	45	1.17508	1.427001	21.43863
115(14)	15	45	0.78108	0.729429	6.612806
116(15)	15	45	0.80882	0.880365	8.845639
117(16)	15	45	1.60443	1.853904	15.54907
118(17)	15	45	0.84306	1.522943	80.64471
119(18)	15	45	1.24483	1.234005	0.869576
120(19)	15	45	0.77934	0.819314	5.129206
121(1)	19	57	1.38801	1.139089	17.9337
122(2)	19	57	1.82667	1.903022	4.179845

Tablo 3.9'un devamı

123(3)	19	57	1.42208	1.139089	19.89983
124(4)	19	57	1.20309	1.125691	6.43339
125(5)	19	57	1.66135	1.903022	14.54672
126(6)	19	57	1.42387	1.903022	33.65138
127(7)	19	57	1.38232	1.139089	17.59589
128(8)	19	57	2.10975	1.903022	9.798698
129(9)	19	57	1.53313	1.139089	25.70177
130(10)	19	57	0.90823	1.139089	25.41851
131(1)	20	60	1.48209	1.199041	19.09799
132(2)	20	60	1.92964	2.003181	3.811127
133(3)	20	60	1.51248	1.199041	20.72354
134(4)	20	60	1.28571	1.199041	6.740981
135(5)	20	60	1.75744	2.003181	13.9829
136(6)	20	60	1.5064	2.003181	32.97803
137(7)	20	60	1.47248	1.199041	18.57
138(8)	20	60	2.22744	2.003181	10.06801
139(9)	20	60	1.63511	1.199041	26.66912
140(10)	20	60	0.96899	1.199041	23.74127
141(18)	25	75	2.64881	2.503976	5.467879
142(19)	25	75	2.04549	1.498801	26.72657
143(22)	25	75	2.8201	2.503976	11.20966
144(23)	25	75	2.28042	1.498801	34.27524
145(24)	25	75	2.7084	2.503976	7.547767
146(25)	25	75	1.74063	1.498801	13.89321
147(26)	25	100	3.51727	3.338635	5.078796
148(27)	25	100	2.9467	1.998401	32.18173
149(28)	25	75	2.8875	2.503976	13.28221
150(29)	25	75	2.29228	1.498801	34.61529
151(30)	25	75	2.95896	2.503976	15.37647
152(10)	30	90	1.98438	1.798561	9.364094
153(11)	30	90	3.03663	3.004772	1.049139
154(12)	30	90	2.1035	1.798561	14.49675
155(13)	30	90	2.49677	3.004772	20.34635
156(14)	30	90	1.92649	1.798561	6.640533
157(15)	30	90	1.92932	1.798561	6.777476
158(16)	30	90	3.37898	3.004772	11.0746
159(17)	30	90	2.13812	1.798561	15.8812
160(18)	30	90	2.64871	3.009972	13.63915
161(19)	30	90	2.02265	1.798561	11.07899
162(1)	35	105	3.00016	2.098321	30.0597
163(2)	35	105	3.58985	3.505567	2.34782
164(3)	35	105	2.94659	2.098321	28.78816

Tablo 3.9'un devamı

165(5)	35	105	3.51123	3.505567	0.161288
166(24)	35	105	2.97938	3.505567	17.66095
167(25)	35	105	1.94697	2.098321	7.773665
168(26)	35	140	4.65443	4.674089	0.422373
169(27)	35	140	3.82029	2.797761	26.76574
170(28)	35	105	3.426	3.505567	2.32244
171(29)	35	105	2.67976	2.098321	21.69743
172(1)	40	120	3.54405	2.398081	32.33501
173(2)	40	120	4.20044	4.006362	4.62042
174(3)	40	120	3.45712	2.398081	30.63356
175(5)	40	120	4.14637	4.006362	3.376639
176(24)	40	120	3.51572	4.006362	13.95566
177(25)	40	120	2.34043	2.398081	2.463268
178(26)	40	160	5.38314	5.341816	0.767655
179(27)	40	160	4.48067	3.197441	28.63921
180(28)	40	120	3.9937	4.006362	0.317051
181(29)	40	120	3.15566	2.398081	24.00699
				<i>Ortalama mutlak hata</i>	<i>%17.20329</i>
				<i>Korelasyon katsayısı</i>	<i>0.96860879</i>

3.3. Çalışmada Önerilen Bağlılıkların ve Uluslararası Sismik Kodlarda Önerilen Ampirik Formüllerin Karşılaştırılması

Bu bölümde, Türkiye’de mevcut durumda kullanılan TBDY 2018’in ve daha önceki yıllara ait Türkiye yönetmeliklerinin referans aldığı yabancı ülkelere ait sismik kodların, bina doğal titreşim periyodunun hesabı için önerdiği bağıntılar kullanılarak bir kıyaslama çalışması yapılmıştır. Buna göre Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, İsveç, Japonya, Hindistan, Bangladeş ve Avrupa ülkelerinin sismik kodlarında önerdiği ampirik bağıntılar, Tablo 2.1’de belirtilen binalara uygulanmış ardından bulunan periyot değerlerinin, SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden bulunan sonuçlarla ve çalışmada önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12’deki bağıntılardan elde edilen düzenlenmiş sonuçlarla kıyaslanması Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de gösterilmiştir. Yine söz konusu bu verilerden elde edilen ortalama mutlak hata değerleri ve Excel 2016 programından bulunan korelasyon katsayıları bahsedilen tablolarda belirtilmiştir. Ayrıca bu tablolara ait regresyon analizine ait veriler de Ek 6’da detaylıca gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Çalışmada önerilen bağıntıların ve farklı ülkelere ait kodların kıyaslanması

			Denk. 3.11/12	Denk. 1.63	Denk. 1.67	Denk. 1.75	Denk. 1.74
		Kesin	ÖNERİLEN	Eurocode 8	ATC-3/06		UBC-85
		Periyot	Düzenlenmiş	NBCC-2005	NEHRP-94	UBC-97	ASCE-7/10
			FORMÜL	IS-1893			SAA-1979
			$T_1 = \beta \times H$				NBCC-2005
Bina No	Kat sayısı	T	$\alpha \times H \cdot \text{Log}_{1.1} \left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	$T_1 = C_t H^{3/4}$	$T_1 = C_t H^{3/4}$	$T_1 = C_t H^{3/4}$	$T_a = 0.1N$
1(1)	1	0.05263	0.033199	0.170963029	0.166404015	0.166631966	0.1
2(2)	1	0.09275	0.048201	0.113975353	0.111695846	0.111239944	0.1
3(3)	1	0.04629	0.028747	0.170963029	0.166404015	0.166631966	0.1
4(4)	1	0.04151	0.018566	0.113975353	0.111695846	0.111239944	0.1
5(5)	1	0.07292	0.039159	0.170963029	0.166404015	0.166631966	0.1
6(6)	1	0.07148	0.042109	0.113975353	0.111695846	0.111239944	0.1
7(7)	1	0.04184	0.022953	0.170963029	0.166404015	0.166631966	0.1
8(8)	1	0.10102	0.052371	0.113975353	0.111695846	0.111239944	0.1
9(9)	1	0.04902	0.022064	0.170963029	0.166404015	0.166631966	0.1
10(10)	1	0.03687	0.025282	0.113975353	0.111695846	0.111239944	0.1
11(1)	4	0.16172	0.215841	0.32237098	0.31592356	0.314634076	0.4
12(2)	4	0.3619	0.305729	0.483556469	0.47066163	0.471306372	0.4
13(3)	4	0.21216	0.206903	0.32237098	0.31592356	0.314634076	0.4
14(11)	4	0.3606	0.326477	0.483556469	0.47066163	0.471306372	0.4
15(12)	4	0.12329	0.122429	0.483556469	0.47066163	0.471306372	0.4
16(24)	4	0.34607	0.323223	0.32237098	0.31592356	0.314634076	0.4
17(25)	4	0.11617	0.139408	0.483556469	0.47066163	0.471306372	0.4
18(26)	4	0.4658	0.508292	0.4	0.392	0.3904	0.4
19(27)	4	0.24679	0.248414	0.6	0.584	0.5848	0.4
20(28)	4	0.3749	0.332506	0.32237098	0.31592356	0.314634076	0.4
21(1)	5	0.25007	0.32686	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
22(2)	5	0.52629	0.44587	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
23(3)	5	0.32839	0.313599	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
24(4)	5	0.25855	0.21628	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
25(5)	5	0.54113	0.41226	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
26(6)	5	0.60683	0.449058	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
27(7)	5	0.26015	0.230489	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
28(8)	5	0.60166	0.477362	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
29(9)	5	0.31008	0.244511	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
30(10)	5	0.24124	0.289285	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
31(11)	5	0.52292	0.473999	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
32(12)	5	0.19412	0.187221	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
33(13)	5	0.47856	0.40015	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
34(14)	5	0.22066	0.201001	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
35(15)	5	0.26276	0.251641	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5

Tablo 3.10'un devamı

36(16)	5	0.562	0.488494	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
37(17)	5	0.19692	0.380259	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
38(18)	5	0.47153	0.33065	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
39(19)	5	0.19693	0.216115	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
40(20)	5	0.39074	0.376264	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
41(21)	5	0.25496	0.306019	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
42(22)	5	0.50722	0.470619	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
43(23)	5	0.24355	0.166922	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
44(24)	5	0.4984	0.470054	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
45(25)	5	0.18121	0.212772	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
46(26)	5	0.676	0.728426	0.709306207	0.690391375	0.691337116	0.5
47(27)	5	0.37974	0.377281	0.472870805	0.463413388	0.461521905	0.5
48(28)	5	0.5428	0.482109	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
49(29)	5	0.28662	0.248128	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
50(30)	5	0.54632	0.536333	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
51(16)	5*	0.68831	0.544059	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
52(17)	5*	0.24117	0.440106	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
53(18)	5*	0.5775	0.376453	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
54(19)	5*	0.24118	0.252593	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
55(20)	5*	0.47856	0.425941	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
56(21)	5*	0.31226	0.355705	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
57(22)	5*	0.62122	0.525662	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
58(23)	5*	0.29829	0.195741	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
59(24)	5*	0.60629	0.525073	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
60(25)	5*	0.22193	0.248739	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
61(26)	5*	0.82793	0.802864	0.709306207	0.690391375	0.691337116	0.5
62(27)	5*	0.46508	0.439135	0.472870805	0.463413388	0.461521905	0.5
63(28)	5*	0.66479	0.537508	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
64(29)	5*	0.35104	0.289425	0.381099561	0.37347757	0.371953172	0.5
65(30)	5*	0.66911	0.592293	0.571649342	0.556405359	0.557167558	0.5
66(1)	10*	0.45666	0.65372	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
67(2)	10*	0.76145	0.891741	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
68(3)	10*	0.56122	0.6272	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
69(4)	10*	0.47324	0.43256	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
70(5)	10*	0.80028	0.824523	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
71(6)	10*	0.71375	0.898121	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
72(7)	10*	0.4688	0.460983	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
73(8)	10*	0.87999	0.954724	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
74(9)	10*	0.57821	0.489023	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
75(10)	10*	0.3816	0.578576	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
76(11)	10*	0.75368	0.948005	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
77(12)	10*	0.38627	0.374443	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1

Tablo 3.10'un devamı

78(13)	10*	0.70093	0.8003	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
79(14)	10*	0.42866	0.401997	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
80(15)	10*	0.47817	0.503282	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
81(1)	10	0.64581	0.84217	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
82(2)	10	1.07685	1.078818	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
83(3)	10	0.79368	0.809115	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
84(4)	10	0.66926	0.563933	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
85(5)	10	1.13177	1.006286	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
86(6)	10	1.00939	1.085589	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
87(7)	10	0.66298	0.600019	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
88(8)	10	1.2445	1.144797	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
89(9)	10	0.81771	0.635533	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
90(10)	10	0.53966	0.748288	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
91(11)	10	1.06586	1.137851	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
92(12)	10	0.55077	0.489824	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
93(13)	10	0.99127	0.979675	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
94(14)	10	0.60621	0.525019	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
95(15)	10	0.67624	0.653552	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
96(16)	10	1.13965	1.167606	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
97(17)	10	0.54955	0.974413	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
98(18)	10	0.99039	0.82267	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
99(19)	10	0.56103	0.563513	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
100(20)	10	0.88291	0.926503	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
101(21)	10	0.6761	0.73345	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
102(22)	10	1.0451	1.130847	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
103(23)	10	0.63014	0.437799	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
104(24)	10	1.00589	1.129672	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
105(25)	10	0.48973	0.55501	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
106(26)	10	1.37131	1.707867	0.795270729	0.779365314	0.776184231	1
107(27)	10	0.94486	0.976562	1.192906093	1.161095264	1.162685805	1
108(28)	10	1.10094	1.154558	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
109(29)	10	0.72457	0.644677	0.961395764	0.935758544	0.937040405	1
110(30)	10	1.10691	1.26203	0.64093051	0.628111899	0.625548177	1
111(10)	15	0.81084	0.89928	1.303078708	1.268329943	1.270067381	1.5
112(11)	15	1.41137	1.502386	0.868719139	0.851344756	0.84786988	1.5
113(12)	15	0.80608	0.734736	1.303078708	1.268329943	1.270067381	1.5
114(13)	15	1.17508	1.427001	0.868719139	0.851344756	0.84786988	1.5
115(14)	15	0.78108	0.729429	1.303078708	1.268329943	1.270067381	1.5
116(15)	15	0.80882	0.880365	0.868719139	0.851344756	0.84786988	1.5
117(16)	15	1.60443	1.853904	1.303078708	1.268329943	1.270067381	1.5
118(17)	15	0.84306	1.522943	0.868719139	0.851344756	0.84786988	1.5
119(18)	15	1.24483	1.234005	1.303078708	1.268329943	1.270067381	1.5

Tablo 3.10'un devamı

120(19)	15	0.77934	0.819314	0.868719139	0.851344756	0.84786988	1.5
121(1)	19	1.38801	1.139089	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
122(2)	19	1.82667	1.903022	1.555848857	1.514359554	1.516434019	1.9
123(3)	19	1.42208	1.139089	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
124(4)	19	1.20309	1.125691	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
125(5)	19	1.66135	1.903022	1.555848857	1.514359554	1.516434019	1.9
126(6)	19	1.42387	1.903022	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
127(7)	19	1.38232	1.139089	1.555848857	1.514359554	1.516434019	1.9
128(8)	19	2.10975	1.903022	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
129(9)	19	1.53313	1.139089	1.555848857	1.514359554	1.516434019	1.9
130(10)	19	0.90823	1.139089	1.037232571	1.01648792	1.01233899	1.9
131(1)	20	1.48209	1.199041	1.616868504	1.57375201	1.575907835	2
132(2)	20	1.92964	2.003181	1.077912336	1.056354089	1.05204244	2
133(3)	20	1.51248	1.199041	1.077912336	1.056354089	1.05204244	2
134(4)	20	1.28571	1.199041	1.616868504	1.57375201	1.575907835	2
135(5)	20	1.75744	2.003181	1.616868504	1.57375201	1.575907835	2
136(6)	20	1.5064	2.003181	1.077912336	1.056354089	1.05204244	2
137(7)	20	1.47248	1.199041	1.616868504	1.57375201	1.575907835	2
138(8)	20	2.22744	2.003181	1.077912336	1.056354089	1.05204244	2
139(9)	20	1.63511	1.199041	1.077912336	1.056354089	1.05204244	2
140(10)	20	0.96899	1.199041	1.616868504	1.57375201	1.575907835	2
141(18)	25	2.64881	2.503976	1.274283184	1.24879752	1.243700387	2.5
142(19)	25	2.04549	1.498801	1.911424775	1.860453448	1.863002014	2.5
143(22)	25	2.8201	2.503976	1.274283184	1.24879752	1.243700387	2.5
144(23)	25	2.28042	1.498801	1.911424775	1.860453448	1.863002014	2.5
145(24)	25	2.7084	2.503976	1.274283184	1.24879752	1.243700387	2.5
146(25)	25	1.74063	1.498801	1.911424775	1.860453448	1.863002014	2.5
147(26)	25	3.51727	3.338635	1.58113883	1.549516053	1.543191498	2.5
148(27)	25	2.9467	1.998401	2.371708245	2.308462692	2.31162497	2.5
149(28)	25	2.8875	2.503976	1.274283184	1.24879752	1.243700387	2.5
150(29)	25	2.29228	1.498801	1.911424775	1.860453448	1.863002014	2.5
151(30)	25	2.95896	2.503976	1.274283184	1.24879752	1.243700387	2.5
152(10)	30	1.98438	1.798561	2.191508429	2.133068205	2.135990216	3
153(11)	30	3.03663	3.004772	1.46100562	1.431785507	1.425941485	3
154(12)	30	2.1035	1.798561	1.46100562	1.431785507	1.425941485	3
155(13)	30	2.49677	3.004772	2.191508429	2.133068205	2.135990216	3
156(14)	30	1.92649	1.798561	2.191508429	2.133068205	2.135990216	3
157(15)	30	1.92932	1.798561	1.46100562	1.431785507	1.425941485	3
158(16)	30	3.37898	3.004772	2.191508429	2.133068205	2.135990216	3
159(17)	30	2.13812	1.798561	1.46100562	1.431785507	1.425941485	3
160(18)	30	2.64871	3.009972	1.46100562	1.431785507	1.425941485	3
161(19)	30	2.02265	1.798561	2.191508429	2.133068205	2.135990216	3

Tablo 3.10'un devamı

162(1)	35	3.00016	2.098321	1.640068467	1.607267098	1.600706824	3.5
163(2)	35	3.58985	3.505567	2.4601027	2.394499962	2.397780099	3.5
164(3)	35	2.94659	2.098321	1.640068467	1.607267098	1.600706824	3.5
165(5)	35	3.51123	3.505567	1.640068467	1.607267098	1.600706824	3.5
166(24)	35	2.97938	3.505567	2.4601027	2.394499962	2.397780099	3.5
167(25)	35	1.94697	2.098321	1.640068467	1.607267098	1.600706824	3.5
168(26)	35	4.65443	4.674089	3.052511369	2.971111066	2.975181081	3.5
169(27)	35	3.82029	2.797761	2.035007579	1.994307428	1.986167397	3.5
170(28)	35	3.426	3.505567	2.4601027	2.394499962	2.397780099	3.5
171(29)	35	2.67976	2.098321	1.640068467	1.607267098	1.600706824	3.5
172(1)	40	3.54405	2.398081	2.719237858	2.646724848	2.650350499	4
173(2)	40	4.20044	4.006362	1.812825238	1.776568734	1.769317433	4
174(3)	40	3.45712	2.398081	2.719237858	2.646724848	2.650350499	4
175(5)	40	4.14637	4.006362	1.812825238	1.776568734	1.769317433	4
176(24)	40	3.51572	4.006362	2.719237858	2.646724848	2.650350499	4
177(25)	40	2.34043	2.398081	1.812825238	1.776568734	1.769317433	4
178(26)	40	5.38314	5.341816	3.374047951	3.284073339	3.28857207	4
179(27)	40	4.48067	3.197441	2.249365301	2.204377995	2.195380534	4
180(28)	40	3.9937	4.006362	2.719237858	2.646724848	2.650350499	4
181(29)	40	3.15566	2.398081	1.812825238	1.776568734	1.769317433	4
%Ortalama mutlak hata			17.20329	46.19628141	45.14251123	45.17058103	47.7341217
Korelasyon katsayısı			0.968609	0.892431049	0.894201985	0.892787171	0.937433468

Tablo 3.11. Çalışmada önerilen bağıntıların ve çeşitli ülkelere ait kodların kıyaslanması

			Denk. 1.81	Denk. 1.108	Denk. 1.110	Denk. 1.112	Denk. 1.114
		Kesin	ASCE-7/10	SIA-2003	BSLJ-2011	AIJ	NZSEE-2006
		Periyot	IBC-2009				
Bina No	Kat Sayısı	T	$T_1 = C_i h_n^x$	$T = 0.052H^{0.75}$	$T = \frac{N}{C_N}$	$T = 0.02H$	$T_1 = C_i H^{3/4}$
1(1)	1	0.05263	0.125254993	0.118534367	0.083333333	0.06	0.205156
2(2)	1	0.09275	0.111239944	0.118534367	0.083333333	0.06	0.13677
3(3)	1	0.04629	0.125254993	0.118534367	0.083333333	0.06	0.205156
4(4)	1	0.04151	0.111239944	0.118534367	0.083333333	0.06	0.13677
5(5)	1	0.07292	0.125254993	0.118534367	0.083333333	0.06	0.205156
6(6)	1	0.07148	0.111239944	0.118534367	0.083333333	0.06	0.13677
7(7)	1	0.04184	0.125254993	0.118534367	0.083333333	0.06	0.205156
8(8)	1	0.10102	0.111239944	0.118534367	0.083333333	0.06	0.13677
9(9)	1	0.04902	0.125254993	0.118534367	0.083333333	0.06	0.205156
10(10)	1	0.03687	0.111239944	0.118534367	0.083333333	0.06	0.13677
11(1)	4	0.16172	0.314634076	0.335265819	0.333333333	0.24	0.386845
12(2)	4	0.3619	0.436163218	0.335265819	0.333333333	0.24	0.580268

Tablo 3.11'in devamı

13(3)	4	0.21216	0.314634076	0.335265819	0.333333333	0.24	0.386845
14(11)	4	0.3606	0.436163218	0.335265819	0.333333333	0.24	0.580268
15(12)	4	0.12329	0.436163218	0.335265819	0.333333333	0.24	0.580268
16(24)	4	0.34607	0.314634076	0.335265819	0.333333333	0.24	0.386845
17(25)	4	0.11617	0.436163218	0.335265819	0.333333333	0.24	0.580268
18(26)	4	0.4658	0.3904	0.416	0.333333333	0.32	0.48
19(27)	4	0.24679	0.565059136	0.416	0.333333333	0.32	0.72
20(28)	4	0.3749	0.314634076	0.335265819	0.333333333	0.24	0.386845
21(1)	5	0.25007	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
22(2)	5	0.52629	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
23(3)	5	0.32839	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
24(4)	5	0.25855	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
25(5)	5	0.54113	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
26(6)	5	0.60683	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
27(7)	5	0.26015	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
28(8)	5	0.60166	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
29(9)	5	0.31008	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
30(10)	5	0.24124	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
31(11)	5	0.52292	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
32(12)	5	0.19412	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
33(13)	5	0.47856	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
34(14)	5	0.22066	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
35(15)	5	0.26276	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
36(16)	5	0.562	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
37(17)	5	0.19692	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
38(18)	5	0.47153	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
39(19)	5	0.19693	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
40(20)	5	0.39074	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
41(21)	5	0.25496	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
42(22)	5	0.50722	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
43(23)	5	0.24355	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
44(24)	5	0.4984	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
45(25)	5	0.18121	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
46(26)	5	0.676	0.690737307	0.491785637	0.416666667	0.4	0.851167
47(27)	5	0.37974	0.461521905	0.491785637	0.416666667	0.4	0.567445
48(28)	5	0.5428	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
49(29)	5	0.28662	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
50(30)	5	0.54632	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
51(16)	5*	0.68831	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
52(17)	5*	0.24117	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
53(18)	5*	0.5775	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
54(19)	5*	0.24118	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319

Tablo 3.11'in devamı

55(20)	5*	0.47856	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
56(21)	5*	0.31226	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
57(22)	5*	0.62122	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
58(23)	5*	0.29829	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
59(24)	5*	0.60629	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
60(25)	5*	0.22193	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
61(26)	5*	0.82793	0.690737307	0.491785637	0.416666667	0.4	0.851167
62(27)	5*	0.46508	0.461521905	0.491785637	0.416666667	0.4	0.567445
63(28)	5*	0.66479	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
64(29)	5*	0.35104	0.371953172	0.396343544	0.416666667	0.3	0.457319
65(30)	5*	0.66911	0.533172879	0.396343544	0.416666667	0.3	0.685979
66(1)	10*	0.45666	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
67(2)	10*	0.76145	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
68(3)	10*	0.56122	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
69(4)	10*	0.47324	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
70(5)	10*	0.80028	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
71(6)	10*	0.71375	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
72(7)	10*	0.4688	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
73(8)	10*	0.87999	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
74(9)	10*	0.57821	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
75(10)	10*	0.3816	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
76(11)	10*	0.75368	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
77(12)	10*	0.38627	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
78(13)	10*	0.70093	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
79(14)	10*	0.42866	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
80(15)	10*	0.47817	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
81(1)	10	0.64581	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
82(2)	10	1.07685	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
83(3)	10	0.79368	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
84(4)	10	0.66926	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
85(5)	10	1.13177	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
86(6)	10	1.00939	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
87(7)	10	0.66298	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
88(8)	10	1.2445	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
89(9)	10	0.81771	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
90(10)	10	0.53966	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
91(11)	10	1.06586	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
92(12)	10	0.55077	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
93(13)	10	0.99127	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
94(14)	10	0.60621	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
95(15)	10	0.67624	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
96(16)	10	1.13965	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117

Tablo 3.11'in devamı

97(17)	10	0.54955	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
98(18)	10	0.99039	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
99(19)	10	0.56103	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
100(20)	10	0.88291	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
101(21)	10	0.6761	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
102(22)	10	1.0451	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
103(23)	10	0.63014	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
104(24)	10	1.00589	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
105(25)	10	0.48973	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
106(26)	10	1.37131	0.776184231	0.827081558	0.833333333	0.8	0.954325
107(27)	10	0.94486	1.288961391	0.827081558	0.833333333	0.8	1.431487
108(28)	10	1.10094	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
109(29)	10	0.72457	0.994935772	0.66656773	0.833333333	0.6	1.153675
110(30)	10	1.10691	0.625548177	0.66656773	0.833333333	0.6	0.769117
111(10)	15	0.81084	1.433102254	0.903467905	1.25	0.9	1.563694
112(11)	15	1.41137	0.84786988	0.903467905	1.25	0.9	1.042463
113(12)	15	0.80608	1.433102254	0.903467905	1.25	0.9	1.563694
114(13)	15	1.17508	0.84786988	0.903467905	1.25	0.9	1.042463
115(14)	15	0.78108	1.433102254	0.903467905	1.25	0.9	1.563694
116(15)	15	0.80882	0.84786988	0.903467905	1.25	0.9	1.042463
117(16)	15	1.60443	1.433102254	0.903467905	1.25	0.9	1.563694
118(17)	15	0.84306	0.84786988	0.903467905	1.25	0.9	1.042463
119(18)	15	1.24483	1.433102254	0.903467905	1.25	0.9	1.563694
120(19)	15	0.77934	0.84786988	0.903467905	1.25	0.9	1.042463
121(1)	19	1.38801	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
122(2)	19	1.82667	1.772855287	1.078721874	1.583333333	1.14	1.867019
123(3)	19	1.42208	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
124(4)	19	1.20309	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
125(5)	19	1.66135	1.772855287	1.078721874	1.583333333	1.14	1.867019
126(6)	19	1.42387	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
127(7)	19	1.38232	1.772855287	1.078721874	1.583333333	1.14	1.867019
128(8)	19	2.10975	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
129(9)	19	1.53313	1.772855287	1.078721874	1.583333333	1.14	1.867019
130(10)	19	0.90823	1.01233899	1.078721874	1.583333333	1.14	1.244679
131(1)	20	1.48209	1.8566158	1.121028829	1.666666667	1.2	1.940242
132(2)	20	1.92964	1.05204244	1.121028829	1.666666667	1.2	1.293495
133(3)	20	1.51248	1.05204244	1.121028829	1.666666667	1.2	1.293495
134(4)	20	1.28571	1.8566158	1.121028829	1.666666667	1.2	1.940242
135(5)	20	1.75744	1.8566158	1.121028829	1.666666667	1.2	1.940242
136(6)	20	1.5064	1.05204244	1.121028829	1.666666667	1.2	1.293495
137(7)	20	1.47248	1.8566158	1.121028829	1.666666667	1.2	1.940242
138(8)	20	2.22744	1.05204244	1.121028829	1.666666667	1.2	1.293495

Tablo 3.11'in devamı

139(9)	20	1.63511	1.05204244	1.121028829	1.666666667	1.2	1.293495
140(10)	20	0.96899	1.8566158	1.121028829	1.666666667	1.2	1.940242
141(18)	25	2.64881	1.243700387	1.325254511	2.083333333	1.5	1.52914
142(19)	25	2.04549	2.269556787	1.325254511	2.083333333	1.5	2.29371
143(22)	25	2.8201	1.243700387	1.325254511	2.083333333	1.5	1.52914
144(23)	25	2.28042	2.269556787	1.325254511	2.083333333	1.5	2.29371
145(24)	25	2.7084	1.243700387	1.325254511	2.083333333	1.5	1.52914
146(25)	25	1.74063	2.269556787	1.325254511	2.083333333	1.5	2.29371
147(26)	25	3.51727	1.543191498	1.644384383	2.083333333	2	1.897367
148(27)	25	2.9467	2.940261225	1.644384383	2.083333333	2	2.84605
149(28)	25	2.8875	1.243700387	1.325254511	2.083333333	1.5	1.52914
150(29)	25	2.29228	2.269556787	1.325254511	2.083333333	1.5	2.29371
151(30)	25	2.95896	1.243700387	1.325254511	2.083333333	1.5	1.52914
152(10)	30	1.98438	2.674263367	1.519445844	2.5	1.8	2.62981
153(11)	30	3.03663	1.425941485	1.519445844	2.5	1.8	1.753207
154(12)	30	2.1035	1.425941485	1.519445844	2.5	1.8	1.753207
155(13)	30	2.49677	2.674263367	1.519445844	2.5	1.8	2.62981
156(14)	30	1.92649	2.674263367	1.519445844	2.5	1.8	2.62981
157(15)	30	1.92932	1.425941485	1.519445844	2.5	1.8	1.753207
158(16)	30	3.37898	2.674263367	1.519445844	2.5	1.8	2.62981
159(17)	30	2.13812	1.425941485	1.519445844	2.5	1.8	1.753207
160(18)	30	2.64871	1.425941485	1.519445844	2.5	1.8	1.753207
161(19)	30	2.02265	2.674263367	1.519445844	2.5	1.8	2.62981
162(1)	35	3.00016	1.600706824	1.705671206	2.916666667	2.1	1.968082
163(2)	35	3.58985	3.072248111	1.705671206	2.916666667	2.1	2.952123
164(3)	35	2.94659	1.600706824	1.705671206	2.916666667	2.1	1.968082
165(5)	35	3.51123	1.600706824	1.705671206	2.916666667	2.1	1.968082
166(24)	35	2.97938	3.072248111	1.705671206	2.916666667	2.1	2.952123
167(25)	35	1.94697	1.600706824	1.705671206	2.916666667	2.1	1.968082
168(26)	35	4.65443	3.980165664	2.116407883	2.916666667	2.8	3.663014
169(27)	35	3.82029	1.986167397	2.116407883	2.916666667	2.8	2.442009
170(28)	35	3.426	3.072248111	1.705671206	2.916666667	2.1	2.952123
171(29)	35	2.67976	1.600706824	1.705671206	2.916666667	2.1	1.968082
172(1)	40	3.54405	3.464567588	1.885338248	3.333333333	2.4	3.263085
173(2)	40	4.20044	1.769317433	1.885338248	3.333333333	2.4	2.17539
174(3)	40	3.45712	3.464567588	1.885338248	3.333333333	2.4	3.263085
175(5)	40	4.14637	1.769317433	1.885338248	3.333333333	2.4	2.17539
176(24)	40	3.51572	3.464567588	1.885338248	3.333333333	2.4	3.263085
177(25)	40	2.34043	1.769317433	1.885338248	3.333333333	2.4	2.17539
178(26)	40	5.38314	4.48842426	2.339339913	3.333333333	3.2	4.048858
179(27)	40	4.48067	2.195380534	2.339339913	3.333333333	3.2	2.699238
180(28)	40	3.9937	3.464567588	1.885338248	3.333333333	2.4	3.263085

Tablo 3.11'in devamı

181(29)	40	3.15566	1.769317433	1.885338248	3.333333333	2.4	2.17539
%Ortalama mutlak hata			42.86308012	41.10174422	35.44509839	30.14681	57.73976
Korelasyon katsayısı			0.851824896	0.948667097	0.937433468	0.957584	0.892431

3.4. Çalışmada Önerilen Bağlılıkların Modellenen Yüksek Binalara Uygulanması

Betonarme çerçevesiz ve perdeli çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesaplanması için çalışma kapsamında Denklem 3.11 ve Denklem 3.12'de önerilen ampirik bağıntıların, yüksek yapı formatında modellenen ve Tablo 2.3'de yapısal parametreleri verilen binalara uygulanması sonucunda elde edilen periyotların, TBDY ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden bulunan periyotlarla kıyaslanması ortalama mutlak hatalarla birlikte Tablo 3.12'de gösterilmiştir. Bu verilere göre yüksek binalar için yalnızca Denklem 3.11'in kullanılması önerilmektedir.

Tablo 3.12. Denklem 3.11'de önerilen bağıntının, Tablo 2.3'de özellikleri belirtilen yüksek binalara uygulanması.

				Denk. 3.4	Denk. 3.11	Denk. 3.12
(1)				TBDY	Önerilen	
No	N	H	T	$T_{pA} = C_i H_N^{3/4}$	$\alpha \times H \times \text{Log}_{11} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \right]$	$T_1 = \beta \times H$
1	60	180	2.00178	3.439952	1.354566	3.59712
2	60	180	1.88729	3.439952	1.291421	3.59712
3	60	180	1.79044	3.439952	1.237316	3.59712
4	60	180	1.70712	3.439952	1.190219	3.59712
5	60	180	1.63444	3.439952	1.14872	3.59712
6	65	195	2.30621	3.652784	1.51572	3.89688
7	65	195	2.17431	3.652784	1.445185	3.89688
8	65	195	2.06273	3.652784	1.384742	3.89688
9	65	195	1.96674	3.652784	1.332121	3.89688
10	65	195	1.88301	3.652784	1.285752	3.89688
11	70	210	2.63283	3.861558	1.681881	4.19664
12	70	210	2.48225	3.861558	1.603743	4.19664
13	70	210	2.35487	3.861558	1.536776	4.19664
14	70	210	2.24528	3.861558	1.47847	4.19664
15	70	210	2.14969	3.861558	1.427085	4.19664
16	75	225	2.98176	4.066633	1.85282	4.4964

Tablo 3.12'nin devamı

17	75	225	2.81123	4.066633	1.766874	4.4964
18	75	225	2.66697	4.066633	1.693207	4.4964
19	75	225	2.54285	4.066633	1.629062	4.4964
20	75	225	2.4346	4.066633	1.572527	4.4964
21	80	240	3.35312	4.268315	2.028335	4.79616
22	80	240	3.16135	4.268315	1.934385	4.79616
23	80	240	2.99912	4.268315	1.853851	4.79616
24	80	240	2.85955	4.268315	1.783719	4.79616
25	80	240	2.73781	4.268315	1.721903	4.79616
Ortalama mutlak hata				%65.18061	%34.70323	%78.85708
Korelasyon katsayısı				0.92532	0.999637	0.925756

3.5. Çalışmada Önerilen 1. Bağıntının ve Yüksek Binaların Doğal Periyot Hesabı İçin Önerilen Bazı Formüllerin Kıyaslanması

Yüksek binaların doğal titreşim periyodunun hesaplaması için dünya çapında yapılan akademik çalışmalarda önerilen bir takım ampirik bağıntılar mevcuttur. Bunlardan bazıları ilgili bölümlerde de bahsedildiği üzere çeşitli ülkelerin sismik kodlarında da kabul görmüştür. Söz konusu Denklem 1.44 ile Denklem 1.46 arasında bahsedilen bu formüllerin ve çalışmada Denklem 3.11'de önerilen logaritmik bağıntının Tablo 2.3'de belirtilen yüksek bina örneklerine uygulanması sonucu elde edilen veriler, yine aynı binalarda TBDY 2018'deki Denklem 3.4'de önerilen ampirik formülden bulunan değerlerle ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden bulunan kesin doğal periyot değerleri ile bölümde kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama sonucu bulunan korelasyon katsayıları ve ortalama mutlak hata değerleri Tablo 3.13'de gösterilmiştir. Yine regresyon analizi sonuçları Ek 6'da verilmiştir.

Tablo 3.13. Denklem 3.11'de önerilen bağıntı ve yüksek binaların periyot hesabı için önerilen bağıntıların Tablo 2.3'deki binalar üzerinden kıyaslanması

		Denk. 3.4	Denk. 3.11	Denk. 1.44	Denk. 1.45	Denk. 1.46
(1)		TBDY	Önerilen	CPWEHK	Japonya	Hindistan
No	T	$T_{PA} = C_t H_N^{3/4}$	$\alpha \times H \times \text{Log}_{1.1} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \right]$	$T = \frac{H}{46}$	$T = \frac{H}{67}$	$T = 0.009 H^{1.1}$
1	2.00178	3.439952287	1.35456582	3.913043478	2.686567164	2.722966291
2	1.88729	3.439952287	1.291420637	3.913043478	2.686567164	2.722966291
3	1.79044	3.439952287	1.237315983	3.913043478	2.686567164	2.722966291

Tablo 3.13'ün devamı

4	1.70712	3.439952287	1.1902186	3.913043478	2.686567164	2.722966291
5	1.63444	3.439952287	1.148720028	3.913043478	2.686567164	2.722966291
6	2.30621	3.652784056	1.515719776	4.239130435	2.910447761	2.973586538
7	2.17431	3.652784056	1.445185375	4.239130435	2.910447761	2.973586538
8	2.06273	3.652784056	1.384742066	4.239130435	2.910447761	2.973586538
9	1.96674	3.652784056	1.33212135	4.239130435	2.910447761	2.973586538
10	1.88301	3.652784056	1.285751646	4.239130435	2.910447761	2.973586538
11	2.63283	3.861557545	1.681880816	4.565217391	3.134328358	3.226143891
12	2.48225	3.861557545	1.603742551	4.565217391	3.134328358	3.226143891
13	2.35487	3.861557545	1.53677555	4.565217391	3.134328358	3.226143891
14	2.24528	3.861557545	1.478469575	4.565217391	3.134328358	3.226143891
15	2.14969	3.861557545	1.427085389	4.565217391	3.134328358	3.226143891
16	2.98176	4.066632514	1.852820344	4.891304348	3.358208955	3.480513153
17	2.81123	4.066632514	1.766874028	4.891304348	3.358208955	3.480513153
18	2.66697	4.066632514	1.693207275	4.891304348	3.358208955	3.480513153
19	2.54285	4.066632514	1.629061935	4.891304348	3.358208955	3.480513153
20	2.4346	4.066632514	1.572526821	4.891304348	3.358208955	3.480513153
21	3.35312	4.268315084	2.028334586	5.217391304	3.582089552	3.73658508
22	3.16135	4.268315084	1.934385343	5.217391304	3.582089552	3.73658508
23	2.99912	4.268315084	1.853850764	5.217391304	3.582089552	3.73658508
24	2.85955	4.268315084	1.783718915	5.217391304	3.582089552	3.73658508
25	2.73781	4.268315084	1.721902564	5.217391304	3.582089552	3.73658508
<i>Ortalama mutlak hata</i>		<i>%65.18061419</i>	<i>%34.70323213</i>	<i>%94.56551832</i>	<i>%33.58229616</i>	<i>%37.31885181</i>
<i>Korelasyon katsayısı</i>		<i>0.925320354</i>	<i>0.999636613</i>	<i>0.925756278</i>	<i>0.925756278</i>	<i>0.925901324</i>

3.6. Yükseklik ve Kat Sayısının Beraber Kullanıldığı Formüllerin ve Çalışmada Önerilen Bağntıların Kıyaslanması

Mısır'da Salama [8] tarafından yapılan bir çalışmada, moment aktaran betonarme çerçeve türü binaların doğal titreşim periyodunun hesabı için bu tez çalışmasında da olduğu gibi bina yüksekliği ve kat sayısı parametrelerini birlikte dikkate alan bir dizi ampirik bağıntı önerilmiştir. Daha önceki çalışmalarda ve kodlarda önerilen çoğu formül gibi geliştirilen bu bağıntılar da Kaliforniya depremlerinden elde edilen kayıtların regresyon analizlerine dayandırılmıştır. Söz konusu bu bağıntılar, binaların kat sayısı ve yüksekliklerine göre farklı katsayılarla ayrılmıştır. Buna göre kat sayısı 2 ile 30 arasında olan binalarda Denklem 3.15 ve kat sayısı 2 ile 13 arasında olan binalar için Denklem 3.16'daki formül önerilmiştir.

$$T_L = 0.021N^{0.16} \times H^{0.75} \quad (3.15)$$

$$T_L = 0.021N^{0.27} \times H^{0.70} \quad (3.16)$$

Burada T_L bina doğal titreşim periyodunun alt limitini ifade etmektedir. Araştırmacı, çalışmasında normal ve üst limit periyotlar için de ampirik formüller önermiş fakat en uygun sonuçların alt limit değerler için kullanılan bağıntıdan elde edildiğini bildirmiştir. Yine bağıntılardaki N bina kat sayısını, H bina toplam yüksekliğini (m) ifade etmektedir. Çalışma kapsamında önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12'den elde edilen düzenlenmiş değerler ve Denklem 3.15'deki bağıntıdan bulunan sonuçlar, korelasyon katsayıları ve ortalama mutlak hata değerleri ile birlikte Tablo 3.14'de belirtilmiş ve regresyon analizi sonuçları da Ek 6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.14. Denklem 3.11'de önerilen bağıntı ve Denklem 3.15'deki bağıntının Tablo 2.1'deki betonarme çerçevesi binalar üzerinden kıyaslanması

				Denk. 3.12/3.11	Denk. 3.15	Denk.3.11	Denk.3.15
				$T_1 = \beta \times H$	Salama	Önerilen	Sal.
No	N	H	T	$\alpha \times H \times \text{Log}_{11} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \right]$	$T_L = 0.021N^{0.16} \times H^{0.75}$	%HATA	%HATA
1(1)	1	3	0.05263	0.033199	0.04787	36.92001	9.04494
3(3)	1	3	0.04629	0.028747	0.04787	37.89803	3.412504
5(5)	1	3	0.07292	0.039159	0.04787	46.29868	34.3532
7(7)	1	3	0.04184	0.022953	0.04787	45.14101	14.41121
9(9)	1	3	0.04902	0.022064	0.04787	54.9898	2.346699
12(2)	4	12	0.3619	0.305729	0.169019	15.52114	53.29684
14(11)	4	12	0.3606	0.326477	0.169019	9.46284	53.12847
15(12)	4	12	0.12329	0.122429	0.169019	0.698353	37.09038
17(25)	4	12	0.11617	0.139408	0.169019	20.00344	45.49258
19(27)	4	16	0.24679	0.248414	0.20972	0.658049	15.02106
22(2)	5	15	0.52629	0.44587	0.207073	15.28055	60.65425
25(5)	5	15	0.54113	0.41226	0.207073	23.81498	61.73327
26(6)	5	15	0.60683	0.449058	0.207073	25.99937	65.87632
28(8)	5	15	0.60166	0.477362	0.207073	20.65918	65.5831
32(12)	5	15	0.19412	0.187221	0.207073	3.553987	6.672545
35(15)	5	15	0.26276	0.251641	0.207073	4.231618	21.1932
36(16)	5	15	0.562	0.488494	0.207073	13.07936	63.15432
38(18)	5	15	0.47153	0.33065	0.207073	29.87721	56.08493
41(21)	5	15	0.25496	0.306019	0.207073	20.02628	18.78226

Tablo 3.14'ün devamı

43(23)	5	15	0.24355	0.166922	0.207073	31.46294	14.97732
46(26)	5	20	0.676	0.728426	0.256937	7.755325	61.99154
48(28)	5	15	0.5428	0.482109	0.207073	11.1811	61.85101
50(30)	5	15	0.54632	0.536333	0.207073	1.828049	62.0968
52(17)	5*	15	0.24117	0.440106	0.207073	82.48787	14.13827
55(20)	5*	15	0.47856	0.425941	0.207073	10.99528	56.73003
57(22)	5*	15	0.62122	0.525662	0.207073	15.38231	66.66676
59(24)	5*	15	0.60629	0.525073	0.207073	13.39573	65.84592
61(26)	5*	20	0.82793	0.802864	0.256937	3.027551	68.96631
63(28)	5*	15	0.66479	0.537508	0.207073	19.1462	68.85141
65(30)	5*	15	0.66911	0.592293	0.207073	11.48047	69.05251
66(1)	10*	30	0.45666	0.65372	0.389099	43.15245	14.79457
68(3)	10*	30	0.56122	0.6272	0.389099	11.75653	30.66906
71(6)	10*	30	0.71375	0.898121	0.389099	25.83131	45.48524
73(8)	10*	30	0.87999	0.954724	0.389099	8.492597	55.78369
76(11)	10*	30	0.75368	0.948005	0.389099	25.78349	48.37343
79(14)	10*	30	0.42866	0.401997	0.389099	6.220081	9.228967
80(15)	10*	30	0.47817	0.503282	0.389099	5.251689	18.62745
82(2)	10	30	1.07685	1.078818	0.389099	0.182755	63.86692
85(5)	10	30	1.13177	1.006286	0.389099	11.08741	65.6203
86(6)	10	30	1.00939	1.085589	0.389099	7.549015	61.45205
88(8)	10	30	1.2445	1.144797	0.389099	8.011491	68.7345
92(12)	10	30	0.55077	0.489824	0.389099	11.0656	29.35361
94(14)	10	30	0.60621	0.525019	0.389099	13.39321	35.81447
97(17)	10	30	0.54955	0.974413	0.389099	77.31107	29.19678
99(19)	10	30	0.56103	0.563513	0.389099	0.442579	30.64558
102(22)	10	30	1.0451	1.130847	0.389099	8.204669	62.7692
104(24)	10	30	1.00589	1.129672	0.389099	12.30572	61.31793
105(25)	10	30	0.48973	0.55501	0.389099	13.32979	20.54824
107(27)	10	40	0.94486	0.976562	0.482797	3.355206	48.90283
109(29)	10	30	0.72457	0.644677	0.389099	11.02626	46.29931
111(10)	15	45	0.81084	0.89928	0.562734	10.90721	30.59862
113(12)	15	45	0.80608	0.734736	0.562734	8.850734	30.18879
115(14)	15	45	0.78108	0.729429	0.562734	6.612767	27.95435
117(16)	15	45	1.60443	1.853904	0.562734	15.54907	64.92623
119(18)	15	45	1.24483	1.234005	0.562734	0.869597	54.7943
122(2)	19	57	1.82667	1.903022	0.697792	4.179846	61.79978
125(5)	19	57	1.66135	1.903022	0.697792	14.54672	57.99849
127(7)	19	57	1.38232	1.139089	0.697792	17.59585	49.52022
129(9)	19	57	1.53313	1.139089	0.697792	25.70173	54.48579
131(1)	20	60	1.48209	1.199041	0.731135	19.09796	50.66866
134(4)	20	60	1.28571	1.199041	0.731135	6.740945	43.13376

Tablo 3.14'ün devamı

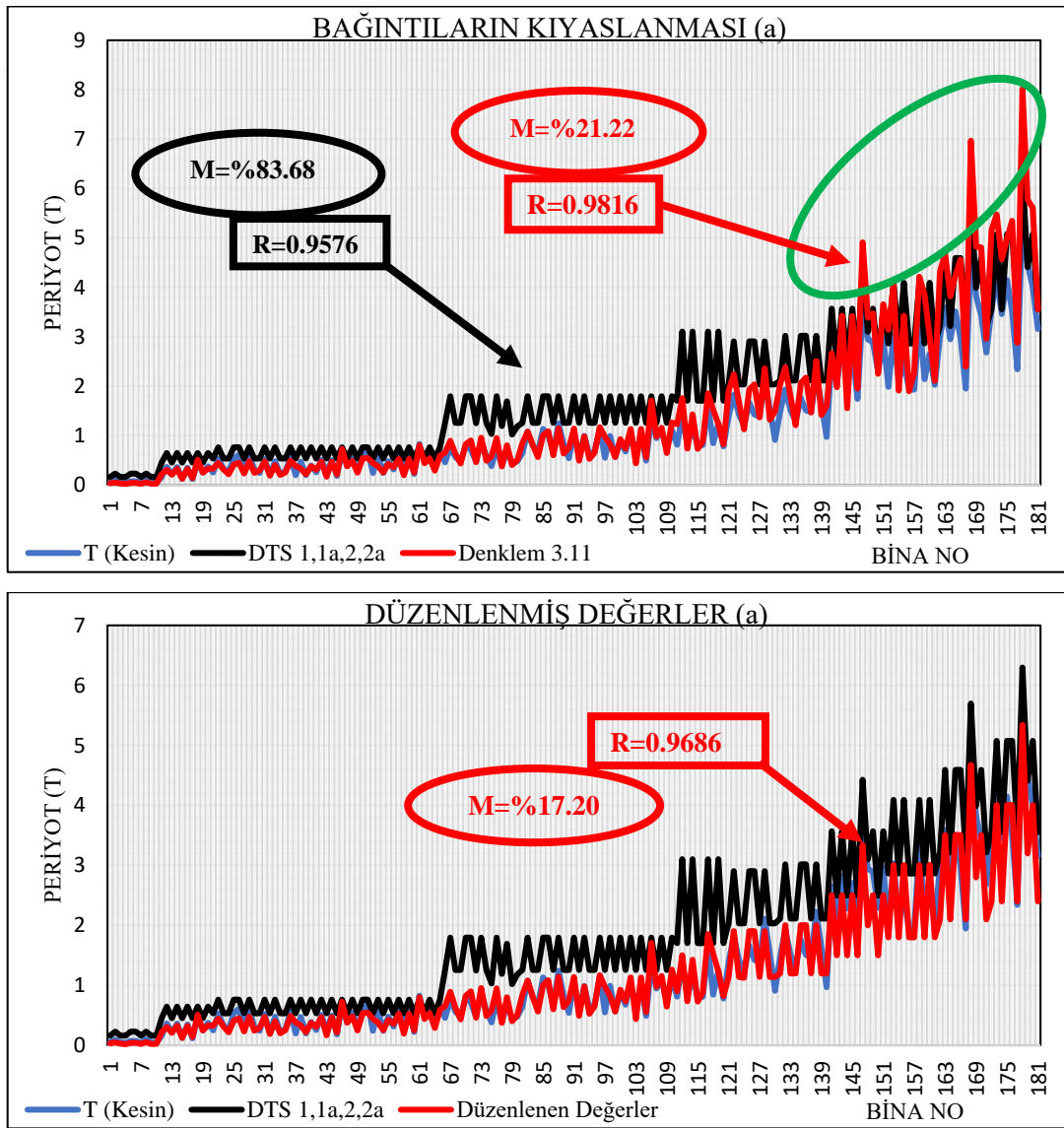
135(5)	20	60	1.75744	2.003181	0.731135	13.9829	58.39773
137(7)	20	60	1.47248	1.199041	0.731135	18.56996	50.3467
140(10)	20	60	0.96899	1.199041	0.731135	23.74132	24.5467
142(19)	25	75	2.04549	1.498801	0.895748	26.72655	56.20866
144(23)	25	75	2.28042	1.498801	0.895748	34.27522	60.72006
146(25)	25	75	1.74063	1.498801	0.895748	13.89319	48.53889
148(27)	25	100	2.9467	1.998401	1.111449	32.18173	62.28156
150(29)	25	75	2.29228	1.498801	0.895748	34.61527	60.92329
152(10)	30	90	1.98438	1.798561	1.057403	9.364083	46.71368
155(13)	30	90	2.49677	3.004772	1.057403	20.34637	57.64916
156(14)	30	90	1.92649	1.798561	1.057403	6.640522	45.11245
158(16)	30	90	3.37898	3.004772	1.057403	11.07458	68.70644
161(19)	30	90	2.02265	1.798561	1.057403	11.07898	47.72189
163(2)	35	105	3.58985	3.505567	1.21664	2.347814	66.10889
166(24)	35	105	2.97938	3.505567	1.21664	17.66096	59.16465
168(26)	35	140	4.65443	4.674089	1.509615	0.422372	67.56606
170(28)	35	105	3.426	3.505567	1.21664	2.322446	64.48803
172(1)	40	120	3.54405	2.398081	1.373836	32.33501	61.23543
174(3)	40	120	3.45712	2.398081	1.373836	30.63356	60.26069
176(24)	40	120	3.51572	4.006362	1.373836	13.95566	60.92306
178(26)	40	160	5.38314	5.341816	1.704664	0.767656	68.33327
180(28)	40	120	3.9937	4.006362	1.373836	0.317049	65.59992
<i>Ortalama mutlak hata</i>						<i>%17.15561</i>	<i>%47.39277</i>
<i>Korelasyon Katsayısı</i>				<i>0.968498</i>	<i>0.958676</i>		

3.7. Tez Çalışmasında ve Kodlarda Önerilen Bağlıtların Grafikselsel Olarak Değerlendirilmeleri

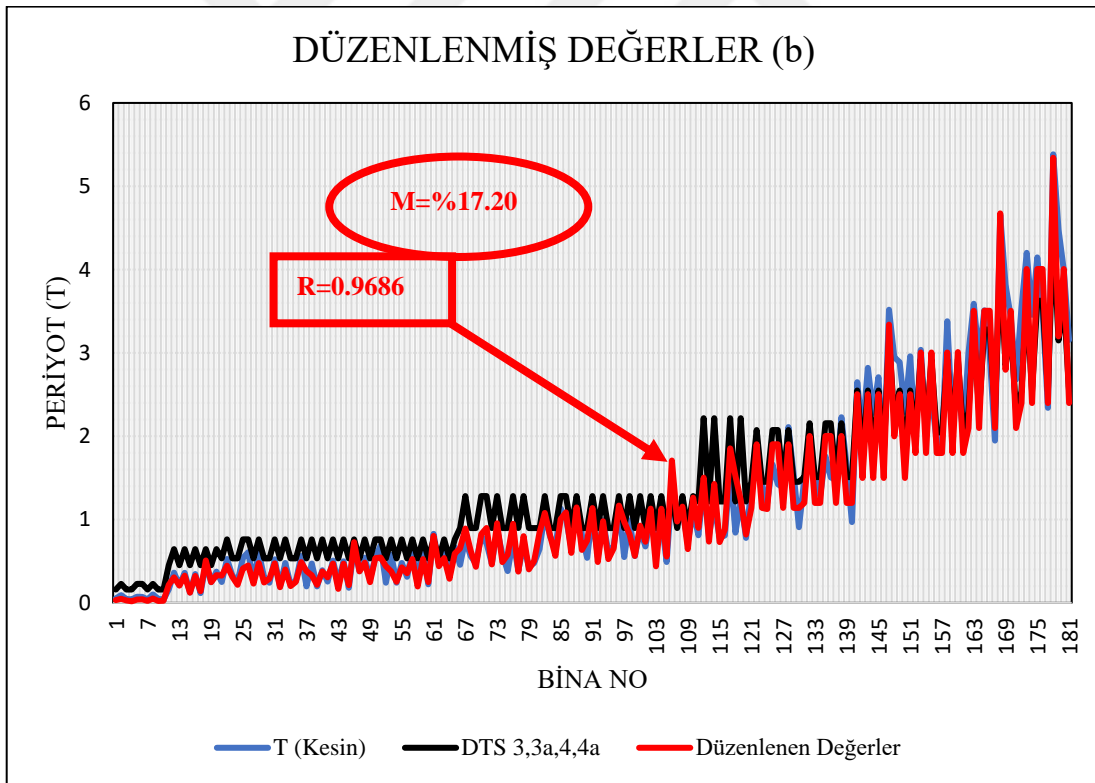
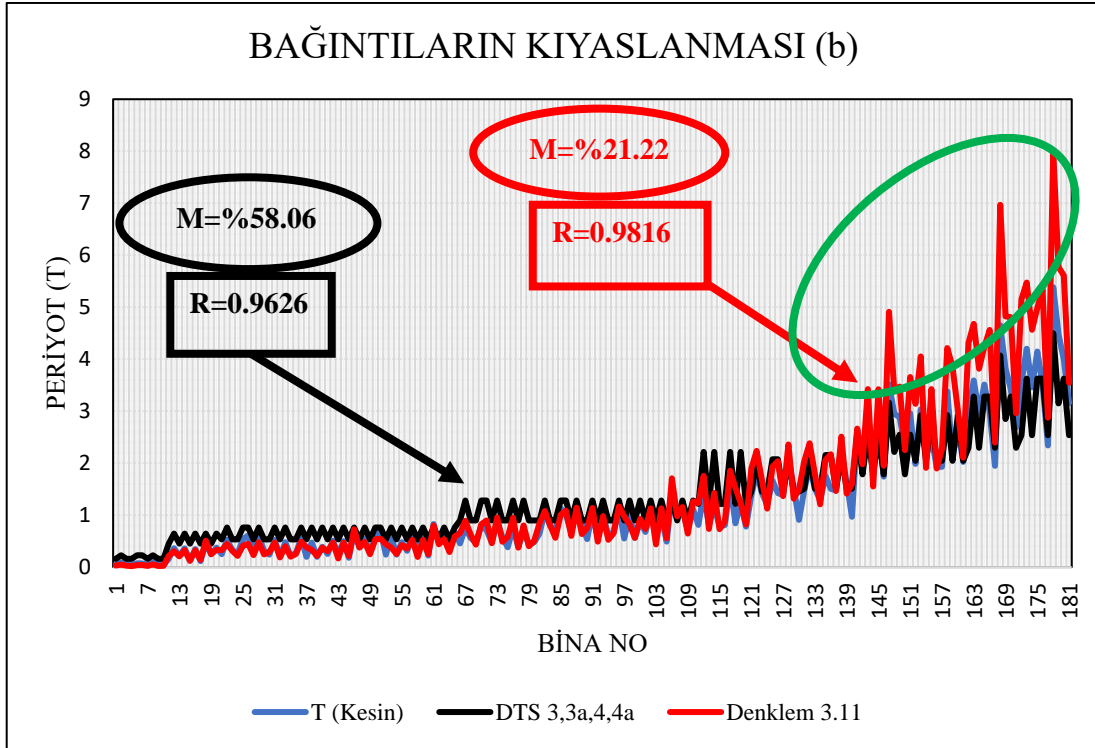
Tez çalışması kapsamında betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ampirik bağıntılardan, TBDY 2018'deki eşitliklerden, farklı ülkelerin sismik kodlarında önerilen bağıntılardan ve literatürde önerilen çeşitli ampirik formüllerden bulunan sonuçlar ilgili tablolarda derlenip korelasyon katsayıları ve ortalama mutlak hata değerleri karşılaştırılmıştır. Söz konusu bu sonuçların daha iyi anlaşılması için ilgili veriler grafikselsel olarak gösterilip üzerinde çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Yine tüm bu verilerle ait regresyon analizi tabloları da Ek 6'da gösterilmiştir.

3.7.1. Çalışmada Önerilen Bağıntılardan Bulunan Düzenlenmiş Periyot Değerlerinin Grafikselsel Olarak Gösterimi

Çalışmadaki Denklem 3.11 ve 3.12'de önerilen bağıntılardan bulunan düzenlenmiş periyotların grafikselsel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Şekil 3.2 ve 3.3'deki grafiklerde de görülebileceği üzere bina numaralarına karşılık gelen 15. kattan sonrası için Denklem 3.11'den bulunan periyot değerleri, Denklem 3.12 ile yapılan düzenleme ile daha uygun bir hale getirilmiştir.



Şekil 3.2. DTS = 1, 1a, 2, 2a için Denklem 3.12 ile düzenlenmiş periyot değerlerinin grafikselsel gösterimi

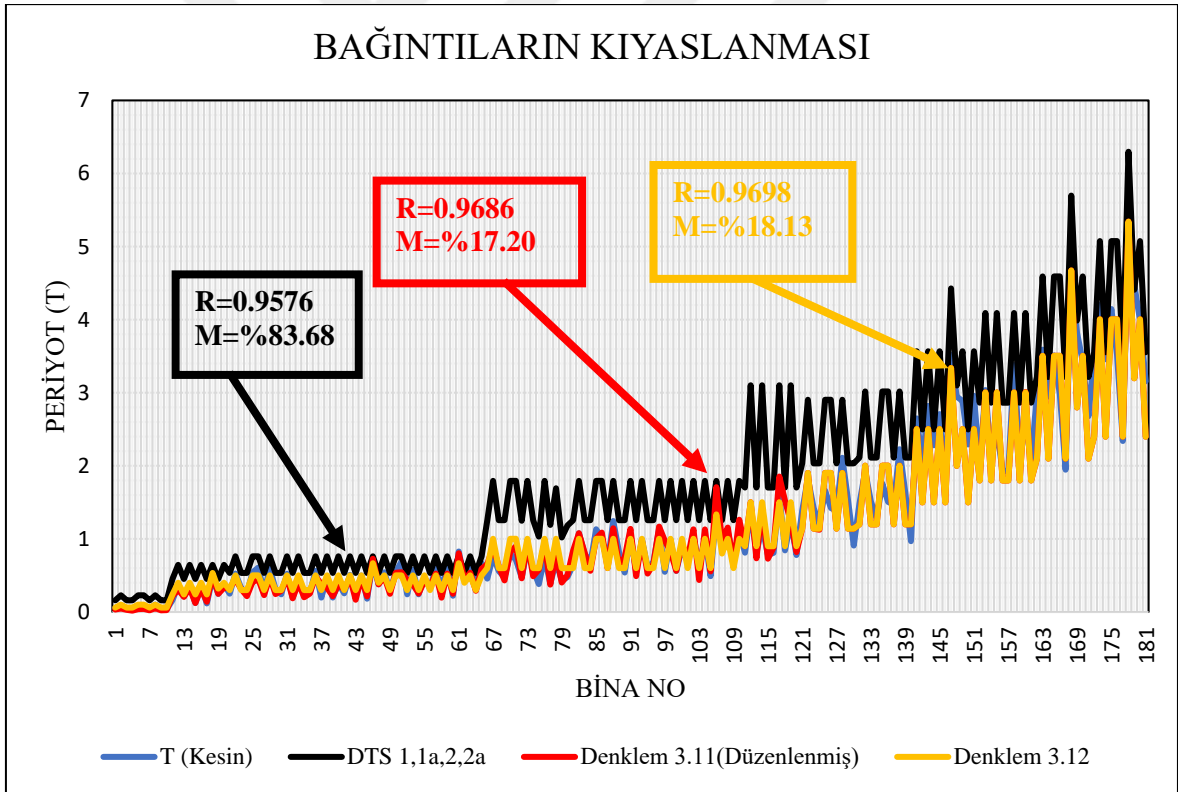


Şekil 3.3. DTS = 3, 3a, 4, 4a için Denklem 3.12 ile düzenlenmiş periyot değerlerinin grafiksel gösterimi

3.7.2. Çalışmada ve Kodlarda Önerilen Bağıntıların Grafiklerle Kıyaslanması

3.7.2.1. Çerçevesi ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binalar İçin İlgili Bağıntılarının Grafikselsel Olarak Kıyaslanması

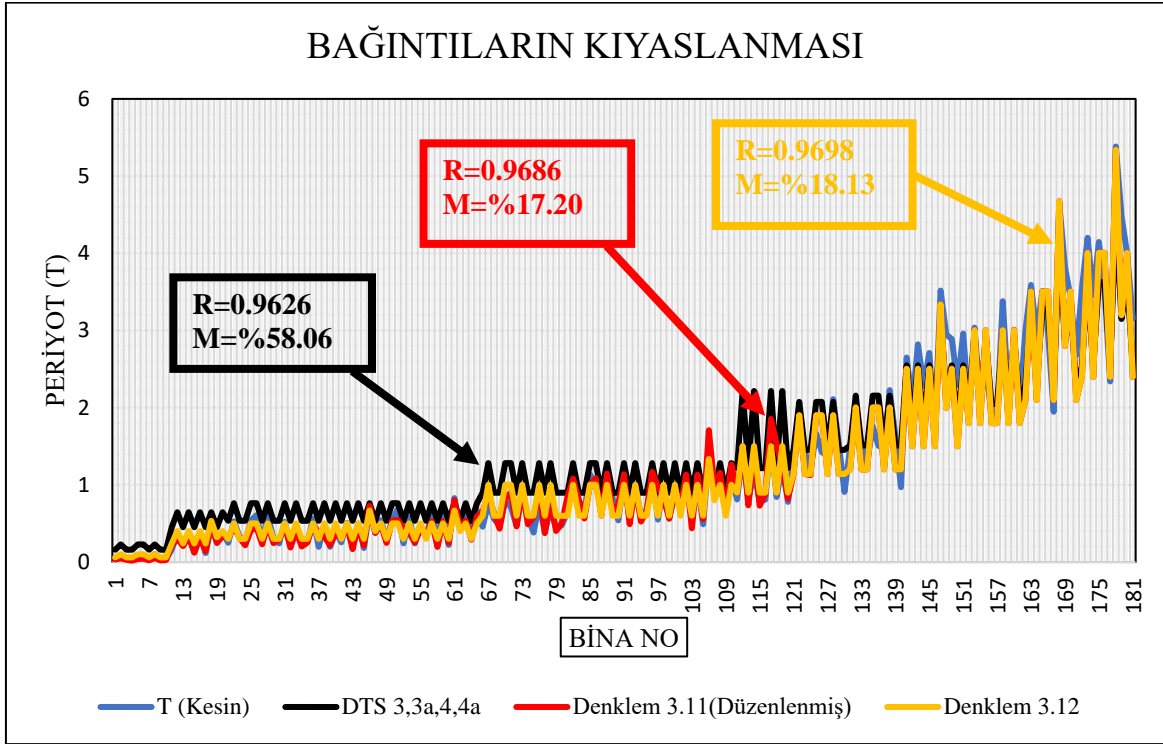
Tablo 2.1’de belirtilen betonarme çerçevesi veya perde-çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesaplaması için bu çalışmada önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12’nin beraber kullanılması ile elde edilen düzenlenmiş doğal periyot değerlerinin (Tablo 3.9), sadece Denklem 3.12’den bulunan değerlerin (Tablo 3.6) ve TBDY 2018’de önerilen ampirik bağıntılardan elde edilen periyot değerlerinin grafikselsel olarak karşılaştırılması kesin periyot değerleriyle birlikte Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de belirtilmiştir.



Şekil 3.4. DTS = 1, 1a, 2, 2a kapsamında çerçevesi ve perde-çerçeve karma tip binalar için bahsedilen bağıntılarının grafikselsel olarak kıyaslanması

Bu veriler ışığında, betonarme çerçevesi ve perde-çerçeve karma taşıyıcı sistemli binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için Denklem 3.11 ve Denklem 3.12’de belirtilen

bağıntıların beraber kullanılması ile bulunan düzenlenmiş titreşim periyodu değerlerinin, TBDY 2018'deki formüllere göre emniyet açısından güvenli bölgede kaldığı ve bu bağlamda bina yüksekliğinin bir fonksiyonu olan Denklem 3.12'de belirtilen ampirik bağıntının da betonarme çerçevesel ve perde-çerçeve karma tip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için tek başına kullanılmasının bir sakınca doğurmayacağı kanısına varılmıştır.

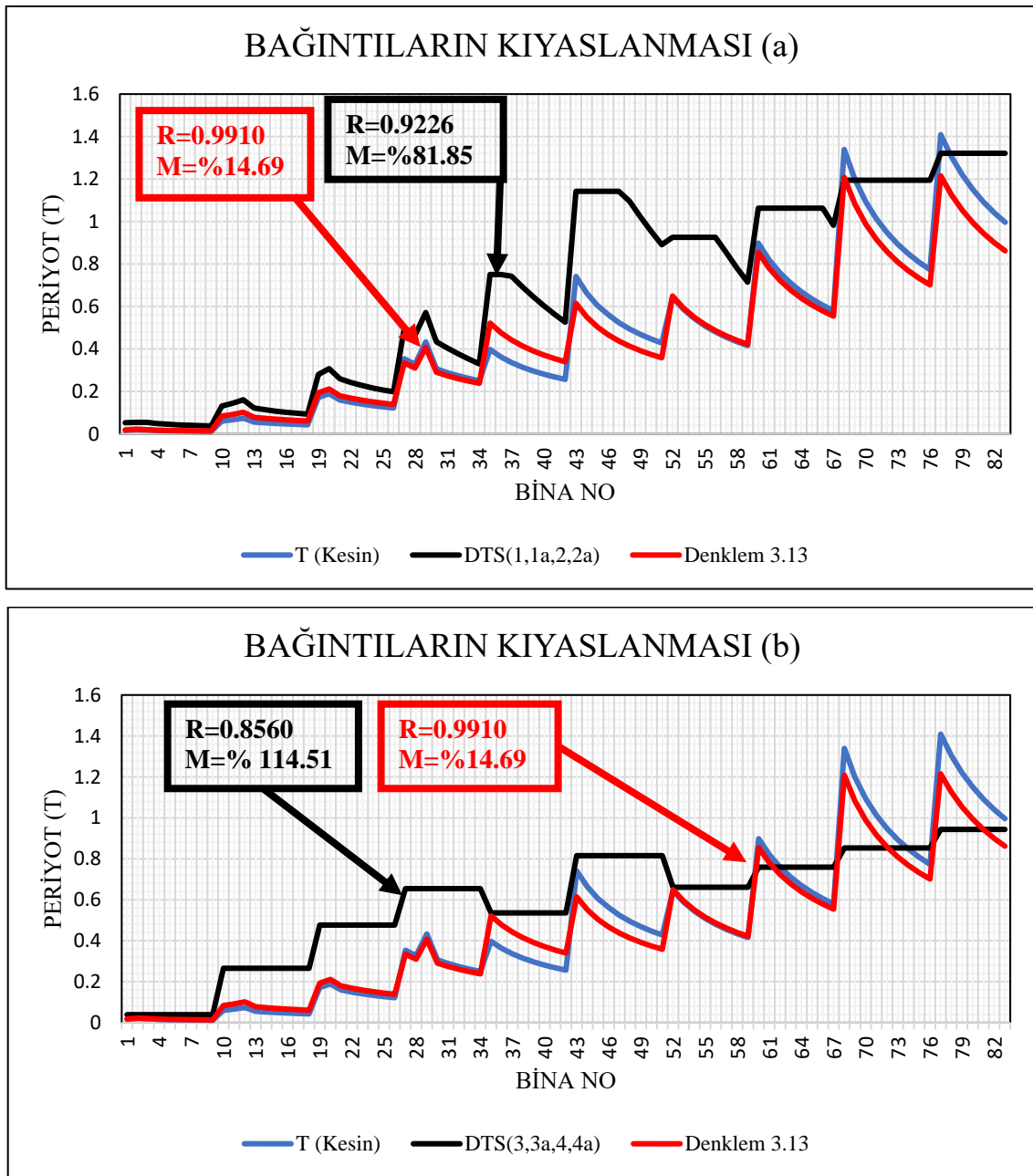


Şekil 3.5. DTS = 3, 3a, 4, 4a kapsamında çerçevesel ve perde-çerçeve karma tip binalar için bahsedilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması

3.7.2.2. Tamamen Perdelerden Oluşan Binalar İçin İlgili Bağıntıların Grafiksel Olarak Kıyaslanması

Tablo 2.2'de eleman boyut ve özellikleri belirtilen perdeli binaların TBDY 2018'de önerilen formüllerden, çalışmada önerilen Denklem 3.13'den ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden bulunan periyot değerleri, Şekil 3.6'da ki grafiklerde karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Grafikler değerlendirildiğinde yönetmelikte önerilen ve yüksekliğin bir fonksiyonu şeklinde olan ampirik bağıntının, kesin periyot değerlerine nazaran daha büyük değerler vermesinin yanında ilgili binaların eleman boyutları ve

malzeme özellikleri gibi etkenleri dikkate almamasından ötürü rijitlik parametresinin doğal titreşim periyodu üzerine olan etkileri göz ardı edilmiştir. Bu da kesin periyot değerleri ile uyumsuzluğa, yüksek ortalama mutlak hata değerine ve dolayısıyla da Denklem 3.13'e göre düşük korelasyon katsayısı elde edilmesine neden olmuştur. Bahsedilen bu değerler Şekil 3.6(a) ve Şekil 3.6(b)'deki grafikler üzerinde gösterilmiştir. Grafiğe ait sayısal veriler ise Tablo 3.7'de belirtilmiştir.

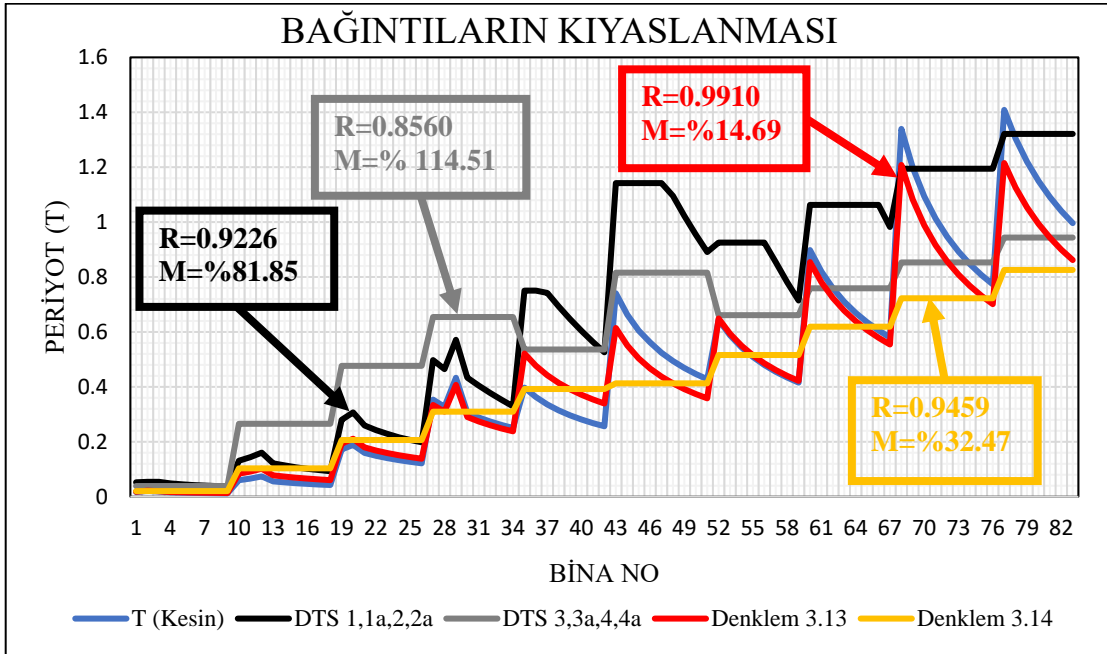


Şekil 3.6. Tüm DTS kapsamında tamamen perdelerden oluşan binalar için bahsedilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması

Ayrıca grafiklerde de görülebileceği üzere kat sayısının artması ile çalışmada önerilen bağıntıdan bulunan periyotların, TBDY'den bulunan sonuçlara göre daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durum emniyet açısından olumsuz bir durum gibi görülse de kesin periyot değerleri ile Denklem 3.13'de önerilen bağıntıdan bulunan sonuçların neredeyse birebir örtüşmesi ve hatta söz konusu bağıntıya ait eğrinin, kesin değerlere ait eğriden bir miktar daha altta kalması olumsuz gibi görünen bu durumu tamamen ortadan kaldırmaktadır. Yani elde edilen bu sonuçlar, TBDY'den bulunan periyot değerlerinin kat yüksekliği arttıkça ekonomik yönden istenmeyen büyük kesitler vereceği anlamına gelmektedir.

3.7.2.3. Tamamen Perdelerden Oluşan Binalar İçin İlgili Tüm Bağıntıların Grafikselsel Olarak Beraber Kıyaslanması

Tablo 2.2'de belirtilen perdeli binalar için TBDY'den, SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden, çalışmada önerilen Denklem 3.13 ve Denklem 3.14'den bulunan ve Tablo 3.7 ile Tablo 3.8' belirtilen periyot değerleri Şekil 3.7'deki grafikte karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

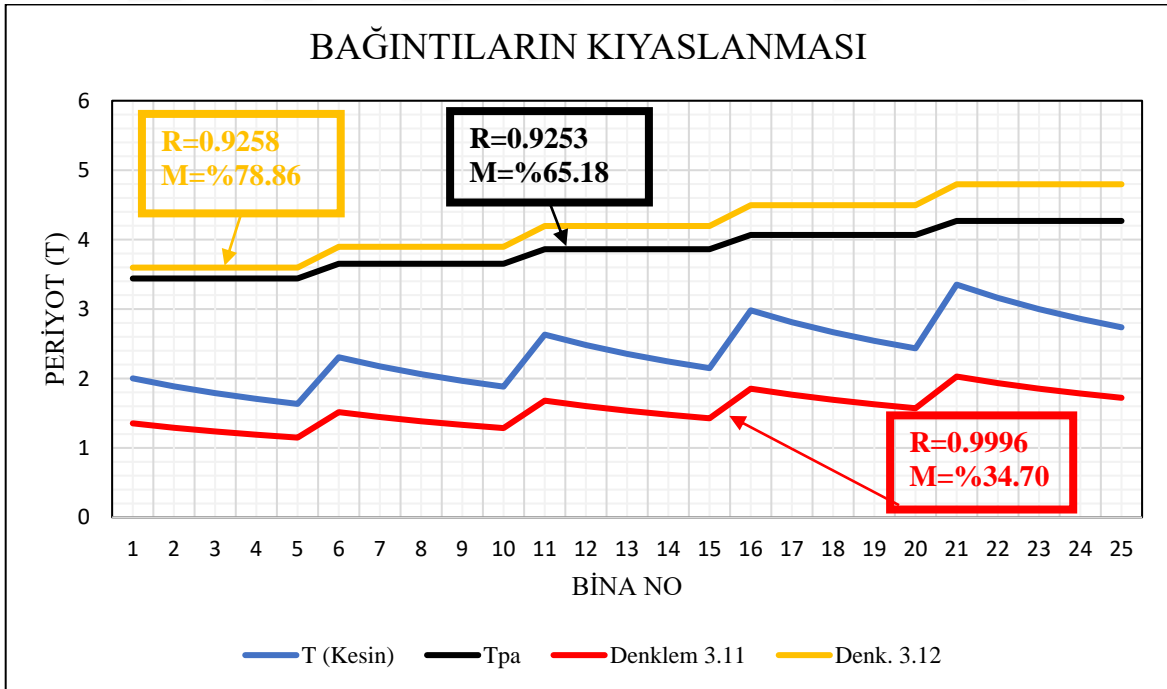


Şekil 3.7. Tamamen perdelerden oluşan binalar için ilgili tüm bağıntıların grafikselsel olarak beraber kıyaslanması

Buna göre Şekil 3.6'daki grafiklere yapılan yorumlar bu grafik içinde yapılabileceği gibi ayrıca çalışmada kapsamında önerilen Denklem 3.13'ün yanında yine yüksekliğin bir fonksiyonu olarak önerilen Denklem 3.14'ün de kullanılmasının emniyet açısından herhangi bir olumsuzluk meydana getirmeyeceği rahatlıkla görülebilmektedir.

3.7.2.4. Yüksek Binalar İçin Çalışmada Önerilen Bağıntıların Grafikselsel Olarak Kıyaslanması

Önceden bahsedildiği üzere betonarme çerçeve ve perde-çerçeve karma tip taşıyıcılı sistemlere sahip binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12'de belirtilen bağıntılar, Tablo 2.3'de eleman boyutları ve malzeme özellikleri gösterilen yüksek binalara uygulanmıştır. Tablo 3.12'de belirtilen bu periyot değerlerinin, TBDY'de DTS = 3, 3a, 4, 4a için Denklem 3.4'de önerilen ampirik bağıntıdan ve SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi'nden bulunan kesin periyot değerleri ile karşılaştırılması Şekil 3.8'de gösterilen grafikte ilgili değerlerle birlikte belirtilmiştir.

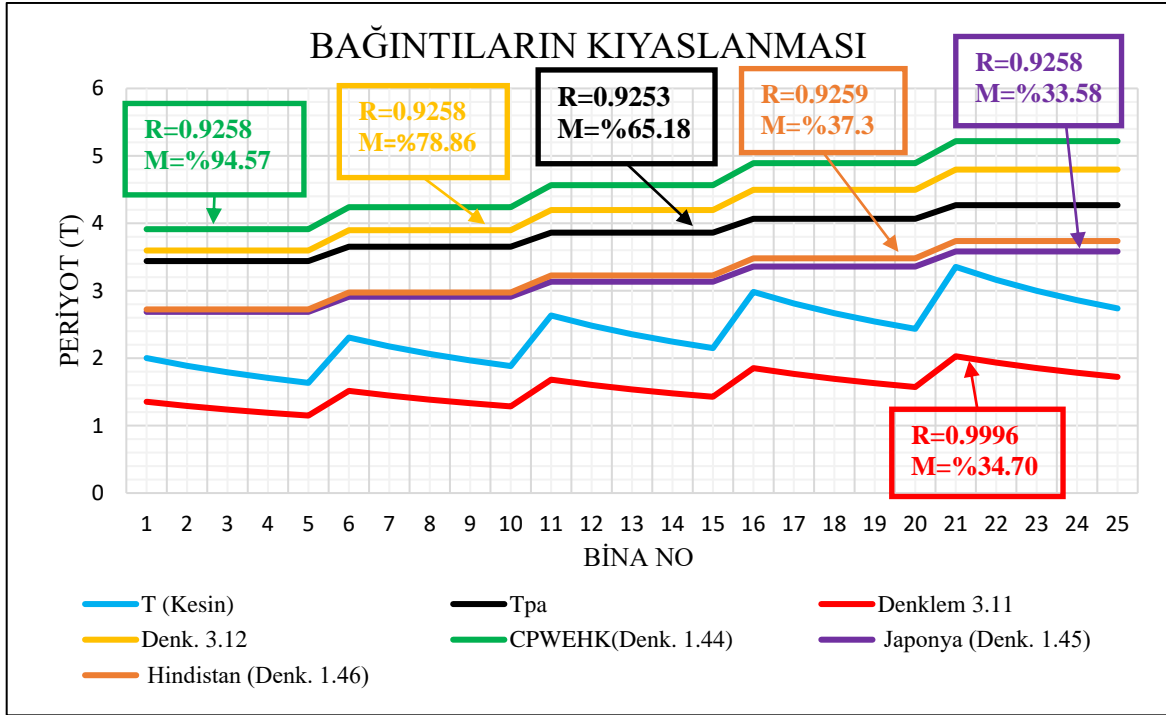


Şekil 3.8. Yüksek Binalar için çalışmada önerilen bağıntılarının grafikselsel olarak kıyaslanması

Bu bağlamda, TBDY’de belirtilen düzensizlikler dikkate alınarak ön boyutlandırma verilen düzgün kalıp planı ve geometriye sahip çekirdek sistemli betonarme yüksek binaların, Denklem 3.11’de perde-çerçeve karma tip betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen bağıntıdan elde edilen periyot değerlerinin, kesin periyot değerlerine göre dahi emniyetli kesitler vereceği ve böylece bu türden tasarımı titizlik gerektiren yüksek binalar için daha güvenli bir hesap sağlanacağı sonucuna varılmaktadır. Yine Denklem 3.11’de ifade edilen bağıntıdan elde edilen periyot değerlerini düzenleme amaçlı önerilen Denklem 3.12’deki basit ampirik bağıntının, bu tür betonarme yüksek binaların doğal periyodunun hesabı için tek başına kullanılmasının elverişsiz sonuçlar vereceği de grafikte görülebilmektedir.

3.7.2.5. Yüksek Binalar İçin Literatürde ve Çalışmada Önerilen Bağıntıların Grafiksels Olarak Kıyaslanması

Betonarme yüksek binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesaplaması için tez çalışmasında önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12’den, TBDY 2018’de önerilen Denklem 3.4’den (Tpa), SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi’nden ve çeşitli yönetmelik ve çalışmalarda önerilen bağıntılardan bulunan periyot değerleri Şekil 3.9’daki grafikte karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. İlgili sayısal değerler de Tablo 3.13’de belirtildiği şekildedir. Grafikte de görülebileceği üzere Japonya’da kullanılan ve ortalama mutlak hata değeri %33.58 olan Denklem 1.45’in, yine ortalama mutlak hata değeri %34.70 olan ve çalışma kapsamında önerilen Denklem 3.11’e göre kullanılmasının emniyet açısından daha uygun olabileceği sanılsa da gerek 0.9996’lık (≈ 1) yüksek korelasyon katsayısı gerek kesin periyot sonuçlarına göre yüksek binalar için daha emniyetli kesitler vermesi gerekse ortalama mutlak hata değerlerinin neredeyse aynı olması gibi durumlar göz önüne alındığında tez çalışmasında yüksek binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için çalışmada önerilen Denklem 3.11’in kullanılmasının emniyet ve ekonomi ilkeleri çerçevesinde optimum sonuçlar vereceği sonucuna varılmıştır.



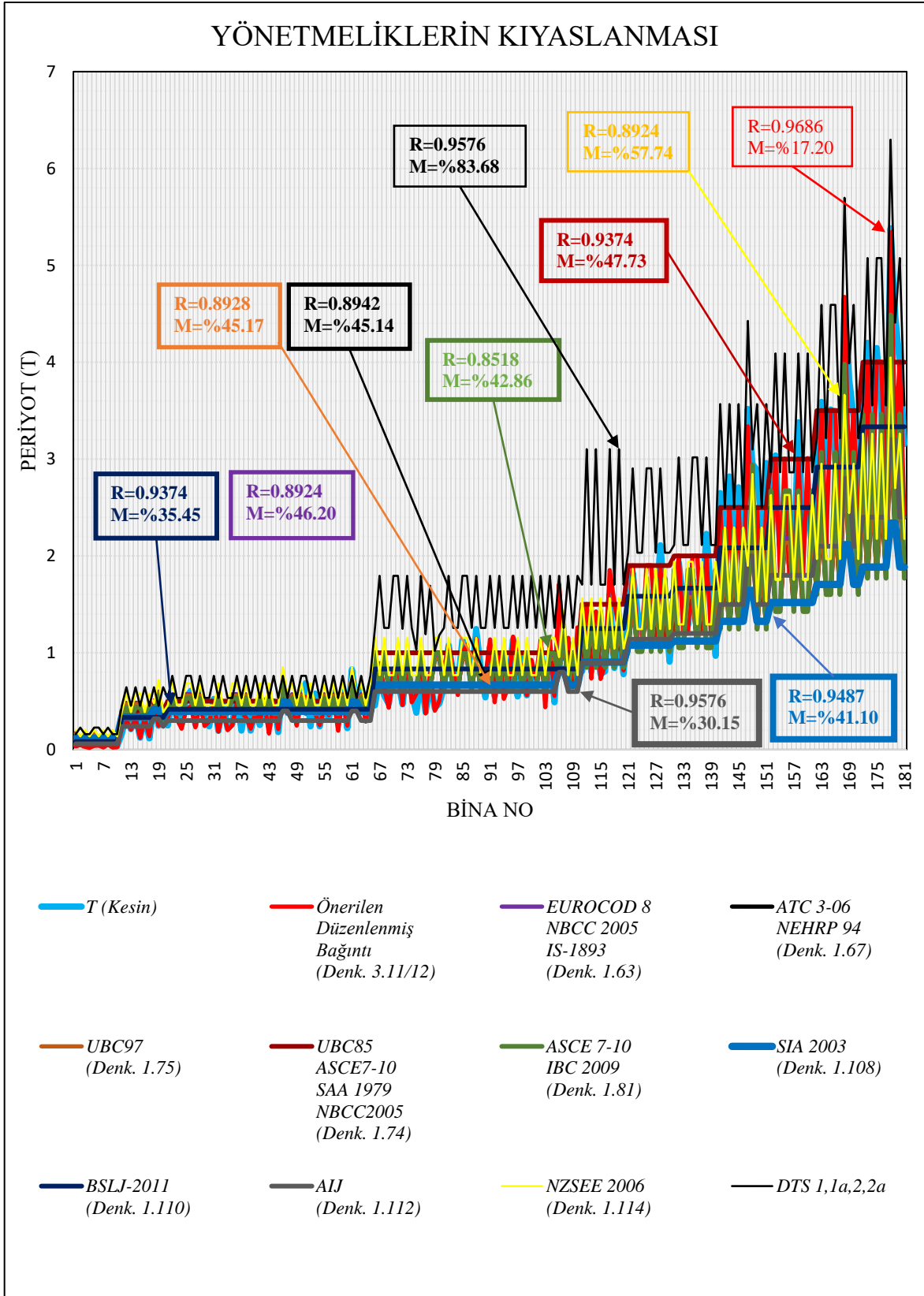
Şekil 3.9. Yüksek binalar için literatürde ve çalışmada önerilen bağıntıların grafiksel olarak kıyaslanması

3.7.2.6. Çerçevesiz ve Perde-Çerçeve Karma Tip Binalar İçin Kodlarda ve Çalışmada Önerilen Bağıntıların Grafiksel Olarak Kıyaslanması

İlgili bölümlerde de bahsedildiği üzere dünya çapındaki birçok ülkenin bina hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için sismik kodlarında önerdiği ve yine bu konu hakkında yapılan birçok çalışmada önerilen ampirik formüller, kullandıkları bölgelerin sismik koşullarına göre farklı kat sayılarıyla düzenlenmektedir. Amerika, Kanada gibi ülkelerde yapılan ilk çalışmalarda, 1971-1994 yılları arası gerçekleşen Kaliforniya depremlerinden elde edilen kayıtlara dayanarak bağıntılar geliştirilmiş ve bu bağıntılar farklı şekillerde, Türkiye’de olduğu gibi çoğu ülkenin sismik kodlarında kabul görmüştür. Tablo 2.1’deki binalara uygulanan farklı ülkelerin kullandığı bu ampirik formüllerden elde edilen periyot değerleri Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de derlenmiş ve Şekil 3.10’da da grafiksel olarak karşılaştırmalı bir şekilde gösterilmiştir. Söz konusu bu grafik değerlendirildiğinde en büyük periyotların TBDY 2018’den bulunan değerler olduğu ve kesin sonuçlara en yakın değerlerin, çalışmada önerilen Denklem 3.11 ve Denklem 3.12’den elde edilen düzenlenmiş

doğal periyot değerleri olduğu rahatlıkla görülebilmektedir. Diğer kodlara ait ampirik bağıntılardan elde edilen periyot değerlerine bakıldığında kesin periyotlara ait eğriye göre daha aşağıda kalan bir eğri çizdikleri söylenebilir. İlgili yönetmeliklerin, Kaliforniya depremlerinde mevcut binların doğal titreşim periyotlarını göz önüne alarak formüller önerdiği düşünüldüğünde elde edilen bu düşük periyot değerlerine yine mevcut binalarda bulunan dolgu duvarların sebep olabileceği kanısına varılmıştır. Bu durumda betonarme çerçevesiz ve perde-çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için TBDY 2018’de önerilen ampirik formüllerin hem dolgu duvarsız durumlar hem de dolgu duvarlı durumlar için yeniden gözden geçirilmesi gerektiği aşikardır.

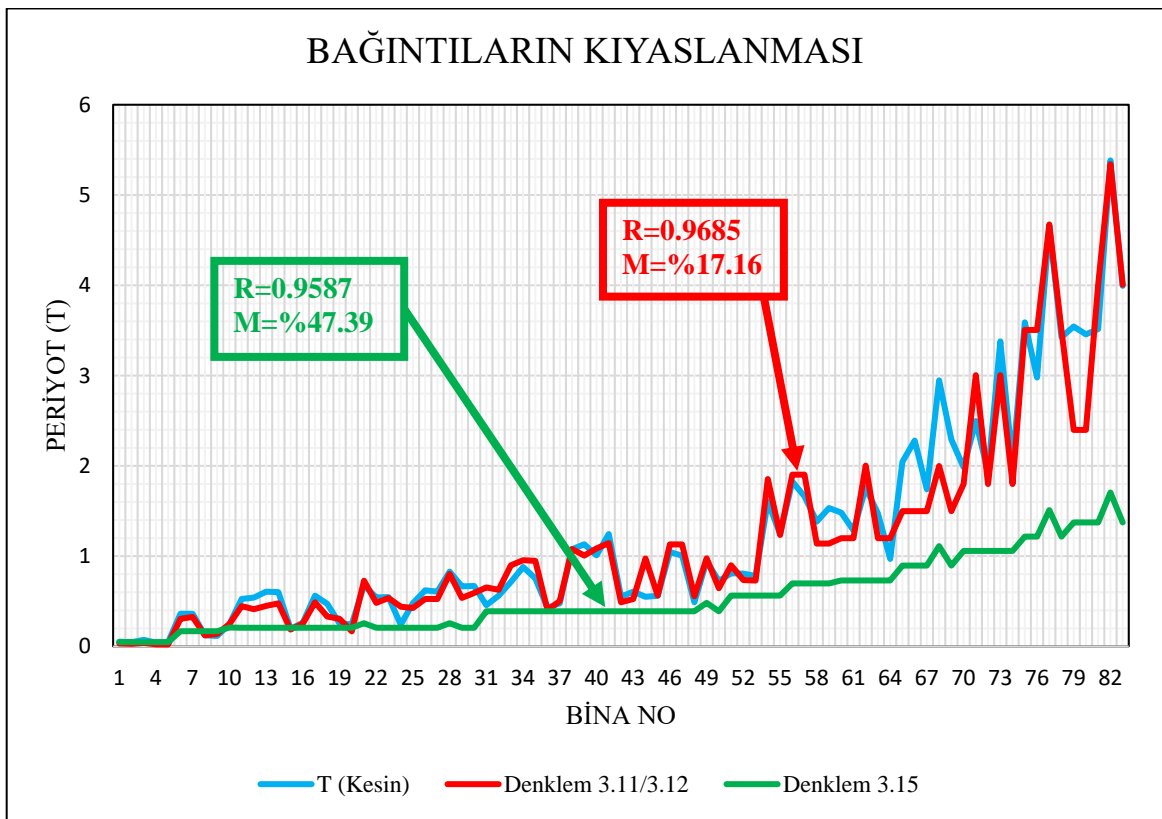




Şekil 3.10. Çerçevesi ve perde-çerçeve karma tip binalar için kodlarda ve çalışmada önerilen bağntıların grafiksel olarak kıyaslanması

3.7.2.7. Yükseklik ve Kat Sayısının Beraber Kullanıldığı Formüllerin ve Çalışmada Önerilen Bağıntıların Grafikselle Olarak Kıyaslanması

Burada, Tablo 2.1’de belirtilen sadece çerçevesiz binalar dikkate alınarak Denklem 3.15’deki ampirik bağıntının uygulanmasının sonucunda elde edilen periyot değerleri ve tez çalışması kapsamında aynı tür binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen Denklem 3.11 ve 3.12’den bulunan düzenlenmiş periyot değerlerinin, Tablo 3.14’de yapılan karşılaştırılmasının grafikselle olarak ifadesi Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Yükseklik ve kat sayısının beraber kullanıldığı formüllerin ve çalışmada önerilen bağıntıların grafikselle olarak kıyaslanması

Grafiğe göre Denklem 3.15’de belirtilen formülden elde edilen değerlerin, kesin periyot değerlerine ait eğriye göre çok daha aşağıda kaldığı görülebilmektedir. Bu durum emniyet açısından güvenli bölgede değerlendirilse de aşırı derecede büyük taban kesme kuvveti değeri vermesi nedeniyle sağladığı bu avantajı, ekonomi ilkesi çerçevesinde fazlasıyla kaybetmektedir. Yine bu duruma, incelenen mevcut binalarda bulunan dolgu

duvarların neden olabileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla çalışmada önerilen Denklem 3.11 ve 3.12'nin beraber kullanılmasının, dolgu duvarsız betonarme çerçeveli binaların hakim doğal titreşim periyodu hesaplamaları için daha uygun olabileceği belirlenmiştir.

3.8. Çalışmada Önerilen ve İncelenen Tüm Bağlılar Arasında Yapılan Genel Bir Kıyaslama

Şimdiye kadar betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için çeşitli ülkelerin sismik kodlarında, literatürde, TBDY 2018'de ve bu tez çalışması kapsamında önerilen ampirik bağıntılardan bulunan doğal titreşim periyodu değerleri ve bu değerlere ait korelasyon katsayıları ile ortalama mutlak hata değerleri Tablo 3.15'de özet olarak kıyaslanmıştır. Buna göre en optimum sonuçların, tez çalışması kapsamında önerilen formüllerden elde edildiği koyu renkli karakterle de belirtilen değerlerden anlaşılmaktadır. Yine çalışmada önerilen ilgili bağıntılara Tablo 3.16'da özet olarak tekrar değinilmiştir.

Tablo 3.15. Çalışmada, literatürde ve sismik kodlarda doğal periyot hesabı için önerilen tüm ampirik formüllerin genel bir kıyaslaması

BETONARME ÇERÇEVELİ VE PERDE-ÇERÇEVE KARMA BİNALAR							
	<i>Önerilen Düzenlenmiş Bağıntı Denk.3.11/12</i>	<i>Denk. 3.11</i>	<i>Denk. 3.12</i>	<i>Eurocode 8 NBCC-2005 IS-1893 Denk. 1.63</i>	<i>ATC-3/06 NEHR- 94 Denk. 1.67</i>	<i>UBC-97 Denk. 1.75</i>	<i>UBC-85 ASCE-7/10 SAA-1979 NBCC2005 Denk. 1.74</i>
R	0.968609	0.9816488	0.96979	0.892431	0.894202	0.892787	0.937433
M	%17.20329	%21.21909	%18.12868	%46.19628	%45.14251	%45.17058	%47.73412
	<i>ASCE-7/10 IBC-2009 Denk. 1.81</i>	<i>SIA-2003 Denk. 1.108</i>	<i>BSLJ-2011 Denk. 1.110</i>	<i>AIJ Denk. 1.112</i>	<i>NZSEE2006 Denk. 1.114</i>	<i>DTS 1,1a,2,2a</i>	<i>DTS 3,3a,4,4a</i>
R	0.851825	0.948667	0.937433	0.957584	0.892431	0.95755	0.962646
M	%42.86308	%41.10174	%35.4451	%30.14681	%57.73976	%83.68141	%58.0587
BETONARME PERDELİ BİNALAR							
	<i>Denk. 3.13</i>	<i>Denk. 3.14</i>	<i>DTS 1,1a,2,2a</i>	<i>DTS 3,3a,4,4a</i>			
R	0.990957	0.945887	0.855341	0.855341			
M	%14.69145	%32.46899	%188.6173	%112.3494			
BETONARME YÜKSEK BİNALAR							
	<i>Denk. 3.11</i>	<i>Denk. 3.12</i>	<i>TBDY Denk. 3.4</i>	<i>CPWEHK Denk. 1.44</i>	<i>Japonya Denk. 1.45</i>	<i>Hindistan Denk. 1.46</i>	

Tablo 3.15'in devamı

R	0.999637	0.925756	0.92532	0.925756	0.925756	0.925901	
M	%34.70323	%78.85708	%65.18061	%94.56552	%33.5823	%37.3189	
YÜKSEKLİK VE KAT SAYISININ BERABER KULLANILDIĞI KATSAYILAR							
	<i>Denk. 3.11</i>	<i>Denk. 3.15 (Salama)</i>					
R	0.968498	0.958676					
M	%17.15561	%47.39277					

Tablo 3.16. Tez çalışması kapsamında önerilen bağıntıların özeti

$T_1 = \alpha \times H \cdot \text{Log}_{1.1} \left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	(Denklem 3.11)
$\alpha = 0.020349$ (çerçeve)	
$\alpha = 0.040948$ (perde-çerçeve karma ve yük. binalar)	
$T_1 = \beta \times H$	(Denk. 3.12 ve Denk. 3.14)
$\beta = 0.033386$ (çerçeve)	Denklem 3.11 ile birlikte 15. kattan itibaren beraber kullanılır ve küçük olan değer dikkate alınır. Ayrıca tek başınada kullanılabilir.
$\beta = 0.019984$ (perde-çerçeve karma)	
$\beta = 0.006881$ (perde)	
$T_1 = \delta \times \text{Log}_{1.1} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times H^{N+5} \right] \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	(Denklem 3.13)
$\delta = 0.094091$ (perde)	
<p>H :Bina toplam yüksekliği (m) K :Bina zemin yada ilk katına ait zayıf yöndeki rijitlik ((kN/m)-(N/m)) W :Bina toplam ağırlığı (kN-N) g :Yerçekimi ivmesi (m/sn²) N :Bina toplam kat sayısı</p>	

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Herhangi bir elemanın yaptığı salınım esnasında bir tam turunu tamamlaması için saniye cinsinden geçen süreye periyot, bir saniyede yaptığı salınım sayısına da frekans denilmektedir. Söz konusu bu elemanların salınım yapması bir dış etki yada kuvvet vasıtası ile olduğu gibi serbest titreşim yoluyla da gerçekleşmektedir. Yapılan bu serbest titreşim hareketlerinde periyot değerleri, elemanların malzeme ve geometrik özelliklerinden doğrudan ve önemli ölçüde etkilenmektedir. İnşaat Mühendisliği bilim alanında da birçok yüke maruz kalan binaların kendilerine has doğal titreşim periyotları mevcuttur ve bu titreşim periyotları da söz konusu binaların geometrisi, yapı elemanı boyutları ve özellikle de yapı malzemesi parametrelerinden önemli derecede etkilenmektedir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin ülkelerin sismik kodlarına girmesiyle birlikte yapısal analizlerde gerekli olan ve taban kesme kuvvetlerinin hesaplanmasında ihtiyaç duyulan, binaların doğal periyotlarının pratik bir şekilde belirlenmesi daima üzerinde çalışılan bir konu olmuştur. Ülkemizde çeşitli yıllarda yayımlanan yönetmeliklerin ve son olarak mevcut durumda kullanılan TBDY 2018 yönetmeliğinin bu kapsamda bina periyodunun tahmini için önerdikleri ampirik bağıntılar, bilgisayar destekli Modal Analiz Yöntemi neticesinde bulunan ve kesin değerler olarak nitelendirilen doğal periyotlardan daha büyük çıkmakta ve bu da ekonomik yönden kabul edilebilir olsa da emniyet açısından zafiyet doğurmaktadır. Bahsedilen kesin titreşim periyotlarına en yakın sonuçların elde edilmesi doğrultusunda hem ekonomi hem de emniyet açısından optimum taban kesme kuvveti değerlerinin bulunması amacıyla hazırlanan bu tez çalışmasında, betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için yeni bir yaklaşım sunulmaktadır. Bu kapsamda SAP2000v20 programında modellenen 264 adet betonarme çerçeve, perdeli ve perde-çerçeve karma tip bina üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, bir dizi yaklaşık (ampirik) bağıntı önerilmiş ve 25 adet betonarme yüksek bina örneği üzerinde de uygulaması yapılmıştır. İlk etapta, tasarlanan bu binalara ön boyutlandırma verilmiş sonra tanımlanan kesitlere göre malzeme özellikleri atanmıştır. Ardından taşıyıcı elemanların atalet momentleri hesaplanıp ilgili binaların zemin kat rijitlikleri bulunmuştur. Daha sonra çalışmada önerilen bağıntılardan bulunan periyot değerleri hem TBDY 2018'de hem de dünya çapında çeşitli ülkelerin sismik kodlarında doğal periyot hesabı için önerilen formüllerle karşılaştırılmıştır.

Yine çalışmadan elde edilen sonuçlar, SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan kesin sonuçlarla da kıyaslanmıştır. Ardından tablolar halinde derlenen bu verilerin, Excel 2016 programında regresyon ve korelasyon analizleri yapılmış ve kesin periyotlara göre ortalama mutlak hata değerleri bulunmuştur. Yapılan irdelemeler çerçevesinde, elde edilen veriler grafiksel olarak da gösterilerek gerek sismik kodların gerekse önerilen bağıntılardan bulunan sonuçların kesin periyot değerleriyle kıyaslaması görsel olarak daha net bir şekilde belirtilmiştir. Buna göre amaçlanan doğrultuda betonarme bina modelleri üzerinde yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar, aşağıda sırasıyla belirtildiği şekildedir.

- Bina hakim doğal titreşim periyodunun değeri, bina toplam ağırlığı ile doğru orantılı olarak artmakta ve bina rijitliği ile ters orantılı bir şekilde azalmaktadır. Aynı zamanda rijitliğin toplam bina ağırlığına oranının 1.1 tabanındaki logaritması ile de doğru orantılı olarak artmaktadır.
- Söz konusu bina toplam ağırlığı sadece binanın zati ağırlığından kaynaklanmaktadır ve bu ağırlığa, katlara etkiyen ilave insan yada eşya kaynaklı ölü yükler ile yine insan yada eşya kaynaklı hareketli yükler dahil değildir. Zira SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi altında incelenen binalara söz konusu bu yüklemeler girildiğinde periyot değerlerinde herhangi bir değişim olmadığı görülmüştür
- Yine binaların ağırlıklarının periyot üzerine etkisi, betonarme çerçeveli ve perdeli çerçeve karma taşıyıcılı sistemlerde döşeme kalınlıklarının değiştirilmesi ile bulunmuş ve kiriş boyutları sabit tutularak değiştirilen döşeme sistemi kalınlığının, yapılan analizlerde periyota önemli ölçüde etki ettiği görülmüştür.
- Bahsedilen kiriş boyutlarının da sabit döşeme kalınlığı yada ağırlığı altında, doğal periyot değerleri üzerinde etkileri olduğu görülmüştür. Buna göre döşeme kalınlığı sabit tutularak kirişlerin boyutlarında küçülme meydana geldiğinde periyot değerlerinin arttığı, büyüme meydana geldiğinde ise periyot değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.
- Söz konusu rijitlik parametresinde ise incelenen binaların sadece rijit bodrumdan sonraki zemin katına yada ilk katına ait rijitlikler dikkate alınmıştır. Çünkü bu katlara ait rijitliklerin periyot üzerindeki etkisinin,

diğer katların rijitliklerine nazaran daha fazla olduğu yapılan analizler neticesinde görölmüş ve hesaplarda kolaylık sağlanması maksadıyla sadece zemin yada ilk katlara ait zayıf yöndeki rijitliklerin dikkate alınması gerektiği belirlenmiştir.

- Modellenen betonarme binaların doğal titreşim periyodu değerlerine, sadece bahsedilen ağırlık ve rijitlik gibi bina parametrelerinin etkili olmadığı gözlemlenip kat yüksekliği, bununla beraber bina toplam yüksekliği ve kat sayısının da periyot değerlerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.
- Daha önceki çalışmaların çoğunda ve yönetmeliklerde ağırlık, rijitlik, yükseklik ve kat sayısı gibi parametrelerin beraber kullanılmadığı görülüp bu parametrelerin beraber ele alındığında gerçek sonuçlarla daha uyumlu değerlerin elde edildiği tespit edilmiştir.
- Yine birçok çalışmada bahsedilen plan geometrisi ve plan boyutları gibi parametrelerin, bina doğal titreşim periyodu üzerindeki etkisinin yok denecek kadar az olduğu, farklı kalıp planlarına sahip bina örnekleri üzerinde inceleme yapılarak belirlenmiştir.
- Söz konusu tez çalışması kapsamında toplam ağırlık, zemin kata ait toplam rijitlik, toplam yükseklik, kat sayısı gibi parametreler dikkate alınarak tüm deprem sınıfları için geçerli, gerçek değerlerle uyumlu, yüksek korelasyon kat sayısı, düşük standart sapma ve düşük ortalama mutlak hata değerlerine sahip ve uygulanabilir, pratik bir dizi ampirik bağıntı önerilmiştir.
- Modellenen çerçevesiz ve karma tip binalara, ilk olarak önerilen logaritmik bağıntı uygulandığında kesin periyotlara göre 15. kattan itibaren sapma miktarlarının arttığı belirlenmiş ve bu durumu ortadan kaldırmak maksadıyla doğrudan bina yüksekliğinin bir fonksiyonu olan daha basit, ampirik ikinci bir bağıntı daha önerilmiştir. İki bağıntıdan bulunan periyotlardan küçük olan değerin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.
- Beraber kullanılması tavsiye edilen bu iki eşitlikten, korelasyon katsayısı ve ortalama mutlak hata değeri bakımından en optimum sonuçlar alınmış ve hem TBDY hem de sismik kodlardaki çoğu ampirik bağıntıdan yine korelasyon ve ortalama mutlak hata değeri bakımından daha uygun

sonuçlar veren bu ikinci bağıntının, pratik hesap için tek başına kullanılabilmesi de varılan sonuçlar neticesinde belirlenmiştir.

- Türkiye’de yayımlanan TBDY 2018’de belirtilmiş olan yatayda ve düşeyde bina düzensizlik durumlarının olması halinde, kesin periyot değerleri ve çalışma kapsamında önerilen bağıntılardan elde edilen periyot değerleri arasındaki farkın arttığı görülmüş ve gerçeğe daha yakın periyot değerlerinin bulunabilmesi için söz konusu bu bağıntıların uygulanabilirliği çerçevesinde, bina düzensizlik durumlarının olamaması yada sınır değerlerde olması gerektiği kanısına varılmıştır.
- Birçok sismik kod ve Türkiye yönetmeliklerinde de önerilen ve Rayleigh Formülü olarak bilinen bağıntıdan, betonarme çerçeveli ve betonarme perde-çerçeve karma tip binalar için elde edilen periyot değerlerinin gerçek sonuçlara kıyasla çok büyük olduğu görülmüş gerek emniyet zafiyeti gerekse karmaşık ve uğraştırıcı işlem hacmi münasebetiyle ilgili binaların periyot hesaplamalarında bu bağıntının kullanılmasının çok sağlıklı olmadığı düşüncesi doğmuştur.
- TBDY 2018’deki $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ ($BYS \geq 6$) ve $DTS = 3, 3a, 4, 4a$ kapsamında doğal periyot hesabı için önerilen basit ampirik bağıntı, modellenen betonarme bina örnekleri üzerinde uygulanmış ve çıkan sonuçlar çalışmada önerilen bağıntıdan elde edilen değerlerle kıyaslandığında ilgili yönetmelikten elde edilen periyotların gerçek değerlerden daha büyük olduğu, dolayısıyla da büyük oranda sapmalara neden olduğu ve daha düşük korelasyon katsayısı verdikleri görülmüştür. Ayrıca emniyet ilkesi bakımından da bunun kabul edilebilir bir durum olmadığı belirtilmiştir.
- Yine modellenen ve sadece betonarme perdelerden oluşan binalara $DTS = 1, 1a, 2, 2a$ için Rayleigh Formülü uygulanmış ve bulunan periyot sonuçlarının, diğer tip betonarme binalara göre kesin periyot değerleri ile daha tutarlı olduğu görülmüştür. Özetle yüksek korelasyon katsayısı ve düşük ortalama mutlak hata değeri ile birlikte çerçeveli ve karma tip binalara göre TBDY kapsamında daha emniyetli sonuçlar elde edilmiştir.
- Ek olarak Amerika, Japonya, Kanada gibi birçok ülke tarafından kullanılan sismik kodların periyot hesabı için önerdiği ampirik formüller

de ilgili bina örneklerine uygulanmış ve yine çalışmada önerilen bağıntılara kıyasla daha düşük korelasyon katsayıları ve daha büyük ortalama mutlak hata değerleri verdikleri tespit edilmiştir.

- Bu sismik kodların verdiği sonuçlar değerlendirildiğinde; kat yüksekliği arttıkça hem daha düşük korelasyona hem de daha büyük ortalama mutlak hataya sahip olmalarına rağmen ilgili bölümde bahsedilen çoğu kodun emniyet açısından gerek TBDY 2018 gerekse çalışmada önerilen bağıntılara nazaran kesin periyot değerlerinin de altında kalan sonuçlar vermesiyle “ekseri” güvenli tarafta kaldığı görülmüştür.
- SAP2000v20 programında Modal Analiz Yöntemi ile bulunan “kesin periyot değerleri” grafiklerde göz önüne alındığında bahsedilen ülkelere ait kodlardan elde edilen sonuçların, ekseri emniyete sahip olması ve gerçek sonuçlardan dahi düşük periyot değerlerinin bulunması, ekonomi ilkesinin göz ardı edilmesi şeklinde yorumlanmıştır.
- Söz konusu belirtilen ülkelere ait sismik kodlardan elde edilen bu periyot değerlerinin gerçek periyot değerlerine nazaran daha küçük olmasının nedeni, bu yönetmeliklerin Kaliforniya depremlerine ait kayıtları dikkate almalarına ve dolayısıyla da mevcut binalardaki dolgu duvar etkilerinin titreşim periyodu değerlerini düşürmesine bağlanmıştır.
- Yine tez çalışması kapsamında önerilen ampirik bağıntılardan ilgili olan bazılarının, modellenen çekirdek sistemli betonarme yüksek binaların doğal titreşim periyotlarını hesaplamada kullanılabileceği emniyet sınırları içerisinde elde edilen düşük ortalama mutlak hata değeri ve yüksek korelasyon katsayısı gibi sebeplerden ötürü önerilmiştir.
- Literatürdeki çalışmalarda önerilen, yükseklik ve kat sayısını birlikte dikkate alan bazı ampirik formüller ile betonarme çerçevesel binalar üzerinde yapılan kıyaslamalarda, gerçek değerlerle en uygun sonuçların bu çalışma kapsamında önerilen ampirik bağıntılardan elde edildiği görülmüştür. Literatürde önerilen bu bağıntılardan, gerçek periyotlara nazaran çok daha düşük değerlerin elde edilmesi de yine ilgili bağıntıların dayandığı mevcut bina örneklerinde bulunan dolgu duvar etkilerine bağlanmıştır.

- Bu tez çalışması kapsamında, TBDY’de ve bahsedilen ülkelerin sismik kodlarında önerilen ampirik bağıntılardan elde edilen korelasyon katsayılarının artmasının, ortalama mutlak hata değerlerini genel olarak düşürdüğü görülmüştür.
- Fakat korelasyon katsayılarının artmasının her zaman ortalama mutlak hata değerlerini düşürdüğü anlamına gelmediği ve önerilen her bağıntıdan elde edilen periyot değerlerinin gerçek değerlerle yapılan korelasyon veya regresyon analizleri sonuçlarının ve bulunan ortalama mutlak hatalarının ayrı ayrı incelenip her iki parametre için de en uygun sonuçları veren formüllerin önerilmesi gerektiği çıkarımında bulunulmuştur.
- Elde edilen tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde, gerçek değerlerle uyumlu gerek ekonomi gerek emniyet gerekse işlem kolaylığı itibarı ile uygulanabilirlik açısından en optimum sonuçların tüm deprem tasarım sınıfları için bu çalışma kapsamında önerilen ampirik bağıntılardan elde edildiği görülmüştür.

Özet olarak bu tez çalışması kapsamında, betonarme binaların ön tasarım aşamasında gerekli olan gerçek doğal titreşim periyot değerleri ile en tutarlı, hesaplarda uygulanabilirlik açısından karmaşık işlem hacmi barındırmayan gerek yükseklik ve kat sayısı ile beraber bina eleman boyutu ve malzeme özelliklerini dikkate alan gerekse sadece bina yüksekliğini göz önünde bulunduran basit ampirik bağıntılar önerilmiş ve bu bağıntıların Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi gibi yapısal analizlerde kullanılmasının emniyet ve ekonomi sınırları içerisinde daha faydalı olabileceği belirlenmiştir. Ayrıca incelenen binalar, bazı kabul ve şartlar altında modellenip bir takım hususlar dikkate alınmamıştır. Buna göre çalışmada önerilen bağıntılar referans alınarak aynı doğrultuda yapılabilecek benzer araştırmalar için aşağıda belirtilen bir dizi öneride bulunulmuştur.

- Söz konusu çalışmada modellenen betonarme binalarda dolgu duvarların doğal periyotlara etkileri düşünülmeden çerçevesiz, perdeli yada perde-çerçeve karma tip taşıyıcılı sistemler dikkate alınmıştır. Buna göre dolgu duvar etkisinin ve duvar malzeme özelliklerinin de göz önüne alınarak çalışma kapsamında önerilen bağıntıların bu kapsamda geliştirilmesi düşünülebilir.
- İncelenen bina örnekleri üzerinde, insan yada eşya kaynaklı statik veya hareketli yüklerin de hesaba katıldığı $P-\Delta$ analizleri yapılmasının neticesinde,

bina dış yüklerinin doğal periyot sonuçları üzerindeki etkileri, yine önerilen bağıntılar çerçevesinde değerlendirilebilir.

- Yüksek binalarda rüzgar kuvvetlerinin bina titreşim periyoduna etkileri dikkate alınıp, çalışma kapsamında önerilen formül üzerinde gerekli değerlendirmeler yapılarak yüksek korelasyona ve düşük ortalama mutlak hataya sahip ilgili eşitlikte farklı katsayılarla çeşitli düzenlemeler yapılabilir.
- Çok daha yüksek mega ölçekli binalarda, hakim doğal titreşim periyodunun hesaplaması bu çalışmada yüksek binalara uygulanan ilgili bağıntının modifiye edilmesiyle geliştirilebilir.
- Yerel zemin şartları çalışmadaki bağıntılarda dikkate alınmamıştır. Söz konusu bu parametrelerin bina periyodu üzerine etkileri de dikkate alınarak yine önerilen formüller üzerinde yeni düzenlemeler yapılabilir.
- Ahşap, çelik yada farklı yapı malzemelerinin bir arada bulunduğu kompozit taşıyıcı sistemlerin ve bahsedilen malzeme türlerinden imal edilmiş öngermeli veya ardgermeli prefabrike binaların hakim doğal titreşim periyodu hesaplamaları için yeni formüller önerilebileceği gibi çalışmadaki mevcut bağıntılara yeni katsayı önerilerinde de bulunulabilir.
- Yine yer sarsıntıları esnasında binalarda meydana gelen yaşanabilirlik seviyesindeki hasar durumlarının, doğal titreşim periyotlarını arttırıcı yöndeki etkilerinde dikkate alındığı yeni ampirik bağıntılar yada çalışmada önerilen bağıntılara farklı katsayılar önerilebilir.
- Ek olarak Türkiye’de çeşitli yıllarda yayımlanan yönetmeliklerin ve mevcut durumda kullanılan TBDY 2018’de betonarme binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ampirik bağıntıların katsayıları yeniden gözden geçirilip, dolgu duvarlar gibi bahsedilen diğer parametrelerin de doğal titreşim periyodu üzerine etkileri dikkate alınarak ilgili formüller üzerinde yeni düzenlemeler yapılabilir.

5. KAYNAKLAR

1. Goel, R., K. ve Chopra A., K., Building Period Formulas for Estimating Seismic Displacements, Earthquake Spectra, 16,2 (2000) 533-536.
2. Goel, R., K. ve Chopra A., K., Period Formulas for Concrete Shear Wall Buildings, Journal of Structural Engineering, 124,4 (1998) 426-433.
3. Goel, R., K. ve Chopra A., K., Period Formulas for Moment – Resisting Buildings, Journal of Structural Engineering, 123,11 (1997) 1454-1461.
4. Alguhane, T., M., Hussin, A., Fayed, M., N. ve Ismail, A., M., Simplified Equations for Estimating The Period of Vibration of Ksa Existing Building Using Ambient Vibration Testing, Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), 3,3 (2016) 4335-4343.
5. Xiang, Y., Harris, A., Naeim, F. ve Zareian, F., Identification and Validation of Natural Periods and Modal Damping Ratios for Seismic Design and Building Code, Proceedings of the 2017 Annual Meeting of the Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council, January 2017, Los Angeles, SMIP16 Seminar Proceedings, 81-95.
6. Sangamnerkar, P. ve Dubey, S., K., Effect of Plan Area of the Building on Period of Vibration of RC Framed Structures, Electronic Journal of Structural Engineering, 17,1 (2017) 20-26.
7. Shrestha, R. ve Karanjit, S., Comparative Study on the Fundamental Time Period of RcBuildİngs Based on Codal Provision and Ambient Vibration Test– A Case Study of Kathmandu Valley, Journal of Structural Engineering, 4 (2017) 31-37.
8. Salama, M., I., Estimation of Period of Vibration for Concrete Moment-Resisting Frame Buildings, HBRC Journal, 11,1 (2015) 16-21.
9. Chalah, F. vd., Fundamental Vibration Period of SW Buildings, APCBEE Procedia, 9 (2014) 354-359.
10. Wang, Q. ve Wang, L., Y., Estimating Periods of Vibration of Buildings with Coupled Shear Wall, Journal of Structural Engineering, 131,12 (2005) 1931-1935.
11. Mohsenian, V., Nikkhoo, A. ve Hajirasouliha, I., Estimation of Seismic Response Parameters and Capacity of İrregular Tunnel-Form Buildings, Bulletin of Earthquake Engineering, 17,9 (2019) 5217-5239.
12. Koçak A., Prediction of the Fundamental Periods for Infilled RC Frame Buildings, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 7,2 (2017) 381-394.

13. Asteris, P., G. vd., On the Fundamental Period of Infilled RC Frame Buildings, Structural Engineering and Mechanics, 54,6 (2015) 1175-1200.
14. Abou-Elfath, H. ve Elhout, E., Periods of BRB Steel Buildings Designed with Variable Seismic-Force Demands, Journal of Constructional Steel Research, 156 (2019) 192-201.
15. Saeedi, F., Shabakhty, N. ve Mousavi, S.,R., Seismic Assessment of Steel Frames with Triangular-Plate Added Damping and Stiffness Devices, Journal of Constructional Steel Research, 125 (2016) 15-25.
16. Türker, H., T., Mertayak, C. ve Çolak, H., Periyot Hesaplamasında $P-\Delta$ Etkisi: Sarsma Tablası Deneyi, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ekim 2011, Ankara, 1-8.
17. Karabulut, S., Özel, O. ve Özçep, F., Deprem Tehdidi Altındaki Mühendislik Yapılarının Hakim Titreşim Periyotlarının Belirlenmesinde Yeni Bir Seçenek: Mikrotremor Yöntemi ve Örnek Uygulaması, Journal of New World Sciences Academy, 4,3 (2009) 428-441.
18. Ditommaso, R., Vona, M., Gallipoli M.,R. ve Mucciarelli, M., Evaluation and Considerations about Fundamental Periods of Damaged Reinforced Concrete Buildings, Natural Hazards and Earth System Sciences, 13 (2013) 1903-1912.
19. Panzera, F., D'Amico, S., Lombardo, G. ve Longo, E., Evaluation of Building Fundamental Periods and Effects of Local Geology on Ground Motion Parameters in the Siracusa Area Italy, Journal of Seismology, 20,3 (2016) 1001-1019.
20. Trifunac, M. D., Ivanovic', S. S. ve Todorovska, M. I., Apparent Periods of a Building. I:Fourier Analysis, Journal of Structural Engineering, 127,5 (2001) 517-526.
21. Jennings, P., C. ve Kuroiwa J., H., Vibration and Soil Structure Interaction Tests of a Nine Story Reinforced Concrete Building, Bulletin of the Seismological Society of America, 58,3 (1968) 891-916.
22. Iervolino, I., Spillatura, A. ve Bazzurro, P., Seismic Reliability of Code-Conforming Italian Buildings, Journal of Earthquake Engineering, 22,2 (2018) 5-27.
23. Gilles D. ve McClure, G., Development of a Period Database for Buildings in Montreal Using Ambient Vibrations, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 2008, Beijing, 1-8.
24. Tremblay, R., Fundamental Periods of Vibration of Braced Steel Frames for Seismic Design, Earthquake Spectra, 21,3 (2005) 833-860.
25. Kohler, M., D., Davis, P., M. ve Safak, E., Earthquake and Ambient Vibration Monitoring of the Steel-Frame UCLA Factor Building, Earthquake Spectra, 21,3 (2005) 715-736.

26. Campbell, S., Kwok, K., C., S., Hitchcock, P., A., Tse, K., T. ve Leung, H., Y., Field Measurements of Natural Periods of Vibration and Structural Damping of Wind-Excited Tall Residential Buildings, Wind and Structures, 10,5 (2007) 401-420.
27. Velani, P. ve Ramancharla, P., K., New Empirical Formula For Fundamental Period of Tall Buildings in India by Ambient Vibration Test, 16th World Conference on Earthquake, 16WCEE, Ocak 2017, Santiago Chile, 1-12.
28. Rojas, F., Lew, M. ve Naeim, F., An Overview of Building Codes and Standards in Chile at the Time of the 27 February 2010 Offshore Maule, Chile Earthquake, The Structural Design of Tall and Special Buildings, 19 (2010) 853–865.
29. Hafeez, G., Doudak, G. ve McClure, G., Establishing the Fundamental Period of Light-Frame Wood Buildings on the Basis of Ambient Vibration Tests, Canadian Journal of Civil Engineering, 45,9 (2018) 752-765.
30. Pieraccini, L., Palermo, M., Stefano, S. ve Trombetti, T., On the Fundamental Periods of Vibration of Flat-Bottom Ground- Supported Circular Silos containing Gran-like Material, Procedia Engineering, 199 (2017) 248–253.
31. Mahdizadeh, M. ve Ghanbari, A., Calculation of Natural Frequency of Earth Dams by Means of Analytical Solution, Seventh International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 2013, Chicago, Scholar's Mine, 1-13.
32. Öner, M., Estimation of the Fundamental Period of Large Earthfill and Rockfill Dams, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 24,4 (1984) 1-10.
33. Camara, A., Astiz, M., A. ve Ye, A., Fundamental Mode Estimation For Modern Cable-Stayed Bridges Considering The Tower Flexibility, Journal of Bridge Engineering, 19,6 (2014) 1-35.
34. Desroches, R. ve Fenves, G.,l., Evaluation of Recorde Earthquake Response of a Curved Highway Bridge, Earthquake Spectra, 13,3 (1997) 363-386.
35. Toydemir, B., Koçak, A., Sevim, B. ve Zengin, B., Ambient Vibration Testing and Seismic Performance of Precast I Beam Bridges on a High-Speed Railway Line, Steel and Composite Structures, 23,5 (2017) 557-570.
36. El-Kholy, A., M., Sayed, H. ve Shaheen, A., A., Comparison of Egyptian Code 2012 with Eurocode 8-2013, IBC 2015 and UBC 1997 for Seismic Analysis Of Residential Shear-Walls RC Buildings in Egypt, Ain Shams Engineering Journal, 9 (2018) 3425-3436.
37. Crowley, H. ve Pinho, R., Revisiting Eurocode 8 Formulae for Periods of Vibration and Their Employment in Linear Seismic Analysis, Earthquake Engineering And Structural Dynamics, 39 (2010) 223-235.

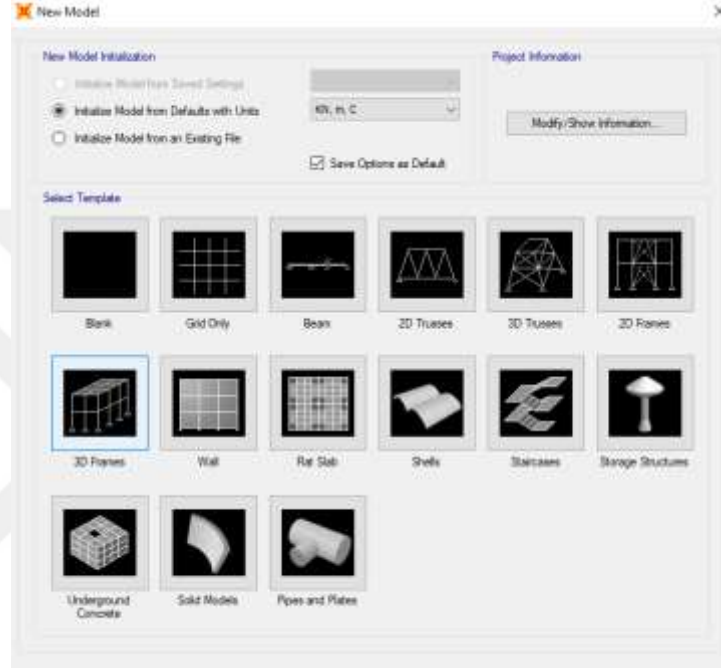
38. Chung, L. ve Park, T., Evaluation of Natural Frequency Through Measurement of Ambient Vibration for Wall-type RC Structures, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 15,2 (2016) 295-301.
39. Velani ,P. ve Ramancharla, P., R., Comparing The Empirical Time Period Formula Given in Seismic Code of Different Countries with Indian Seismic Code IS 1893-2002, Proceedings of the National Conference on Advances in Civil Engineering and Infrastructure Development, February 2014, Hyderabad, 153-159.
40. Hossain, M., Z., Influence of Structure Parameters on Period of Frame Structures for Earthquake Resistant Design, Master Thesis, Bangladesh University, Department of Civil Engineering, Dhaka, 1997.
41. Guillier, B. vd., Establishing Empirical Period Formula for RC Buildings in Lima, Peru: Evidence for the Impact of Both the 1974 Lima Earthquake and the Application of the Peruvian Seismic Code on High-Rise Buildings, Seismological Research Letters, 85,6 (2014) 1308-1315.
42. Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, 343, Sema Matbaacılık, İstanbul, 1993.
43. İncetaş, S., Binaların Doğal titreşim Periyodunun Yaklaşık Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana, 2001
44. Kewate, S., P. ve Murudi, M., M., Empirical Period-Height Relationship for reinforced Concrete Moment Resisting Buildings in India, Materials Science and Engineering Conference, January 2018, India, IOP Publishing, 1-10.
45. Asteris, P., G. vd., Prediction of the Fundamental Period of Infilled RC Frame Structures Using Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Neuroscience, 2016 (2015) 1-12.
46. Crowley, H. ve Pinho, R., Period-Height Relationship For Existing European Reinforced Concrete Buildings, Journal of Earthquake Engineering, 8,1 (2004) 93-119.
47. Shukla, R., S. ve Mendhe, V., N., Critical Study and Comparison of Earthquake Standards and Specifications of Important Countries, 3rd Annual International Conference On Encouraging Innovation and Entrepreneurship in Engineering Education, Global Partnership for Best Practices, Policy Framework for Governance Quality Enhancement, February 2017, Nagpur, Tech-Chronicle, 12-16.
48. Aksoylu, C. ve Arslan, M., H., Çerçeve Türü Betonarme Binaların Periyot Hesaplarının Farklı Ampirik Bağıntılara Göre İrdelenmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8,2 (2019) 569-581.
49. T.C. Resmi Gazete, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (12801), 19.01.1968, 10.

50. T.C. Resmi Gazete, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (15260), 09.06.1975, 10.
51. T.C. Resmi Gazete Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (23098), 02.09.1997, 211.
52. T.C. Resmi Gazete, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (26454), 06.03.2007, 19.
53. T.C. Resmi Gazete, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, (30364 mükerrer), 18.03.2018, 51.

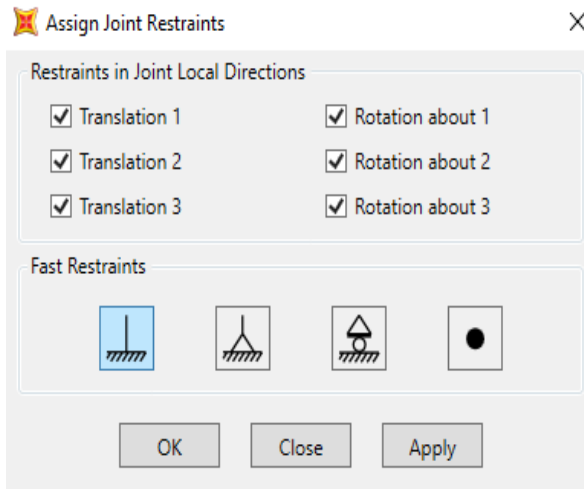


6. EKLER

Ek 1. Binaların SAP2000v20 Programında Modellenmesi



1) 3D çerçeve çubuk model aks sisteminin seçilmesi



2) Ankastre mesnetin tanımlanması

Ek 1'in devamı

Material Property Data (Left):

- Material Name and Display Color: S420
- Material Type: Rebar
- Weight per Unit Volume: 78.5
- Mass per Unit Volume: 8.0248
- Units: KN, m, C
- Modulus Of Elasticity, E: 2.050E+08
- Poisson, ν : 0.3
- Coefficient Of Thermal Expansion, α : 1.170E-05
- Minimum Yield Stress, F_y : 413605.5
- Minimum Tensile Stress, F_u : 620528.2
- Expected Yield Stress, F_{ye} : 455054.
- Expected Tensile Stress, F_{ue} : 662581.

Material Property Data (Right):

- Material Name and Display Color: C30
- Material Type: Concrete
- Weight per Unit Volume: 25
- Mass per Unit Volume: 2.5483
- Units: KN, m, C
- Modulus Of Elasticity, E: 30000000
- Poisson, ν : 0.2
- Coefficient Of Thermal Expansion, α : 9.900E-06
- Specified Concrete Compressive Strength, f_c : 27579.032
- Expected Concrete Compressive Strength: 27579.032
- Lightweight Concrete:

1) Donatı malzeme özellikleri

2) Beton malzeme özellikleri

Rectangular Section (Left):

- Section Name: Kolon
- Section Notes: Modify/Show Notes...
- Dimensions: Depth (D): 0.4, Width (B): 0.6
- Material: C30

Rectangular Section (Right):

- Section Name: Kiriş 30x50
- Section Notes: Modify/Show Notes...
- Dimensions: Depth (D): 0.5, Width (B): 0.3
- Material: C30

3) Kolon boyutlarının belirlenmesi

4) Kiriş boyutlarının belirlenmesi

Ek 1'in devamı

The image shows two screenshots of the 'Reinforcement Data' dialog box. The left screenshot shows the 'Column (P-M2-M3 Design)' design type selected, with 'Rectangular' reinforcement configuration and 'Ties' confinement bars. The right screenshot shows the 'Beam (M3 Design Only)' design type selected, with 'Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center' and 'Reinforcement Overrides for Ductile Beams' sections visible.

5) Kolon donatılarının seçilmesi

6) Kiriş donatılarının seçilmesi

The image shows the 'Shell Section Data' dialog box. The 'Section Name' is 'DÖSEME12'. The 'Type' is 'Shell - Thin'. The 'Thickness' is 'Membrane: 0.12' and 'Bending: 0.12'. The 'Material' is 'C30'. The 'Material Angle' is '0'. The 'Concrete Shell Section Design Parameters' and 'Stiffness Modifiers' sections are also visible.

7) Döşeme boyutlarının belirlenmesi

Ek 1'in devamı

Shell Section Data

Section Name: PERDE 30

Section Notes: Modify/Show...

Display Color:

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0.3

Bending: 0.3

Material:

Material Name: + C30

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...

Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel

8) Perde boyutlarının belirlenmesi

Concrete Shell Section Design Parameters

Section Name: DÖSEME12

Rebar Material:

Material: + S420

Rebar Layout Options:

- Default
- One Layer
- Two Layers

Cover to Centroid of Steel:

Top Bar - Direction 1:

Top Bar - Direction 2:

Bottom Bar - Direction 1:

Bottom Bar - Direction 2:

OK Cancel

9) Döşeme donatılarının seçilmesi

Concrete Shell Section Design Parameters

Section Name: PERDE 30

Rebar Material:

Material: + S420

Rebar Layout Options:

- Default
- One Layer
- Two Layers

Cover to Centroid of Steel:

Top Bar - Direction 1:

Top Bar - Direction 2:

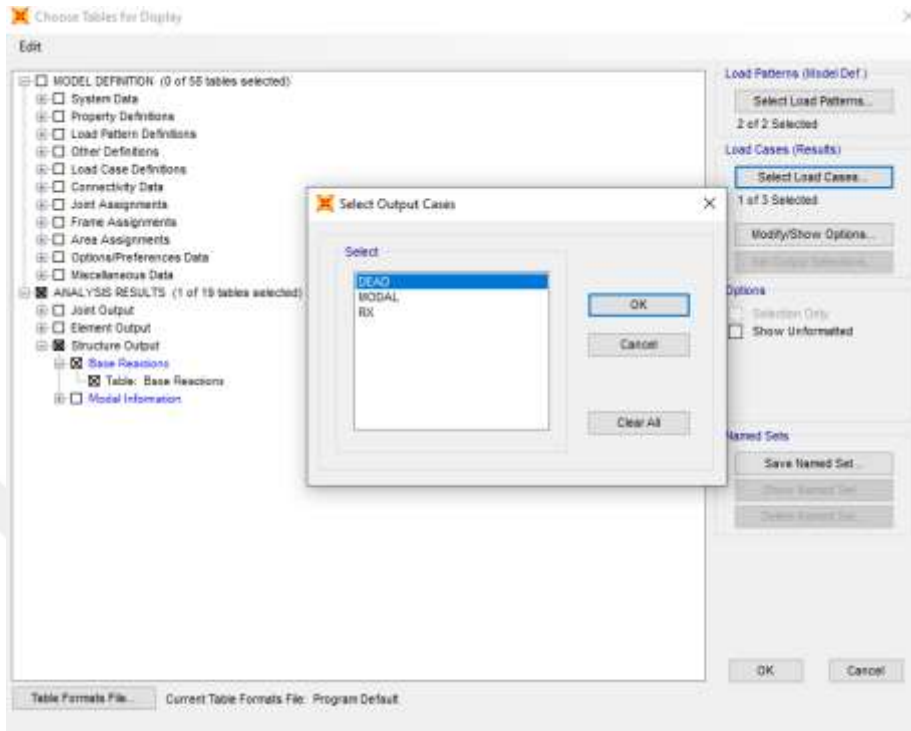
Bottom Bar - Direction 1:

Bottom Bar - Direction 2:

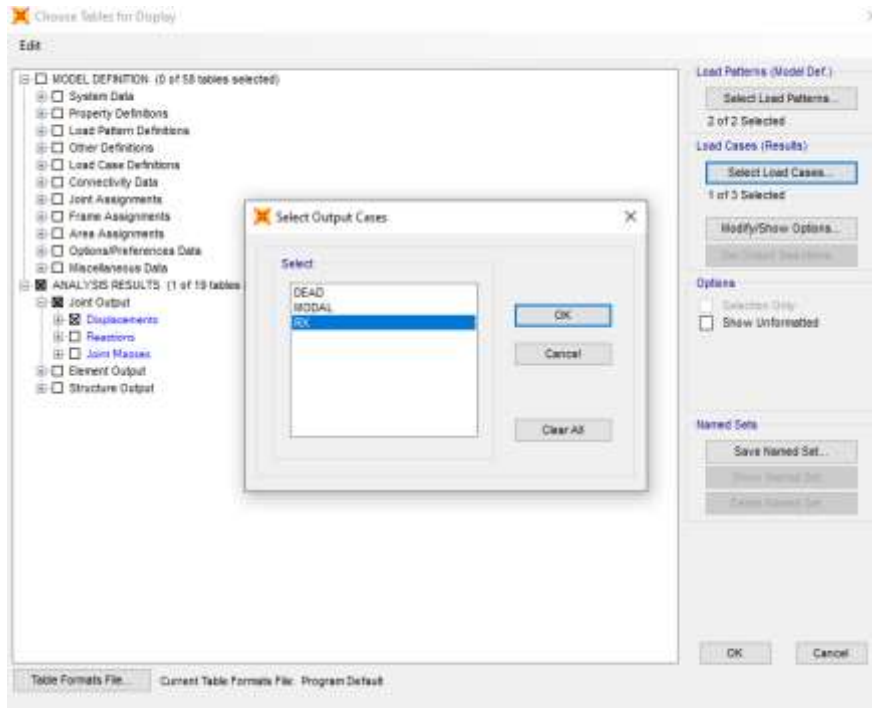
OK Cancel

10) Perde donatılarının seçilmesi

Ek 1'in devamı



11) Bina toplam ağırlığını veren yüklemenin seçilmesi



12) Yatay deplasmanları veren fiktif yüklemenin seçilmesi

Ek 1'in devamı

Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

	OutputCase	Case Type	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XC
1	DEAD	LinStatic	5.005E-13	5.173E-12	49983	2.574E-10	-2.183E-11	-7.581E-12	0	0	0	0

Record: 1 of 1

Add Tables... Done

13) Bina toplam ağırlığının bulunması

Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

	Joint Text	U1 m
1	1	0
2	2	5.7E-05
3	3	0
4	4	6.2E-05
5	5	0
6	6	6.6E-05
7	7	0
8	8	6E-05
9	9	0
10	10	5.2E-05
11	11	0
12	12	6.2E-05
13	13	0
14	14	7E-05
15	15	0
16	16	6.5E-05

Record: 1 of 16

Add Tables... Done

14) Yatay deplasmanların bulunması

Ek 2 Çalışmada Önerilen Bağıntılardaki Parametrelerin Hesabı

Betonarme çerçevesel ve perde-çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli binaların periyot hesabı için geliştirilen bağıntıda (E 2.1) kullanılan toplam yükseklik, toplam kütle ve rijitlik gibi yapı parametreleri tablo halinde derlenerek belirtilmiştir. Zemin kata ait rijitlik değerleri, MATLAB programı yardımıyla ilgili binaların her iki doğrultusu için hesaplanmış ve rijitliğin zayıf olduğu doğrultudaki değerler dikkate alınmıştır.

$$T_1 = \alpha \times H \cdot \text{Log}_{1.1} \left(\frac{K}{W} \right) \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \quad (\text{E 2.1})$$

$$k = 12 \times \frac{EI}{h^3} \quad (\text{E 2.2})$$

$$K = \sum_1^n k \quad (n = \text{kolon sayısı}) \quad (\text{E 2.3})$$

$$k = \frac{b \times h^3}{12} \quad (\text{E 2.4})$$

E 2.1 bağıntısında kullanılan parametrelerin hesabı

NO	H(m)	W(kN)	K(kN / m)	K / W	$H \times \text{Log}_{1.1} [a]$	$\sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	E 2.1
				a	b	c	b*c
1(1)	3	5348.42	7.5E+07	14004.1	300.51	0.002698	0.810758
2(2)	3	6216.8	5012000	806.203	210.65	0.0112446	2.368662
3(3)	3	6639.8	1.3E+08	20123.3	311.92	0.0022507	0.70203
4(4)	3	4095	2.4E+08	59352.9	345.96	0.0013105	0.453392
5(5)	3	4110	5931900	1443.28	228.98	0.0084041	1.924355
6(6)	3	5007.75	5909300	1180.03	222.64	0.0092943	2.069296
7(7)	3	5619.75	2E+08	35234.7	329.55	0.0017009	0.560532
8(8)	3	5206.5	3306700	635.11	203.14	0.012669	2.573584
9(9)	3	5659.5	2.2E+08	38846.2	332.62	0.0016199	0.538815
10(10)	3	10227.5	2.8E+08	27727.2	322.01	0.0019174	0.617415
11(1)	12	21393.7	8.6E+07	4001.18	1218.84	0.005047	6.152015

Ek 2'nin devamı

12(2)	12	24867.2	5012000	201.551	842.596	0.022489	18.94929
13(3)	12	26559.2	1.2E+08	4471.9	1232.8	0.0047744	5.88609
14(11)	12	14140	2302200	162.815	815.72	0.0250218	20.41091
15(12)	12	16302.4	2.8E+08	17191.9	1402.4	0.002435	3.414847
16(24)	12	26976.1	4539100	168.264	819.87	0.0246133	20.17971
17(25)	12	31751.2	3.9E+08	12381.9	1361.1	0.0028693	3.90527
18(26)	16	70222.4	6731800	95.864	998.71	0.032609	32.56708
19(27)	16	73258	4.3E+08	5880.18	1689.7	0.0041636	7.035456
20(28)	12	25056	3840000	153.257	808.11	0.02579	20.84131
21(1)	15	26742.1	6.4E+07	2400.71	1225	0.0065162	7.98222
22(2)	15	31084	3759000	120.93	754.68	0.0290334	21.91078
23(3)	15	33199	8.9E+07	2683.09	1242.5	0.0061638	7.658375
24(4)	15	20475	1.5E+08	7122.34	1396.1	0.0037832	5.281754
25(5)	15	20550	3235600	157.45	796.21	0.0254445	20.25909
26(6)	15	25038.8	2954700	118.005	750.82	0.0293911	22.06743
27(7)	15	28098.8	1.7E+08	6040.48	1370.2	0.004108	5.628754
28(8)	15	26032.5	2480000	95.2655	717.13	0.0327113	23.45832
29(9)	15	28297.5	1.5E+08	5179.61	1346	0.0044363	5.971195
30(10)	15	51137.5	1.7E+08	3327.3	1276.3	0.005535	7.064602
31(11)	15	17675	1726700	97.6917	721.09	0.0323025	23.29305
32(12)	15	20378	2.1E+08	10315	1454.4	0.0031436	4.572121
33(13)	15	18900	3282200	173.661	811.63	0.0242278	19.66401
34(14)	15	21907.5	1.9E+08	8600.71	1425.8	0.0034427	4.90862
35(15)	15	15210	7.3E+07	4804.73	1334.2	0.0046061	6.145303
36(16)	15	22167	1944000	87.6981	704.11	0.0340934	24.00538
37(17)	15	131890	2.1E+08	1591.33	1160.3	0.0080036	9.286277
38(18)	15	21787.5	6912000	317.246	906.46	0.0179253	16.24866
39(19)	15	23842.5	1.7E+08	7136.42	1396.4	0.0037794	5.277718
40(20)	15	25378	5376000	211.837	842.9	0.0219364	18.49023
41(21)	15	30663	8.8E+07	2864.56	1252.8	0.0059654	7.473273
42(22)	15	30180	3024000	100.199	725.08	0.0318959	23.12699
43(23)	15	33232.5	4.6E+08	13808.5	1500.3	0.002717	4.076392
44(24)	15	33831.5	3404300	100.625	725.75	0.0318282	23.0992
45(25)	15	39689	2.9E+08	7429.26	1402.8	0.0037042	5.196099
46(26)	20	87778	5048800	57.5178	850.3	0.0420983	35.79601
47(27)	20	91572.5	3.2E+08	3528.13	1714.1	0.0053752	9.213557
48(28)	15	31320	2880000	91.954	711.56	0.0332951	23.6916
49(29)	15	33990	1.7E+08	4984.7	1340	0.0045222	6.059518
50(30)	15	16012.5	990000	61.8267	649.09	0.0406048	26.35624

Ek 2'nin devamı

51(16)	15	22167	1296000	58.4654	640.29	0.0417557	26.73593
52(17)	15	131890	1.4E+08	1060.89	1096.5	0.0098024	10.74781
53(18)	15	21787.5	4608000	211.497	842.65	0.021954	18.49952
54(19)	15	23842.5	1.1E+08	4757.47	1332.6	0.0046289	6.168551
55(20)	15	25378	3584000	141.225	779.09	0.0268664	20.9314
56(21)	15	30663	5.9E+07	1909.7	1189	0.0073061	8.686655
57(22)	15	30180	2016000	66.7992	661.27	0.0390643	25.83188
58(23)	15	33232.5	3.1E+08	9205.75	1436.5	0.0033276	4.780174
59(24)	15	33831.5	2269600	67.0855	661.94	0.0389808	25.80293
60(25)	15	39689	2E+08	4952.76	1338.9	0.0045367	6.074438
61(26)	20	87778	3365900	38.3456	765.22	0.0515594	39.45402
62(27)	20	91572.5	2.2E+08	2352.13	1629	0.0065832	10.72407
63(28)	15	31320	1920000	61.3027	647.75	0.040778	26.41402
64(29)	15	33990	1.1E+08	3323.04	1276.1	0.0055386	7.068018
65(30)	15	16012.5	660000	41.2178	585.28	0.0497305	29.10624
66(1)	30	53484.2	1.3E+08	2400.71	2450	0.0065162	15.96444
67(2)	30	62168	7518000	120.93	1509.4	0.0290334	43.82156
68(3)	30	66398	1.8E+08	2683.06	2485	0.0061638	15.31681
69(4)	30	40950	2.9E+08	7122.34	2792.2	0.0037832	10.56351
70(5)	30	41100	6471100	157.448	1592.4	0.0254447	40.51837
71(6)	30	50077.5	5909300	118.003	1501.6	0.0293913	44.13507
72(7)	30	56197.5	3.4E+08	6040.3	2740.4	0.0041081	11.25764
73(8)	30	52065	4960000	95.2655	1434.3	0.0327113	46.91665
74(9)	30	56595	2.9E+08	5179.61	2692	0.0044363	11.94239
75(10)	30	102275	3.4E+08	3327.21	2552.7	0.0055351	14.12936
76(11)	30	35350	3453300	97.6888	1442.2	0.032303	46.58648
77(12)	30	40756	4.2E+08	10315	2908.8	0.0031436	9.144242
78(13)	30	37800	6564400	173.661	1623.3	0.0242278	39.32801
79(14)	30	43815	3.8E+08	8600.94	2851.6	0.0034426	9.817138
80(15)	30	30420	1.5E+08	4804.73	2668.3	0.0046061	12.29061
81(1)	30	53484.2	6.4E+07	1200.35	2231.8	0.0092153	20.56656
82(2)	30	62168	3759000	60.4652	1291.17	0.041059	53.01486
83(3)	30	66398	8.9E+07	1341.55	2266.78	0.008717	19.75933
84(4)	30	40950	1.5E+08	3561.17	2574.07	0.00535	13.77177
85(5)	30	41100	3235600	78.7251	1374.24	0.035984	49.45052
86(6)	30	50077.5	2954700	59.0025	1283.47	0.041565	53.34757
87(7)	30	56197.5	1.7E+08	3020.24	2522.21	0.00581	14.65301
88(8)	30	52065	2480000	47.6328	1216.09	0.046261	56.25716
89(9)	30	56595	1.5E+08	2589.8	2473.82	0.006274	15.52029

Ek 2'nin devamı

90(10)	30	102275	1.7E+08	1663.65	2334.52	0.007828	18.27389
91(11)	30	35350	1726700	48.8458	1224	0.045683	55.91582
92(12)	30	40756	2.1E+08	5157.52	2690.65	0.004446	11.96195
93(13)	30	37800	3282200	86.8307	1405.08	0.034263	48.14278
94(14)	30	43815	1.9E+08	4300.35	2633.44	0.004869	12.82144
95(15)	30	30420	7.3E+07	2402.37	2450.17	0.006514	15.96035
96(16)	30	44333.9	1944000	43.8491	1190.04	0.048215	57.37803
97(17)	30	263779	2.1E+08	795.666	2102.35	0.011319	23.79607
98(18)	30	43575	6912000	158.623	1594.75	0.02535	40.42732
99(19)	30	47685	1.7E+08	3568.21	2574.69	0.005345	13.76151
100(20)	30	50756	5376000	105.919	1467.63	0.031023	45.52985
101(21)	30	49983	8.8E+07	1757.32	2351.76	0.007616	17.91153
102(22)	30	60360	3024000	50.0994	1231.98	0.045108	55.57161
103(23)	30	66465	4.6E+08	6904.24	2782.46	0.003842	10.69145
104(24)	30	67662.9	3404300	50.3127	1233.32	0.045012	55.5139
105(25)	30	79378	2.9E+08	3714.63	2587.35	0.005239	13.55387
106(26)	40	175556	5048800	28.7589	1409.69	0.059536	83.92729
107(27)	40	183145	3.2E+08	1764.07	3137.28	0.007602	23.84854
108(28)	30	62640	2880000	45.977	1204.95	0.047086	56.73683
109(29)	30	67980	1.7E+08	2492.35	2461.75	0.006395	15.7436
110(30)	30	32025	990000	30.9133	1080.01	0.057424	62.01817
111(10)	45	153413	2E+08	1293.9	3383.1	0.008876	30.02826
112(11)	45	53025	2302200	43.4173	1780.4	0.0484545	86.26758
113(12)	45	61134	3.2E+08	5157.52	4036	0.0044457	17.94293
114(13)	45	56700	5470400	96.4797	2157.4	0.0325048	70.1251
115(14)	45	65722.5	3.5E+08	5256.04	4044.9	0.0044039	17.81332
116(15)	45	45630	1.5E+08	3203.16	3811.1	0.0056413	21.49933
117(16)	45	66500.9	2268000	34.1048	1666.4	0.0546711	91.10379
118(17)	45	395669	2.8E+08	707.259	3097.9	0.0120054	37.19168
119(18)	45	65362.5	1E+07	158.623	2392.1	0.0253503	60.64098
120(19)	45	73185.8	2.8E+08	3874.8	3901	0.0051291	20.0084
121(1)	57	101620	7.5E+07	737.06	5709.6	0.0117602	67.14622
122(2)	57	118119	5012000	42.4317	4002.3	0.049014	196.1704
123(3)	57	126156	1.3E+08	1059.12	5926.4	0.0098105	58.14148
124(4)	57	77805	2.4E+08	3123.84	6573.3	0.0057124	37.54951
125(5)	57	78090	5931900	75.9624	4350.6	0.0366325	159.3733
126(6)	57	95147.3	5909300	62.1069	4230.2	0.0405131	171.3772
127(7)	57	106775	2E+08	1854.46	6261.4	0.0074141	46.42272
128(8)	57	98923.5	3306700	33.4268	3859.7	0.0552227	213.1419

Ek 2'nin devamı

129(9)	57	107531	2.2E+08	2044.54	6319.8	0.007061	44.62419
130(10)	57	194323	2.8E+08	1459.33	6118.1	0.0083577	51.13375
131(1)	60	106968	7.5E+07	700.207	6010.1	0.0120657	72.51638
132(2)	60	124336	5012000	40.3101	4213	0.0502873	211.8596
133(3)	60	132796	1.3E+08	1006.16	6238.3	0.0100654	62.79148
134(4)	60	81900	2.4E+08	2967.64	6919.3	0.0058608	40.55262
135(5)	60	82200	5931900	72.1642	4579.6	0.0375841	172.1195
136(6)	60	100155	5909300	59.0015	4452.8	0.0415656	185.0834
137(7)	60	112395	2E+08	1761.73	6591	0.0076067	50.13548
138(8)	60	104130	3306700	31.7555	4062.8	0.0566573	230.1884
139(9)	60	113190	2.2E+08	1942.31	6652.4	0.0072445	48.19311
140(10)	60	204550	2.8E+08	1386.36	6440.1	0.0085749	55.22328
141(18)	75	108938	6912000	63.4492	3265.8	0.0400823	130.9024
142(19)	75	119213	1.7E+08	1427.28	5715.7	0.008451	48.30366
143(22)	75	150900	3024000	20.0398	2358.9	0.0713213	168.2411
144(23)	75	166163	4.6E+08	2761.69	6235.1	0.0060754	37.88107
145(24)	75	169157	3404300	20.1251	2362.3	0.07117	168.122
146(25)	75	198445	2.9E+08	1485.85	5747.3	0.0082828	47.60419
147(26)	100	438890	5048800	11.5036	2562.9	0.0941346	241.2529
148(27)	100	457863	3.2E+08	705.627	6881.8	0.0120193	82.71458
149(28)	75	156600	2880000	18.3908	2291.3	0.0744501	170.591
150(29)	75	169950	1.7E+08	996.94	5433.3	0.0101119	54.94107
151(30)	75	80062.5	990000	12.3653	1979	0.0907951	179.6821
152(10)	90	306825	2E+08	646.949	6111.7	0.0125525	76.71676
153(11)	90	106050	2302200	21.7086	2906.2	0.068525	199.1499
154(12)	90	122268	3.2E+08	2578.76	7417.4	0.0062872	46.6351
155(13)	90	113400	5470400	48.2399	3660.2	0.0459687	168.2559
156(14)	90	131445	3.5E+08	2628.02	7435.3	0.006228	46.30726
157(15)	90	91260	1.5E+08	1601.58	6967.6	0.007978	55.5875
158(16)	90	133002	2268000	17.0524	2678.3	0.0773166	207.0745
159(17)	90	791337	2.8E+08	353.629	5541.3	0.0169782	94.08126
160(18)	90	130275	1E+07	79.5855	4133	0.0357889	147.9148
161(19)	90	143055	2.8E+08	1982.31	7169	0.007171	51.40908
162(1)	105	187195	7.5E+07	400.118	10518	0.0159614	167.8778
163(2)	105	217588	5012000	23.0344	7372.7	0.0665239	490.4617
164(3)	105	232393	1.3E+08	574.951	10917	0.0133153	145.3643
165(5)	105	143850	5392600	37.4877	7909.3	0.052146	412.4365
166(24)	105	236820	6241300	26.3546	7521.1	0.0621924	467.753
167(25)	105	277823	5.9E+08	2122.61	12356	0.0069299	85.62654

Ek 2'nin devamı

168(26)	140	614446	5890300	9.58636	8542.6	0.103119	880.904
169(27)	140	641008	4.3E+08	672.02	14785	0.0123161	182.0976
170(28)	105	219240	4320000	19.7044	7200.7	0.0719256	517.9148
171(29)	105	237930	2.8E+08	1186.82	11716	0.0092677	108.5764
172(1)	120	213937	7.5E+07	350.103	12020	0.0170635	205.1073
173(2)	120	248672	5012000	20.1551	8426	0.071117	599.2293
174(3)	120	265592	1.3E+08	503.082	12477	0.0142346	177.6011
175(5)	120	164400	5392600	32.8017	9039.2	0.0557465	503.9007
176(24)	120	270652	6241300	23.0603	8595.5	0.0664865	571.4846
177(25)	120	317512	5.9E+08	1857.29	14121	0.0074084	104.6156
178(26)	160	702224	5890300	8.38806	9763	0.1102388	1076.258
179(27)	160	732580	4.3E+08	588.018	16897	0.0131665	222.4806
180(28)	120	250560	4320000	17.2414	8229.4	0.0768917	632.7705
181(29)	120	271920	2.8E+08	1038.47	13389	0.0099076	132.6549

Betonarme perdeli binaların doğal periyot hesabı için geliştirilen bağıntıda (E 2.5) kullanılan toplam yükseklik, toplam kat sayısı, toplam kütle ve rijitlik gibi bina parametreleri tablo halinde derlenerek gösterilmiştir.

$$T_1 = \delta \times \text{Log}_{1.1} \left[\left(\frac{K}{W} \right) \times H^{N+5} \right] \times \sqrt{\frac{W}{K \times g}} \quad (\text{E 2.5})$$

E 2.5 bağıntısında kullanılan parametrelerin hesabı

No	H (m)	W (kN)	K (kN / m)	K / W	Log _{1.1} [a × H ^{N+5}]	$\sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	FORMÜL
				a	b	c	b*c
1(1)	3	3487.5	3E+08	96223.7	189.551	0.00103	0.1951
2(1)	3	3487.5	2E+08	64149.1	185.296	0.00126	0.23358
3(1)	3	3487.5	3E+08	80186.4	187.638	0.00113	0.21156
4(1)	3	3487.5	4E+08	112261	191.168	0.00095	0.18217
5(1)	3	3487.5	4E+08	128298	192.569	0.00089	0.17165
6(1)	3	3487.5	5E+08	144337	193.805	0.00084	0.16287
7(1)	3	3487.5	6E+08	160376	194.91	0.0008	0.15539
8(1)	3	3487.5	6E+08	176413	195.91	0.00076	0.14892
9(1)	3	3487.5	7E+08	192450	196.823	0.00073	0.14325

Ek 2'nin devamı

10(1)	15	17437.5	3E+08	19244.7	387.634	0.0023	0.89214
11(1)	15	17437.5	3E+08	16037.3	385.721	0.00252	0.97246
12(1)	15	17437.5	2E+08	12829.8	383.38	0.00282	1.08065
13(1)	15	17437.5	4E+08	22452.2	389.252	0.00213	0.8294
14(1)	15	17437.5	4E+08	25659.6	390.653	0.00199	0.77863
15(1)	15	17437.5	5E+08	28867.4	391.889	0.00188	0.73642
16(1)	15	17437.5	6E+08	32075.1	392.994	0.00178	0.7006
17(1)	15	17437.5	6E+08	35282.6	393.994	0.0017	0.66969
18(1)	15	17437.5	7E+08	38490	394.907	0.00163	0.64267
19(1)	30	34875	3E+08	9622.37	631.515	0.00325	2.05546
20(1)	30	34875	3E+08	8018.64	629.602	0.00357	2.24482
21(1)	30	34875	4E+08	11226.1	633.132	0.00301	1.90786
22(1)	30	34875	4E+08	12829.8	634.533	0.00282	1.78859
23(1)	30	34875	5E+08	14433.7	635.769	0.00266	1.68957
24(1)	30	34875	6E+08	16037.6	636.875	0.00252	1.60565
25(1)	30	34875	6E+08	17641.3	637.875	0.0024	1.53333
26(1)	30	34875	7E+08	19245	638.788	0.0023	1.47015
27(1)	45	52312.5	3E+08	6414.91	890.772	0.00399	3.55089
28(1)	45	52312.5	4E+08	7484.06	892.389	0.00369	3.29345
29(1)	45	52312.5	2E+08	4276.61	886.518	0.00488	4.32816
30(1)	45	52312.5	4E+08	8553.21	893.79	0.00345	3.08558
31(1)	45	52312.5	5E+08	9622.46	895.026	0.00325	2.91312
32(1)	45	52312.5	6E+08	10691.7	896.132	0.00309	2.76703
33(1)	45	52312.5	6E+08	11760.9	897.132	0.00294	2.64121
34(1)	45	52312.5	7E+08	12830	898.045	0.00282	2.53134
35(2)	57	66262.5	3E+08	4052.78	1105.24	0.00502	5.543
36(2)	57	66262.5	3E+08	4863.34	1107.15	0.00458	5.0688
37(2)	57	66262.5	4E+08	5673.89	1108.77	0.00424	4.69965
38(2)	57	66262.5	4E+08	6484.45	1110.17	0.00396	4.40167
39(2)	57	66262.5	5E+08	7295.08	1111.4	0.00374	4.15454
40(2)	57	66262.5	5E+08	8105.71	1112.51	0.00355	3.94525
41(2)	57	66262.5	6E+08	8916.27	1113.51	0.00338	3.76503
42(2)	57	66262.5	6E+08	9726.82	1114.42	0.00324	3.6077
43(1)	60	69750	2E+08	3207.46	1158.66	0.00564	6.53191
44(1)	60	69750	3E+08	4009.32	1161	0.00504	5.85412
45(1)	60	69750	3E+08	4811.18	1162.91	0.0046	5.35286
46(1)	60	69750	4E+08	5613.05	1164.53	0.00426	4.96268
47(1)	60	69750	4E+08	6414.91	1165.93	0.00399	4.64775
48(1)	60	69750	5E+08	7216.85	1167.17	0.00376	4.38656

Ek 2'nin devamı

49(1)	60	69750	6E+08	8018.78	1168.27	0.00357	4.16538
50(1)	60	69750	6E+08	8820.65	1169.27	0.0034	3.97494
51(1)	60	69750	7E+08	9622.51	1170.18	0.00325	3.80869
52(2)	75	186563	8E+08	4483.63	1447.2	0.00477	6.90047
53(2)	75	186563	1E+09	5380.5	1449.11	0.00435	6.30748
54(2)	75	186563	1E+09	6277.17	1450.73	0.00403	5.84615
55(2)	75	186563	1E+09	7173.83	1452.13	0.00377	5.47388
56(2)	75	186563	2E+09	8070.5	1453.37	0.00355	5.16524
57(2)	75	186563	2E+09	8967.16	1454.47	0.00337	4.90392
58(2)	75	186563	2E+09	9863.83	1455.47	0.00321	4.67893
59(2)	75	186563	2E+09	10760.5	1456.38	0.00308	4.48255
60(2)	90	223875	8E+08	3736.36	1738.74	0.00522	9.08186
61(2)	90	223875	1E+09	4483.75	1740.65	0.00477	8.29958
62(2)	90	223875	1E+09	5230.97	1742.27	0.00441	7.69111
63(2)	90	223875	1E+09	5978.19	1743.67	0.00413	7.20019
64(2)	90	223875	2E+09	6725.41	1744.9	0.00389	6.79324
65(2)	90	223875	2E+09	7472.63	1746.01	0.00369	6.44874
66(2)	90	223875	2E+09	8219.85	1747.01	0.00352	6.15217
67(2)	90	223875	2E+09	8967.08	1747.92	0.00337	5.89334
68(2)	105	261188	7E+08	2562.05	2035.53	0.00631	12.8396
69(2)	105	261189	8E+08	3202.58	2037.87	0.00564	11.4972
70(2)	105	261190	1E+09	3843.19	2039.79	0.00515	10.5052
71(2)	105	261191	1E+09	4483.64	2041.4	0.00477	9.73373
72(2)	105	261192	1E+09	5124.09	2042.81	0.00446	9.11138
73(2)	105	261193	2E+09	5764.53	2044.04	0.00421	8.59554
74(2)	105	261194	2E+09	6404.97	2045.15	0.00399	8.1589
75(2)	105	261195	2E+09	7045.4	2046.15	0.0038	7.78304
76(2)	105	261196	2E+09	7685.83	2047.06	0.00364	7.45505
77(2)	120	298509	1E+09	3362.71	2345.58	0.00551	12.9143
78(2)	120	298509	1E+09	3923.11	2347.2	0.0051	11.9646
79(2)	120	298509	1E+09	4483.51	2348.6	0.00477	11.1986
80(2)	120	298509	2E+09	5043.91	2349.83	0.0045	10.5638
81(2)	120	298509	2E+09	5604.3	2350.94	0.00426	10.0264
82(2)	120	298509	2E+09	6164.7	2351.94	0.00407	9.56391
83(2)	120	298509	2E+09	6725.1	2352.85	0.00389	9.16032

Ek 2'nin devamı

Betonarme çerçevesel ve perde-çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli binaların periyot hesabı için geliştirilen bağıntının (E 2.1) uygulandığı yüksek binaların, toplam yükseklik, kütle ve rijitlik parametreleri tablo halinde derlenerek belirtilmiştir. Bina zemin kat rijitlik değerleri MATLAB programı yardımıyla, ilgili binaların her iki doğrultusu için hesaplanmış ve rijitliğin zayıf olduğu doğrultudaki değerler dikkate alınmıştır.

E 2.1'in uygulandığı yüksek binaların yapısal parametreleri

NO	$H(m)$	$W(kN)$	$K(kN / m)$	K / W	$H \times \text{Log}_{1.1}[a]$	$\sqrt{\frac{W}{K \times g}}$	E 2.1
				a	b	c	b*c
1	180	3.71E+10	1023480	36201.978	19824.078	0.00168	33.265369
2	180	4.17E+10	1023480	40727.713	20046.542	0.00158	31.714652
3	180	4.63E+10	1023480	45252.472	20245.5	0.0015	30.385952
4	180	5.09E+10	1023480	49778.208	20425.519	0.00143	29.229337
5	180	5.56E+10	1023480	54302.966	20589.827	0.00137	28.210217
6	195	3.71E+10	1108770	33417.21	21312.321	0.00175	37.222981
7	195	4.17E+10	1108770	37594.812	21553.324	0.00165	35.4908
8	195	4.63E+10	1108770	41771.513	21768.862	0.00156	34.006436
9	195	5.09E+10	1108770	45949.115	21963.882	0.00149	32.714179
10	195	5.56E+10	1108770	50125.815	22141.883	0.00143	31.575433
11	210	3.71E+10	1194060	31030.266	22788.446	0.00181	41.303556
12	210	4.17E+10	1194060	34909.469	23047.987	0.00171	39.38464
13	210	4.63E+10	1194060	38787.833	23280.105	0.00162	37.740068
14	210	5.09E+10	1194060	42667.035	23490.127	0.00155	36.308192
15	210	5.56E+10	1194060	46545.4	23681.82	0.00148	35.046301
16	225	3.71E+10	1279350	28961.582	24253.319	0.00188	45.501482
17	225	4.17E+10	1279350	32582.171	24531.4	0.00177	43.390816
18	225	4.63E+10	1279350	36201.978	24780.097	0.00168	41.581711
19	225	5.09E+10	1279350	39822.566	25005.12	0.0016	40.006433
20	225	5.56E+10	1279350	43442.373	25210.506	0.00153	38.618046
21	240	3.71E+10	1364640	27151.483	25707.693	0.00194	49.811753
22	240	4.17E+10	1364640	30545.785	26004.312	0.00183	47.504552
23	240	4.63E+10	1364640	33939.354	26269.59	0.00173	45.526787
24	240	5.09E+10	1364640	37333.656	26509.614	0.00165	43.804492
25	240	5.56E+10	1364640	40727.225	26728.693	0.00158	42.286409

Ek 3. Perdeli binalara ait C_t katsayılarının hesabı

TBDY 2018’de perdeli binaların hakim doğal titreşim periyodunun hesabı için önerilen ampirik formülde gerekli olan C_t ve A_t katsayılarının, E 3.1 ve E 3.2 bağıntılarına göre hesabı aşağıdaki ifadelerde belirtilmiştir.

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{A_t}} \leq 0.07 \quad (\text{E 3.1})$$

$$A_t = \sum_j A_{wj} \times \left[0.2 + \left(\frac{l_{wj}}{H_N} \right)^2 \right] \leq \sum_j A_{wj} \quad (\text{E 3.2})$$

1 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{3} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{3} \right)^2 \right] = 40.4583 \geq \sum_j A_{wj} = 34.5$$

1 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{34.5}} = 0.01703 \leq 0.07$$

5 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{15} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{15} \right)^2 \right] = 8.2423 \leq \sum_j A_{wj} = 34.5$$

5 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{8.24}} = 0.03483 \leq 0.07$$

10 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{30} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{30} \right)^2 \right] = 7.2356 \leq \sum_j A_{wj} = 34.5$$

10 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{7.24}} = 0.03718 \leq 0.07$$

Ek 3'ün devamı

15 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{45} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{45} \right)^2 \right] = 7.0491 \leq \sum_j A_{wj} = 34.5$$

15 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{7.05}} = 0.03766 \leq 0.07$$

20 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 24 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{57} \right)^2 \right] + 25 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{57} \right)^2 \right] = 14.9780 \leq \sum_j A_{wj} = 73.5$$

20 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{14.98}} = 0.02584 \leq 0.07$$

19 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{60} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{60} \right)^2 \right] = 6.9839 \leq \sum_j A_{wj} = 34.5$$

19 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{6.98}} = 0.03784 \leq 0.07$$

25 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 24 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{75} \right)^2 \right] + 25 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{75} \right)^2 \right] = 14.8606 \leq \sum_j A_{wj} = 73.5$$

25 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{14.86}} = 0.02594 \leq 0.07$$

30 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{90} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{90} \right)^2 \right] = 14.8115 \leq \sum_j A_{wj} = 73.5$$

30 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{14.81}} = 0.02598 \leq 0.07$$

Ek 3'ün devamı

35 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{105} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{105} \right)^2 \right] = 14.7819 \leq \sum_j A_{wj} = 73.5$$

35 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{14.78}} = 0.02601 \leq 0.07$$

40 Katlı (No: 1) binanın eşdeğer kesme alanı hesabı:

$$A_t = 8 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{5}{120} \right)^2 \right] + 15 \times 5 \times 0.3 \times \left[0.2 + \left(\frac{0.3}{120} \right)^2 \right] = 14.7627 \leq \sum_j A_{wj} = 73.5$$

40 Katlı (No: 1) binanın C_t katsayısı hesabı:

$$C_t = \frac{0.1}{\sqrt{14.76}} = 0.02603 \leq 0.07$$

Ek 4. Rayleigh Formülü'nün Uygulanması

Betonarme çerçeve ve perde-çerçeve karma tip taşıyıcı sistemli binalara Rayleigh Formülü'nün (E 4.1) uygulanma adımları ve bulunan periyot değerleri tablo halinde derlenerek gösterilmiştir.

$$T_p^{(x)} = 2 \times \pi \times \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^{(x)2})}{\sum_{i=1}^N (F_i^{(x)} \times d_{fi}^{(x)})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{E 4.1})$$

Rayleigh Formülü'nün seçilen çerçeve ve karma tip bina modellerine uygulanması

10 KATLI BİNALAR C30										
BİNA NO: 81 (1)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
10	30	534.84	16045.26	100	18.182	1	1.818	7E-05	2.3E-06	0.0001
9	27	534.84	14440.73	100	16.364	2	3.636	0.0003	3.7E-05	0.001
8	24	534.84	12836.21	100	14.545	3	5.455	0.0005	0.00015	0.0029
7	21	534.84	11231.68	100	12.727	4	7.273	0.0008	0.00038	0.0061
6	18	534.84	9627.156	100	10.909	5	9.091	0.0012	0.00074	0.0107
5	15	534.84	8022.63	100	9.0909	6	10.91	0.0015	0.00122	0.0165
4	12	534.84	6418.104	100	7.2727	7	12.73	0.0018	0.00182	0.0235
3	9	534.84	4813.578	100	5.4545	8	14.55	0.0022	0.00251	0.0315
2	6	534.84	3209.052	100	3.6364	9	16.36	0.0025	0.00328	0.0405
1	3	534.84	1604.526	100	1.8182	10	18.18	0.0028	0.00417	0.0508
TOPLAM		5348.4	88248.93						0.01431	0.1836
$T_p^{(x)} = 1.753606816$										
BİNA NO: 82 (2)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
10	30	621.68	18650.4	100	18.182	1	1.818	0.0006	0.00021	0.0011
9	27	621.68	16785.36	100	16.364	2	3.636	0.0015	0.00146	0.0056
8	24	621.68	14920.32	100	14.545	3	5.455	0.0025	0.00392	0.0137
7	21	621.68	13055.28	100	12.727	4	7.273	0.0034	0.0074	0.0251
6	18	621.68	11190.24	100	10.909	5	9.091	0.0043	0.01161	0.0393
5	15	621.68	9325.2	100	9.0909	6	10.91	0.0051	0.0162	0.0557
4	12	621.68	7460.16	100	7.2727	7	12.73	0.0058	0.02075	0.0735
3	9	621.68	5595.12	100	5.4545	8	14.55	0.0063	0.02487	0.092
2	6	621.68	3730.08	100	3.6364	9	16.36	0.0067	0.02811	0.11

Ek 4'ün devamı

1	3	621.68	1865.04	100	1.8182	10	18.18	0.007	0.03037	0.1271
TOPLAM		6216.8	102577.2						0.14489	0.543
$T_p^{(x)} = 3.243929967$										
BİNA NO: 83 (3)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	663.98	19919.4	100	18.182	1	1.818	9E-05	4.8E-06	0.0002
9	27	663.98	17927.46	100	16.364	2	3.636	0.0003	7.1E-05	0.0012
8	24	663.98	15935.52	100	14.545	3	5.455	0.0006	0.00028	0.0035
7	21	663.98	13943.58	100	12.727	4	7.273	0.001	0.00067	0.0073
6	18	663.98	11951.64	100	10.909	5	9.091	0.0014	0.00125	0.0125
5	15	663.98	9959.7	100	9.0909	6	10.91	0.0017	0.00198	0.0189
4	12	663.98	7967.76	100	7.2727	7	12.73	0.0021	0.00281	0.0262
3	9	663.98	5975.82	100	5.4545	8	14.55	0.0024	0.00369	0.0343
2	6	663.98	3983.88	100	3.6364	9	16.36	0.0026	0.00459	0.043
1	3	663.98	1991.94	100	1.8182	10	18.18	0.0029	0.00555	0.0526
TOPLAM		6639.8	109556.7						0.0209	0.1996
$T_p^{(x)} = 2.032351994$										
BİNA NO: 84 (4)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	409.5	12285	100	18.182	1	1.818	0.0001	4.7E-06	0.0002
9	27	409.5	11056.5	100	16.364	2	3.636	0.0004	5.5E-05	0.0013
8	24	409.5	9828	100	14.545	3	5.455	0.0007	0.00021	0.0039
7	21	409.5	8599.5	100	12.727	4	7.273	0.0011	0.00053	0.0083
6	18	409.5	7371	100	10.909	5	9.091	0.0016	0.00103	0.0144
5	15	409.5	6142.5	100	9.0909	6	10.91	0.002	0.0017	0.0223
4	12	409.5	4914	100	7.2727	7	12.73	0.0025	0.00255	0.0317
3	9	409.5	3685.5	100	5.4545	8	14.55	0.0029	0.00351	0.0426
2	6	409.5	2457	100	3.6364	9	16.36	0.0033	0.00458	0.0547
1	3	409.5	1228.5	100	1.8182	10	18.18	0.0037	0.0057	0.0678
TOPLAM		4095	67567.5						0.01986	0.2472
$T_p^{(x)} = 1.780090727$										
BİNA NO: 85 (5)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	411	12330	100	18.182	1	1.818	0.0008	0.00024	0.0014
9	27	411	11097	100	16.364	2	3.636	0.0021	0.00185	0.0077
8	24	411	9864	100	14.545	3	5.455	0.0036	0.00526	0.0195
7	21	411	8631	100	12.727	4	7.273	0.005	0.01026	0.0363
6	18	411	7398	100	10.909	5	9.091	0.0063	0.01639	0.0574
5	15	411	6165	100	9.0909	6	10.91	0.0075	0.02308	0.0818
4	12	411	4932	100	7.2727	7	12.73	0.0085	0.02974	0.1083

Ek 4'ün devamı

3	9	411	3699	100	5.4545	8	14.55	0.0093	0.03572	0.1356
2	6	411	2466	100	3.6364	9	16.36	0.0099	0.04041	0.1623
1	3	411	1233	100	1.8182	10	18.18	0.0103	0.04359	0.1873
TOPLAM		4110	67815						0.20655	0.7975
$T_p^{(x)} = 3.195983128$										
BİNA NO: 86 (6)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	500.78	15023.25	100	18.182	1	1.818	0.0008	0.0003	0.0014
9	27	500.78	13520.93	100	16.364	2	3.636	0.002	0.00196	0.0072
8	24	500.78	12018.6	100	14.545	3	5.455	0.0032	0.00516	0.0175
7	21	500.78	10516.28	100	12.727	4	7.273	0.0044	0.00963	0.0319
6	18	500.78	9013.95	100	10.909	5	9.091	0.0055	0.01498	0.0497
5	15	500.78	7511.625	100	9.0909	6	10.91	0.0064	0.02078	0.0703
4	12	500.78	6009.3	100	7.2727	7	12.73	0.0073	0.02647	0.0925
3	9	500.78	4506.975	100	5.4545	8	14.55	0.0079	0.03155	0.1154
2	6	500.78	3004.65	100	3.6364	9	16.36	0.0084	0.03544	0.1377
1	3	500.78	1502.325	100	1.8182	10	18.18	0.0087	0.03796	0.1583
TOPLAM		5007.8	82627.88						0.18422	0.6819
$T_p^{(x)} = 3.264075183$										
BİNA NO: 87 (7)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	561.98	16859.25	100	18.182	1	1.818	7E-05	2.8E-06	0.0001
9	27	561.98	15173.33	100	16.364	2	3.636	0.0003	3.8E-05	0.0009
8	24	561.98	13487.4	100	14.545	3	5.455	0.0005	0.00015	0.0028
7	21	561.98	11801.48	100	12.727	4	7.273	0.0008	0.00038	0.0059
6	18	561.98	10115.55	100	10.909	5	9.091	0.0011	0.00073	0.0104
5	15	561.98	8429.625	100	9.0909	6	10.91	0.0015	0.0012	0.016
4	12	561.98	6743.7	100	7.2727	7	12.73	0.0018	0.00178	0.0227
3	9	561.98	5057.775	100	5.4545	8	14.55	0.0021	0.00244	0.0303
2	6	561.98	3371.85	100	3.6364	9	16.36	0.0024	0.00315	0.0387
1	3	561.98	1685.925	100	1.8182	10	18.18	0.0026	0.00392	0.048
TOPLAM		5619.8	92725.88						0.01379	0.1759
$T_p^{(x)} = 1.758372992$										
BİNA NO: 88 (8)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	520.65	15619.5	100	18.182	1	1.818	0.0006	0.00018	0.0011
9	27	520.65	14057.55	100	16.364	2	3.636	0.0015	0.00121	0.0055
8	24	520.65	12495.6	100	14.545	3	5.455	0.0025	0.00323	0.0136
7	21	520.65	10933.65	100	12.727	4	7.273	0.0034	0.00608	0.0249
6	18	520.65	9371.7	100	10.909	5	9.091	0.0043	0.0095	0.0388

Ek 4'ün devamı

5	15	520.65	7809.75	100	9.0909	6	10.91	0.005	0.01319	0.0549
4	12	520.65	6247.8	100	7.2727	7	12.73	0.0057	0.01683	0.0724
3	9	520.65	4685.85	100	5.4545	8	14.55	0.0062	0.02005	0.0903
2	6	520.65	3123.9	100	3.6364	9	16.36	0.0066	0.02251	0.1076
1	3	520.65	1561.95	100	1.8182	10	18.18	0.0068	0.02419	0.1239
TOPLAM		5206.5	85907.25						0.11697	0.5329
$T_p^{(x)} = 2.942087686$										
BİNA NO: 89 (9)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	565.95	16978.5	100	18.182	1	1.818	0.0001	9.7E-06	0.0002
9	27	565.95	15280.65	100	16.364	2	3.636	0.0005	0.00015	0.0019
8	24	565.95	13582.8	100	14.545	3	5.455	0.0011	0.00063	0.0057
7	21	565.95	11884.95	100	12.727	4	7.273	0.0017	0.00164	0.0124
6	18	565.95	10187.1	100	10.909	5	9.091	0.0024	0.00336	0.0221
5	15	565.95	8489.25	100	9.0909	6	10.91	0.0032	0.00583	0.035
4	12	565.95	6791.4	100	7.2727	7	12.73	0.004	0.00911	0.051
3	9	565.95	5093.55	100	5.4545	8	14.55	0.0048	0.01311	0.07
2	6	565.95	3395.7	100	3.6364	9	16.36	0.0056	0.01779	0.0918
1	3	565.95	1697.85	100	1.8182	10	18.18	0.0064	0.02326	0.1166
TOPLAM		5659.5	93381.75						0.07488	0.4067
$T_p^{(x)} = 2.694542279$										
BİNA NO: 90 (10)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	1022.8	30682.5	100	18.182	1	1.818	2E-05	4.1E-07	4E-05
9	27	1022.8	27614.25	100	16.364	2	3.636	0.0001	2.2E-05	0.0005
8	24	1022.8	24546	100	14.545	3	5.455	0.0003	0.0001	0.0017
7	21	1022.8	21477.75	100	12.727	4	7.273	0.0005	0.00027	0.0037
6	18	1022.8	18409.5	100	10.909	5	9.091	0.0007	0.00053	0.0065
5	15	1022.8	15341.25	100	9.0909	6	10.91	0.0009	0.00088	0.0101
4	12	1022.8	12273	100	7.2727	7	12.73	0.0011	0.00133	0.0145
3	9	1022.8	9204.75	100	5.4545	8	14.55	0.0013	0.00186	0.0196
2	6	1022.8	6136.5	100	3.6364	9	16.36	0.0016	0.00247	0.0254
1	3	1022.8	3068.25	100	1.8182	10	18.18	0.0018	0.0032	0.0321
TOPLAM		10228	168753.8						0.01065	0.1143
$T_p^{(x)} = 1.916687505$										
BİNA NO: 91 (11)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	353.5	10605	100	18.182	1	1.818	0.0007	0.00016	0.0012
9	27	353.5	9544.5	100	16.364	2	3.636	0.0017	0.00099	0.0061
8	24	353.5	8484	100	14.545	3	5.455	0.0027	0.00257	0.0147

Ek 4'ün devamı

7	21	353.5	7423.5	100	12.727	4	7.273	0.0037	0.00479	0.0268
6	18	353.5	6363	100	10.909	5	9.091	0.0046	0.00747	0.0418
5	15	353.5	5302.5	100	9.0909	6	10.91	0.0054	0.0104	0.0592
4	12	353.5	4242	100	7.2727	7	12.73	0.0061	0.01334	0.0782
3	9	353.5	3181.5	100	5.4545	8	14.55	0.0067	0.01602	0.0979
2	6	353.5	2121	100	3.6364	9	16.36	0.0072	0.01815	0.1173
1	3	353.5	1060.5	100	1.8182	10	18.18	0.0075	0.01964	0.1355
TOPLAM		3535	58327.5						0.09353	0.5786
$T_p^{(x)} = 2.524878406$										
BİNA NO: 92 (12)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	407.56	12226.8	100	18.182	1	1.818	5E-05	9E-07	9E-05
9	27	407.56	11004.12	100	16.364	2	3.636	0.0002	2.3E-05	0.0009
8	24	407.56	9781.44	100	14.545	3	5.455	0.0005	0.0001	0.0028
7	21	407.56	8558.76	100	12.727	4	7.273	0.0008	0.00028	0.0061
6	18	407.56	7336.08	100	10.909	5	9.091	0.0012	0.00059	0.011
5	15	407.56	6113.4	100	9.0909	6	10.91	0.0016	0.00105	0.0175
4	12	407.56	4890.72	100	7.2727	7	12.73	0.002	0.00166	0.0257
3	9	407.56	3668.04	100	5.4545	8	14.55	0.0024	0.00244	0.0356
2	6	407.56	2445.36	100	3.6364	9	16.36	0.0029	0.00339	0.0472
1	3	407.56	1222.68	100	1.8182	10	18.18	0.0033	0.00454	0.0607
TOPLAM		4075.6	67247.4						0.01408	0.2074
1.636419127										
BİNA NO: 93 (13)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	378	11340	100	18.182	1	1.818	0.0005	0.0001	0.0009
9	27	378	10206	100	16.364	2	3.636	0.0014	0.00074	0.0051
8	24	378	9072	100	14.545	3	5.455	0.0023	0.00204	0.0127
7	21	378	7938	100	12.727	4	7.273	0.0032	0.00389	0.0233
6	18	378	6804	100	10.909	5	9.091	0.004	0.00611	0.0366
5	15	378	5670	100	9.0909	6	10.91	0.0047	0.00852	0.0518
4	12	378	4536	100	7.2727	7	12.73	0.0054	0.01087	0.0682
3	9	378	3402	100	5.4545	8	14.55	0.0059	0.01294	0.0851
2	6	378	2268	100	3.6364	9	16.36	0.0062	0.01449	0.1013
1	3	378	1134	100	1.8182	10	18.18	0.0064	0.01552	0.1165
TOPLAM		3780	62370						0.07522	0.5015
$T_p^{(x)} = 2.432038031$										
BİNA NO: 94 (14)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	438.15	13144.5	100	18.182	1	1.818	7E-05	1.9E-06	0.0001

Ek 4'ün devamı

9	27	438.15	11830.05	100	16.364	2	3.636	0.0002	2.3E-05	0.0008
8	24	438.15	10515.6	100	14.545	3	5.455	0.0005	9.4E-05	0.0025
7	21	438.15	9201.15	100	12.727	4	7.273	0.0007	0.00024	0.0054
6	18	438.15	7886.7	100	10.909	5	9.091	0.001	0.00048	0.0095
5	15	438.15	6572.25	100	9.0909	6	10.91	0.0014	0.00081	0.0149
4	12	438.15	5257.8	100	7.2727	7	12.73	0.0017	0.00125	0.0215
3	9	438.15	3943.35	100	5.4545	8	14.55	0.002	0.00177	0.0293
2	6	438.15	2628.9	100	3.6364	9	16.36	0.0023	0.00237	0.0381
1	3	438.15	1314.45	100	1.8182	10	18.18	0.0026	0.00306	0.048
TOPLAM		4381.5	72294.75						0.0101	0.17
$T_p^{(x)} = 1.530524087$										
BİNA NO: 95 (15)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	304.2	9126	100	18.182	1	1.818	0.0001	4.1E-06	0.0002
9	27	304.2	8213.4	100	16.364	2	3.636	0.0004	5.8E-05	0.0016
8	24	304.2	7300.8	100	14.545	3	5.455	0.0009	0.00023	0.0047
7	21	304.2	6388.2	100	12.727	4	7.273	0.0014	0.00057	0.0099
6	18	304.2	5475.6	100	10.909	5	9.091	0.0019	0.0011	0.0173
5	15	304.2	4563	100	9.0909	6	10.91	0.0024	0.00181	0.0266
4	12	304.2	3650.4	100	7.2727	7	12.73	0.003	0.00268	0.0378
3	9	304.2	2737.8	100	5.4545	8	14.55	0.0035	0.00367	0.0505
2	6	304.2	1825.2	100	3.6364	9	16.36	0.004	0.00475	0.0647
1	3	304.2	912.6	100	1.8182	10	18.18	0.0044	0.00594	0.0803
TOPLAM		3042	50193						0.02081	0.2936
$T_p^{(x)} = 1.67166411$										
BİNA NO: 96 (16)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	443.34	13300.17	100	18.182	1	1.818	0.0008	0.00025	0.0014
9	27	443.34	11970.15	100	16.364	2	3.636	0.0019	0.00162	0.007
8	24	443.34	10640.14	100	14.545	3	5.455	0.0031	0.00422	0.0168
7	21	443.34	9310.119	100	12.727	4	7.273	0.0042	0.00784	0.0306
6	18	443.34	7980.102	100	10.909	5	9.091	0.0052	0.01216	0.0476
5	15	443.34	6650.085	100	9.0909	6	10.91	0.0062	0.01684	0.0672
4	12	443.34	5320.068	100	7.2727	7	12.73	0.007	0.02146	0.0885
3	9	443.34	3990.051	100	5.4545	8	14.55	0.0076	0.02558	0.1105
2	6	443.34	2660.034	100	3.6364	9	16.36	0.0081	0.02877	0.1318
1	3	443.34	1330.017	100	1.8182	10	18.18	0.0083	0.03085	0.1517
TOPLAM		4433.4	73150.94						0.14961	0.6531
$T_p^{(x)} = 3.00561094$										
BİNA NO: 97 (17)										

Ek 4'ün devamı

Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	2637.8	79133.7	100	18.182	1	1.818	5E-05	6.6E-06	9E-05
9	27	2637.8	71220.33	100	16.364	2	3.636	0.0002	8.8E-05	0.0007
8	24	2637.8	63306.96	100	14.545	3	5.455	0.0004	0.00036	0.002
7	21	2637.8	55393.59	100	12.727	4	7.273	0.0006	0.00091	0.0043
6	18	2637.8	47480.22	100	10.909	5	9.091	0.0008	0.00181	0.0075
5	15	2637.8	39566.85	100	9.0909	6	10.91	0.0011	0.00308	0.0118
4	12	2637.8	31653.48	100	7.2727	7	12.73	0.0013	0.00472	0.017
3	9	2637.8	23740.11	100	5.4545	8	14.55	0.0016	0.00667	0.0231
2	6	2637.8	15826.74	100	3.6364	9	16.36	0.0018	0.00894	0.0301
1	3	2637.8	7913.37	100	1.8182	10	18.18	0.0021	0.01148	0.0379
TOPLAM		26378	435235.4						0.03805	0.1345
$T_p^{(x)} = 3.339729344$										
BİNA NO: 98 (18)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	585.9	17577	100	18.182	1	1.818	0.0003	4.5E-05	0.0005
9	27	585.9	15819.3	100	16.364	2	3.636	0.0007	0.00029	0.0026
8	24	585.9	14061.6	100	14.545	3	5.455	0.0011	0.00077	0.0063
7	21	585.9	12303.9	100	12.727	4	7.273	0.0016	0.00145	0.0114
6	18	585.9	10546.2	100	10.909	5	9.091	0.002	0.00226	0.0179
5	15	585.9	8788.5	100	9.0909	6	10.91	0.0023	0.00315	0.0253
4	12	585.9	7030.8	100	7.2727	7	12.73	0.0026	0.00405	0.0334
3	9	585.9	5273.1	100	5.4545	8	14.55	0.0029	0.00485	0.0419
2	6	585.9	3515.4	100	3.6364	9	16.36	0.0031	0.00548	0.05
1	3	585.9	1757.7	100	1.8182	10	18.18	0.0032	0.00601	0.0582
TOPLAM		5859	96673.5						0.02836	0.2475
$T_p^{(x)} = 2.125763314$										
BİNA NO: 99 (19)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	607.5	18225	100	18.182	1	1.818	9E-05	4.6E-06	0.0002
9	27	607.5	16402.5	100	16.364	2	3.636	0.0002	2.2E-05	0.0007
8	24	607.5	14580	100	14.545	3	5.455	0.0003	6.4E-05	0.0018
7	21	607.5	12757.5	100	12.727	4	7.273	0.0005	0.00014	0.0035
6	18	607.5	10935	100	10.909	5	9.091	0.0006	0.00025	0.0059
5	15	607.5	9112.5	100	9.0909	6	10.91	0.0008	0.00041	0.009
4	12	607.5	7290	100	7.2727	7	12.73	0.001	0.0006	0.0127
3	9	607.5	5467.5	100	5.4545	8	14.55	0.0012	0.00082	0.0169
2	6	607.5	3645	100	3.6364	9	16.36	0.0013	0.00105	0.0215
1	3	607.5	1822.5	100	1.8182	10	18.18	0.0015	0.00129	0.0265
TOPLAM		6075	100237.5						0.00466	0.0986

Ek 4'ün devamı

$T_p^{(x)} = 1.365496243$										
BİNA NO: 100 (20)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	388	11640	100	16.772	1	4.261	0.0002	1.5E-05	0.0008
9	27	388	10476	100	15.095	2	5.032	0.0005	0.0001	0.0026
8	24	388	9312	100	13.418	3	6.709	0.001	0.00042	0.007
7	21	388	8148	100	11.741	4	8.386	0.0016	0.00104	0.0137
6	18	388	6984	100	10.063	5	8.523	0.0022	0.00186	0.0187
5	15	388	5820	100	8.3861	6	10.06	0.0027	0.00281	0.0271
4	12	388	4656	100	6.7089	7	11.74	0.0031	0.00378	0.0366
3	9	388	3492	100	5.0317	8	13.42	0.0035	0.00466	0.0465
2	6	985.8	5914.8	100	8.5227	9	15.1	0.0037	0.01358	0.056
1	3	985.8	2957.4	100	4.2614	10	16.77	0.0039	0.01477	0.0649
TOPLAM		5075.6	69400.2						0.04305	0.274
$T_p^{(x)} = 2.489163505$										
BİNA NO: 101 (21)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	418.9	12567	100	16.827	1	4.167	5E-05	1E-06	0.0002
9	27	418.9	11310.3	100	15.144	2	5.048	0.0002	1.1E-05	0.0008
8	24	418.9	10053.6	100	13.461	3	6.731	0.0004	7.9E-05	0.0029
7	21	418.9	8796.9	100	11.779	4	8.334	0.0007	0.00022	0.006
6	18	418.9	7540.2	100	10.096	5	8.413	0.001	0.00044	0.0086
5	15	418.9	6283.5	100	8.4134	6	10.1	0.0013	0.00075	0.0135
4	12	418.9	5026.8	100	6.7307	7	11.78	0.0016	0.00112	0.0192
3	9	418.9	3770.1	100	5.0481	8	13.46	0.0019	0.00153	0.0257
2	6	1037.3	6223.8	100	8.3335	9	15.14	0.0022	0.00488	0.0328
1	3	1037.3	3111.9	100	4.1668	10	16.83	0.0024	0.00594	0.0403
TOPLAM		5425.8	74684.1						0.01496	0.1502
$T_p^{(x)} = 1.982264432$										
BİNA NO: 102 (22)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	603.6	18108	100	18.182	1	1.818	0.0006	0.00018	0.001
9	27	603.6	16297.2	100	16.364	2	3.636	0.0013	0.00107	0.0048
8	24	603.6	14486.4	100	14.545	3	5.455	0.0021	0.0027	0.0115
7	21	603.6	12675.6	100	12.727	4	7.273	0.0029	0.00494	0.0208
6	18	603.6	10864.8	100	10.909	5	9.091	0.0036	0.00762	0.0323
5	15	603.6	9054	100	9.0909	6	10.91	0.0042	0.01052	0.0455
4	12	603.6	7243.2	100	7.2727	7	12.73	0.0047	0.01338	0.0599
3	9	603.6	5432.4	100	5.4545	8	14.55	0.0051	0.01595	0.0748
2	6	603.6	3621.6	100	3.6364	9	16.36	0.0055	0.01795	0.0892

Ek 4'ün devamı

1	3	603.6	1810.8	100	1.8182	10	18.18	0.0057	0.0193	0.1028
TOPLAM		6036	99594						0.09361	0.4428
$T_p^{(x)} = 2.887577669$										
BİNA NO: 103 (23)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	664.65	19939.5	100	18.182	1	1.818	6E-05	2.2E-06	0.0001
9	27	664.65	17945.55	100	16.364	2	3.636	0.0002	3E-05	0.0008
8	24	664.65	15951.6	100	14.545	3	5.455	0.0004	0.00013	0.0024
7	21	664.65	13957.65	100	12.727	4	7.273	0.0007	0.00033	0.0051
6	18	664.65	11963.7	100	10.909	5	9.091	0.001	0.00067	0.0091
5	15	664.65	9969.75	100	9.0909	6	10.91	0.0013	0.00116	0.0144
4	12	664.65	7975.8	100	7.2727	7	12.73	0.0016	0.00181	0.021
3	9	664.65	5981.85	100	5.4545	8	14.55	0.002	0.0026	0.0288
2	6	664.65	3987.9	100	3.6364	9	16.36	0.0023	0.00354	0.0378
1	3	664.65	1993.95	100	1.8182	10	18.18	0.0026	0.0046	0.0478
TOPLAM		6646.5	109667.3						0.01486	0.1672
$T_p^{(x)} = 1.872138179$										
BİNA NO: 104 (24)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	676.63	20298.87	100	18.182	1	1.818	0.0006	0.00025	0.0011
9	27	676.63	18268.98	100	16.364	2	3.636	0.0015	0.00148	0.0054
8	24	676.63	16239.1	100	14.545	3	5.455	0.0024	0.00376	0.0129
7	21	676.63	14209.21	100	12.727	4	7.273	0.0032	0.0069	0.0232
6	18	676.63	12179.32	100	10.909	5	9.091	0.004	0.01069	0.0361
5	15	676.63	10149.44	100	9.0909	6	10.91	0.0047	0.01481	0.051
4	12	676.63	8119.548	100	7.2727	7	12.73	0.0053	0.01891	0.0673
3	9	676.63	6089.661	100	5.4545	8	14.55	0.0058	0.02264	0.0841
2	6	676.63	4059.774	100	3.6364	9	16.36	0.0061	0.02558	0.1006
1	3	676.63	2029.887	100	1.8182	10	18.18	0.0064	0.02784	0.1166
TOPLAM		6766.3	111643.8						0.13286	0.4984
$T_p^{(x)} = 3.242389987$										
BİNA NO: 105 (25)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	793.78	23813.4	100	18.182	1	1.818	3E-05	8.6E-07	6E-05
9	27	793.78	21432.06	100	16.364	2	3.636	0.0001	1.2E-05	0.0004
8	24	793.78	19050.72	100	14.545	3	5.455	0.0002	4.5E-05	0.0013
7	21	793.78	16669.38	100	12.727	4	7.273	0.0004	0.00011	0.0027
6	18	793.78	14288.04	100	10.909	5	9.091	0.0005	0.00021	0.0047
5	15	793.78	11906.7	100	9.0909	6	10.91	0.0007	0.00035	0.0072
4	12	793.78	9525.36	100	7.2727	7	12.73	0.0008	0.00052	0.0103

Ek 4'ün devamı

3	9	793.78	7144.02	100	5.4545	8	14.55	0.001	0.00072	0.0138
2	6	793.78	4762.68	100	3.6364	9	16.36	0.0011	0.00093	0.0177
1	3	793.78	2381.34	100	1.8182	10	18.18	0.0012	0.0012	0.0223
TOPLAM		7937.8	130973.7						0.00409	0.0806
$T_p^{(x)} = 1.414872157$										
BİNA NO: 106 (26)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	40	1755.6	70222.4	100	18.182	1	1.818	0.0008	0.00101	0.0014
9	36	1755.6	63200.16	100	16.364	2	3.636	0.0019	0.00653	0.007
8	32	1755.6	56177.92	100	14.545	3	5.455	0.0031	0.01697	0.017
7	28	1755.6	49155.68	100	12.727	4	7.273	0.0042	0.03144	0.0308
6	24	1755.6	42133.44	100	10.909	5	9.091	0.0053	0.0487	0.0479
5	20	1755.6	35111.2	100	9.0909	6	10.91	0.0062	0.06724	0.0675
4	16	1755.6	28088.96	100	7.2727	7	12.73	0.007	0.08541	0.0888
3	12	1755.6	21066.72	100	5.4545	8	14.55	0.0076	0.10148	0.1106
2	8	1755.6	14044.48	100	3.6364	9	16.36	0.008	0.11368	0.1317
1	4	1755.6	7022.24	100	1.8182	10	18.18	0.0083	0.12138	0.1512
TOPLAM		17556	386223.2						0.59385	0.6538
$T_p^{(x)} = 5.985376435$										
BİNA NO: 107 (27)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	40	1831.5	73258	100	18.182	1	1.818	0.0002	5E-05	0.0003
9	36	1831.5	65932.2	100	16.364	2	3.636	0.0005	0.0005	0.0019
8	32	1831.5	58606.4	100	14.545	3	5.455	0.001	0.00168	0.0052
7	28	1831.5	51280.6	100	12.727	4	7.273	0.0015	0.00389	0.0106
6	24	1831.5	43954.8	100	10.909	5	9.091	0.002	0.00727	0.0181
5	20	1831.5	36629	100	9.0909	6	10.91	0.0025	0.01183	0.0277
4	16	1831.5	29303.2	100	7.2727	7	12.73	0.0031	0.01739	0.0392
3	12	1831.5	21977.4	100	5.4545	8	14.55	0.0036	0.02375	0.0524
2	8	1831.5	14651.6	100	3.6364	9	16.36	0.0041	0.03038	0.0666
1	4	1831.5	7325.8	100	1.8182	10	18.18	0.0045	0.03654	0.0812
TOPLAM		18315	402919						0.13327	0.3033
$T_p^{(x)} = 4.16283582180065$										
BİNA NO: 108 (28)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	626.4	18792	100	18.182	1	1.818	0.0006	0.0002	0.001
9	27	626.4	16912.8	100	16.364	2	3.636	0.0014	0.00131	0.0053
8	24	626.4	15033.6	100	14.545	3	5.455	0.0023	0.00341	0.0127
7	21	626.4	13154.4	100	12.727	4	7.273	0.0032	0.00632	0.0231
6	18	626.4	11275.2	100	10.909	5	9.091	0.004	0.00981	0.036

Ek 4'ün devamı

5	15	626.4	9396	100	9.0909	6	10.91	0.0047	0.01359	0.0508
4	12	626.4	7516.8	100	7.2727	7	12.73	0.0053	0.01733	0.0669
3	9	626.4	5637.6	100	5.4545	8	14.55	0.0057	0.02067	0.0836
2	6	626.4	3758.4	100	3.6364	9	16.36	0.0061	0.02326	0.0997
1	3	626.4	1879.2	100	1.8182	10	18.18	0.0063	0.02507	0.115
TOPLAM		6264	103356						0.12098	0.4942
$T_p^{(x)} = 3.107288031$										
BİNA NO: 109 (29)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	679.8	20394	100	38.595	1	1.818	8E-05	4.4E-06	0.0001
9	27	679.8	18354.6	100	34.735	2	3.636	0.0003	7.1E-05	0.0012
8	24	679.8	16315.2	100	30.876	3	5.455	0.0007	0.00029	0.0036
7	21	679.8	14275.8	100	27.016	4	7.273	0.001	0.00075	0.0076
6	18	679.8	12236.4	100	23.157	5	9.091	0.0015	0.00147	0.0134
5	15	679.8	10197	100	19.297	6	10.91	0.0019	0.00245	0.0207
4	12	679.8	8157.6	100	15.438	7	12.73	0.0023	0.00369	0.0296
3	9	679.8	6118.2	100	11.578	8	14.55	0.0027	0.00511	0.0399
2	6	679.8	4078.8	100	7.719	9	16.36	0.0031	0.00672	0.0514
1	3	679.8	2039.4	100	3.8595	10	18.18	0.0035	0.00852	0.0644
TOPLAM		6798	112167						0.02907	0.2319
$T_p^{(x)} = 2.223327026$										
BİNA NO: 110 (30)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	320.25	9607.5	100	18.182	1	1.818	0.001	0.00032	0.0018
9	27	320.25	8646.75	100	16.364	2	3.636	0.0025	0.00194	0.0089
8	24	320.25	7686	100	14.545	3	5.455	0.0039	0.00497	0.0215
7	21	320.25	6725.25	100	12.727	4	7.273	0.0054	0.00917	0.0389
6	18	320.25	5764.5	100	10.909	5	9.091	0.0067	0.01423	0.0606
5	15	320.25	4803.75	100	9.0909	6	10.91	0.0078	0.01971	0.0856
4	12	320.25	3843	100	7.2727	7	12.73	0.0089	0.02515	0.1128
3	9	320.25	2882.25	100	5.4545	8	14.55	0.0097	0.03005	0.1409
2	6	320.25	1921.5	100	3.6364	9	16.36	0.0103	0.03392	0.1684
1	3	320.25	960.75	100	1.8182	10	18.18	0.0107	0.03647	0.194
TOPLAM		3202.5	52841.25						0.17592	0.8335
$T_p^{(x)} = 2.885211763$										
5 KATLI BİNALAR C30										
BİNA NO: 21 (1)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	534.84	8022.63	100	33.333	1	6.667	0.0001	7.7E-06	0.0008
4	12	534.84	6418.104	100	26.667	2	13.33	0.0003	5.8E-05	0.0044

Ek 4'ün devamı

3	9	534.84	4813.578	100	20	3	20	0.0006	0.00017	0.0114
2	6	534.84	3209.052	100	13.333	4	26.67	0.0008	0.00036	0.0219
1	3	534.84	1604.526	100	6.6667	5	33.33	0.001	0.00057	0.0343
TOPLAM			24067.89						0.00117	0.0728
$T_p^{(x)} = 0.794988774$										
BİNA NO: 22 (2)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	621.68	9325.2	100	33.333	1	6.667	0.0006	0.0002	0.0038
4	12	621.68	7460.16	100	26.667	2	13.33	0.0015	0.00132	0.0194
3	9	621.68	5595.12	100	20	3	20	0.0023	0.00318	0.0453
2	6	621.68	3730.08	100	13.333	4	26.67	0.0029	0.00516	0.0768
1	3	621.68	1865.04	100	6.6667	5	33.33	0.0033	0.00667	0.1092
TOPLAM			27975.6						0.01653	0.2544
$T_p^{(x)} = 1.600546794$										
BİNA NO: 23 (3)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	663.98	9959.7	100	33.333	1	6.667	8E-05	4.5E-06	0.0005
4	12	663.98	7967.76	100	26.667	2	13.33	0.0003	5.1E-05	0.0037
3	9	663.98	5975.82	100	20	3	20	0.0005	0.00018	0.0104
2	6	663.98	3983.88	100	13.333	4	26.67	0.0008	0.00039	0.0205
1	3	663.98	1991.94	100	6.6667	5	33.33	0.001	0.00069	0.0339
TOPLAM			29879.1						0.00131	0.069
$T_p^{(x)} = 0.866352283$										
BİNA NO: 24 (4)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	409.5	6142.5	100	33.333	1	6.667	1E-04	3.7E-06	0.0006
4	12	409.5	4914	100	26.667	2	13.33	0.0003	3.5E-05	0.0039
3	9	409.5	3685.5	100	20	3	20	0.0005	0.00012	0.0107
2	6	409.5	2457	100	13.333	4	26.67	0.0008	0.00026	0.0212
1	3	409.5	1228.5	100	6.6667	5	33.33	0.001	0.00044	0.0347
TOPLAM			18427.5						0.00086	0.0711
$T_p^{(x)} = 0.689866216$										
BİNA NO: 25 (5)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	411	6165	100	33.333	1	6.667	0.0007	0.00022	0.0049
4	12	411	4932	100	26.667	2	13.33	0.002	0.0016	0.0263
3	9	411	3699	100	20	3	20	0.0032	0.00408	0.063
2	6	411	2466	100	13.333	4	26.67	0.0041	0.0068	0.1085
1	3	411	1233	100	6.6667	5	33.33	0.0047	0.0089	0.1551
TOPLAM			18495						0.02161	0.3579

Ek 4'ün devamı

$T_p^{(x)} = 1.543216961$										
BİNA NO: 26 (6)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	500.78	7511.625	100	33.333	1	6.667	0.0008	0.00029	0.0051
4	12	500.78	6009.3	100	26.667	2	13.33	0.0019	0.00178	0.0251
3	9	500.78	4506.975	100	20	3	20	0.0029	0.00421	0.058
2	6	500.78	3004.65	100	13.333	4	26.67	0.0037	0.00675	0.0979
1	3	500.78	1502.325	100	6.6667	5	33.33	0.0041	0.00857	0.1379
TOPLAM			22534.88						0.02161	0.324
$T_p^{(x)} = 1.621597753$										
BİNA NO: 27 (7)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	561.98	8429.625	100	33.333	1	6.667	8E-05	4E-06	0.0006
4	12	561.98	6743.7	100	26.667	2	13.33	0.0002	3.3E-05	0.0032
3	9	561.98	5057.775	100	20	3	20	0.0004	0.0001	0.0086
2	6	561.98	3371.85	100	13.333	4	26.67	0.0006	0.00022	0.0166
1	3	561.98	1685.925	100	6.6667	5	33.33	0.0008	0.00037	0.0269
TOPLAM			25288.88						0.00072	0.0558
$T_p^{(x)} = 0.714744825$										
BİNA NO: 28 (8)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	520.65	7809.75	100	33.333	1	6.667	0.0006	0.00017	0.0038
4	12	520.65	6247.8	100	26.667	2	13.33	0.0014	0.00109	0.0193
3	9	520.65	4685.85	100	20	3	20	0.0022	0.00262	0.0449
2	6	520.65	3123.9	100	13.333	4	26.67	0.0028	0.00422	0.0759
1	3	520.65	1561.95	100	6.6667	5	33.33	0.0032	0.00541	0.1074
TOPLAM			23429.25						0.01351	0.2513
$T_p^{(x)} = 1.455921674$										
BİNA NO: 29 (9)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	565.95	8489.25	100	33.333	1	6.667	0.0001	6.5E-06	0.0007
4	12	565.95	6791.4	100	26.667	2	13.33	0.0004	7.8E-05	0.0049
3	9	565.95	5093.55	100	20	3	20	0.0007	0.00029	0.0143
2	6	565.95	3395.7	100	13.333	4	26.67	0.0011	0.00068	0.0292
1	3	565.95	1697.85	100	6.6667	5	33.33	0.0015	0.00126	0.0498
TOPLAM			25467.75						0.00232	0.099
$T_p^{(x)} = 0.960563117$										
BİNA NO: 30 (10)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	1022.8	15341.25	100	33.333	1	6.667	5E-05	2.1E-06	0.0003

Ek 4'ün devamı

4	12	1022.8	12273	100	26.667	2	13.33	0.0001	1.4E-05	0.0016
3	9	1022.8	9204.75	100	20	3	20	0.0002	4.1E-05	0.004
2	6	1022.8	6136.5	100	13.333	4	26.67	0.0003	8E-05	0.0075
1	3	1022.8	3068.25	100	6.6667	5	33.33	0.0004	0.00013	0.0117
TOPLAM			46023.75						0.00026	0.025
$T_p^{(x)} = 0.643903187$										
BİNA NO: 31 (11)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	353.5	5302.5	100	33.333	1	6.667	0.0007	0.00015	0.0044
4	12	353.5	4242	100	26.667	2	13.33	0.0016	0.00089	0.0212
3	9	353.5	3181.5	100	20	3	20	0.0024	0.00209	0.0487
2	6	353.5	2121	100	13.333	4	26.67	0.0031	0.00334	0.0819
1	3	353.5	1060.5	100	6.6667	5	33.33	0.0035	0.00423	0.1154
TOPLAM			15907.5						0.01071	0.2716
$T_p^{(x)} = 1.247268306$										
BİNA NO: 32 (12)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	407.56	6113.4	100	33.333	1	6.667	4E-05	7.5E-07	0.0003
4	12	407.56	4890.72	100	26.667	2	13.33	0.0002	1.3E-05	0.0023
3	9	407.56	3668.04	100	20	3	20	0.0004	5E-05	0.007
2	6	407.56	2445.36	100	13.333	4	26.67	0.0006	0.00012	0.0147
1	3	407.56	1222.68	100	6.6667	5	33.33	0.0008	0.00025	0.0259
TOPLAM			18340.2						0.00043	0.0503
$T_p^{(x)} = 0.583295245$										
BİNA NO: 33 (13)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	378	5670	100	33.333	1	6.667	0.0005	9.8E-05	0.0034
4	12	378	4536	100	26.667	2	13.33	0.0013	0.00066	0.0176
3	9	378	3402	100	20	3	20	0.0021	0.00163	0.0416
2	6	378	2268	100	13.333	4	26.67	0.0027	0.00267	0.0708
1	3	378	1134	100	6.6667	5	33.33	0.003	0.00344	0.1006
TOPLAM			17010						0.0085	0.234
$T_p^{(x)} = 1.196790027$										
BİNA NO: 34 (14)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	438.15	6572.25	100	33.333	1	6.667	6E-05	1.5E-06	0.0004
4	12	438.15	5257.8	100	26.667	2	13.33	0.0002	1.4E-05	0.0024
3	9	438.15	3943.35	100	20	3	20	0.0003	4.5E-05	0.0064
2	6	438.15	2628.9	100	13.333	4	26.67	0.0005	0.0001	0.0127
1	3	438.15	1314.45	100	6.6667	5	33.33	0.0006	0.00018	0.0211

Ek 4'ün devamı

TOPLAM			19716.75						0.00034	0.043
$T_p^{(X)} = 0.554921402$										
BİNA NO: 35 (15)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	304.2	4563	100	33.333	1	6.667	0.0001	3.4E-06	0.0007
4	12	304.2	3650.4	100	26.667	2	13.33	0.0004	3.7E-05	0.0047
3	9	304.2	2737.8	100	20	3	20	0.0007	0.00013	0.013
2	6	304.2	1825.2	100	13.333	4	26.67	0.001	0.00029	0.0259
1	3	304.2	912.6	100	6.6667	5	33.33	0.0013	0.00051	0.043
TOPLAM			13689						0.00096	0.0873
$T_p^{(X)} = 0.659464225$										
BİNA NO: 36 (16)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	443.34	6650.085	100	33.333	1	6.667	0.0007	0.00025	0.005
4	12	443.34	5320.068	100	26.667	2	13.33	0.0018	0.00147	0.0243
3	9	443.34	3990.051	100	20	3	20	0.0028	0.00344	0.0557
2	6	443.34	2660.034	100	13.333	4	26.67	0.0035	0.00549	0.0938
1	3	443.34	1330.017	100	6.6667	5	33.33	0.004	0.00695	0.132
TOPLAM			19950.26						0.01759	0.3108
$T_p^{(X)} = 1.494290925$										
BİNA NO: 37 (17)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	2637.8	39566.85	100	33.333	1	6.667	4E-05	4.9E-06	0.0003
4	12	2637.8	31653.48	100	26.667	2	13.33	0.0001	5.2E-05	0.0019
3	9	2637.8	23740.11	100	20	3	20	0.0003	0.00018	0.0052
2	6	2637.8	15826.74	100	13.333	4	26.67	0.0004	0.00039	0.0103
1	3	2637.8	7913.37	100	6.6667	5	33.33	0.0005	0.0007	0.0171
TOPLAM			118700.6						0.00132	0.0347
$T_p^{(X)} = 1.225018291$										
BİNA NO: 38 (18)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	585.9	8788.5	100	33.333	1	6.667	0.0015	0.00129	0.0099
4	12	585.9	7030.8	100	26.667	2	13.33	0.0013	0.001	0.0174
3	9	585.9	5273.1	100	20	3	20	0.001	0.00063	0.0207
2	6	585.9	3515.4	100	13.333	4	26.67	0.0007	0.00026	0.0179
1	3	585.9	1757.7	100	6.6667	5	33.33	0.0003	4.3E-05	0.0091
TOPLAM			26365.5						0.00323	0.075
$T_p^{(X)} = 1.302983996$										
BİNA NO: 39 (19)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df

Ek 4'ün devamı

5	15	607.5	9112.5	100	33.333	1	6.667	3E-05	5.1E-07	0.0002
4	12	607.5	7290	100	26.667	2	13.33	0.0001	6.8E-06	0.0014
3	9	607.5	5467.5	100	20	3	20	0.0002	2.4E-05	0.004
2	6	607.5	3645	100	13.333	4	26.67	0.0003	5.6E-05	0.0081
1	3	607.5	1822.5	100	6.6667	5	33.33	0.0004	0.0001	0.0136
TOPLAM			27337.5						0.00019	0.0273
$T_P^{(X)} = 0.522239369$										
BİNA NO: 40 (20)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	388	5820	100	25.481	1	12.95	0.0002	2.1E-05	0.003
4	12	388	4656	100	20.385	2	15.29	0.0006	0.00012	0.0084
3	9	388	3492	100	15.289	3	20.39	0.0009	0.00032	0.0186
2	6	985.8	5914.8	100	25.896	4	25.48	0.0012	0.0015	0.0314
1	3	985.8	2957.4	100	12.948	5	25.9	0.0014	0.00202	0.037
TOPLAM			22840.2						0.00398	0.0985
$T_P^{(X)} = 1.261761471$										
BİNA NO: 41 (21)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	418.9	6283.5	100	25.735	1	12.75	5E-05	1.2E-06	0.0007
4	12	418.9	5026.8	100	20.588	2	15.44	0.0002	1.2E-05	0.0026
3	9	418.9	3770.1	100	15.441	3	20.59	0.0003	3.9E-05	0.0063
2	6	1037.3	6223.8	100	25.491	4	25.49	0.0005	0.00023	0.012
1	3	1037.3	3111.9	100	12.745	5	25.74	0.0006	0.00042	0.0165
TOPLAM			24416.1						0.00071	0.0382
$T_P^{(X)} = 0.856062151$										
BİNA NO: 42 (22)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	603.6	9054	100	33.333	1	6.667	0.0005	0.00018	0.0036
4	12	603.6	7243.2	100	26.667	2	13.33	0.0013	0.00098	0.017
3	9	603.6	5432.4	100	20	3	20	0.0019	0.00224	0.0385
2	6	603.6	3621.6	100	13.333	4	26.67	0.0024	0.00353	0.0645
1	3	603.6	1810.8	100	6.6667	5	33.33	0.0027	0.00444	0.0904
TOPLAM			27162						0.01137	0.2141
$T_P^{(X)} = 1.447480951$										
BİNA NO: 43 (23)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	664.65	9969.75	100	33.333	1	6.667	7E-05	3E-06	0.0004
4	12	664.65	7975.8	100	26.667	2	13.33	0.0002	2.2E-05	0.0024
3	9	664.65	5981.85	100	20	3	20	0.0003	6.5E-05	0.0062
2	6	664.65	3987.9	100	13.333	4	26.67	0.0004	0.00013	0.0117

Ek 4'ün devamı

1	3	664.65	1993.95	100	6.6667	5	33.33	0.0006	0.00021	0.0188
TOPLAM			29909.25						0.00043	0.0397
$T_p^{(x)} = 0.654235521$										
BİNA NO: 44 (24)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
5	15	674.4	10116.03	100	33.333	1	6.667	0.0006	0.00025	0.004
4	12	674.4	8092.824	100	26.667	2	13.33	0.0014	0.00135	0.0189
3	9	674.4	6069.618	100	20	3	20	0.0021	0.00308	0.0427
2	6	674.4	4046.412	100	13.333	4	26.67	0.0027	0.00487	0.0716
1	3	674.4	2023.206	100	6.6667	5	33.33	0.003	0.00621	0.1011
TOPLAM			30348.09						0.01574	0.2384
$T_p^{(x)} = 1.614015667$										
BİNA NO: 45 (25)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
5	15	793.78	11906.7	100	33.333	1	6.667	4E-05	1E-06	0.0002
4	12	793.78	9525.36	100	26.667	2	13.33	0.0001	8.8E-06	0.0014
3	9	793.78	7144.02	100	20	3	20	0.0002	2.6E-05	0.0036
2	6	793.78	4762.68	100	13.333	4	26.67	0.0003	5.1E-05	0.0068
1	3	793.78	2381.34	100	6.6667	5	33.33	0.0003	8.8E-05	0.0111
TOPLAM			35720.1						0.00018	0.0231
$T_p^{(x)} = 0.546238248$										
BİNA NO: 46 (26)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
5	20	1755.6	35111.2	100	33.333	1	6.667	0.0007	0.00098	0.005
4	16	1755.6	28088.96	100	26.667	2	13.33	0.0018	0.00594	0.0245
3	12	1755.6	21066.72	100	20	3	20	0.0028	0.01396	0.0564
2	8	1755.6	14044.48	100	13.333	4	26.67	0.0036	0.02224	0.0949
1	4	1755.6	7022.24	100	6.6667	5	33.33	0.004	0.0281	0.1334
TOPLAM			105333.6						0.07123	0.3142
$T_p^{(x)} = 2.990075351$										
BİNA NO: 47 (27)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df ²	Fi*df
5	20	1831.5	36629	100	33.333	1	6.667	0.0002	4.5E-05	0.001
4	16	1831.5	29303.2	100	26.667	2	13.33	0.0004	0.00035	0.0059
3	12	1831.5	21977.4	100	20	3	20	0.0008	0.00104	0.0151
2	8	1831.5	14651.6	100	13.333	4	26.67	0.0011	0.00209	0.0285
1	4	1831.5	7325.8	100	6.6667	5	33.33	0.0013	0.00323	0.0443
TOPLAM			109887						0.00677	0.0948
$T_p^{(x)} = 1.678051557$										
BİNA NO: 48 (28)										

Ek 4'ün devamı

Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	626.4	9396	100	33.333	1	6.667	0.0006	0.0002	0.0038
4	12	626.4	7516.8	100	26.667	2	13.33	0.0014	0.0012	0.0185
3	9	626.4	5637.6	100	20	3	20	0.0021	0.00281	0.0424
2	6	626.4	3758.4	100	13.333	4	26.67	0.0027	0.00447	0.0713
1	3	626.4	1879.2	100	6.6667	5	33.33	0.003	0.00569	0.1005
TOPLAM			28188						0.01437	0.2363
$T_p^{(x)} = 1.548771361$										
BİNA NO: 49 (29)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	679.8	10197	100	33.333	1	6.667	8E-05	4E-06	0.0005
4	12	679.8	8157.6	100	26.667	2	13.33	0.0003	5E-05	0.0036
3	9	679.8	6118.2	100	20	3	20	0.0005	0.00018	0.0104
2	6	679.8	4078.8	100	13.333	4	26.67	0.0008	0.00042	0.0211
1	3	679.8	2039.4	100	6.6667	5	33.33	0.0011	0.00078	0.0357
TOPLAM			30591						0.00144	0.0712
$T_p^{(x)} = 0.892855928$										
BİNA NO: 50 (30)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	320.25	4803.75	100	33.333	1	6.667	0.001	0.00031	0.0065
4	12	320.25	3843	100	26.667	2	13.33	0.0023	0.00175	0.0312
3	9	320.25	2882.25	100	20	3	20	0.0036	0.00405	0.0711
2	6	320.25	1921.5	100	13.333	4	26.67	0.0045	0.00642	0.1194
1	3	320.25	960.75	100	6.6667	5	33.33	0.005	0.0081	0.1676
TOPLAM			14411.25						0.02062	0.3958
$T_p^{(x)} = 1.433449831$										
10 KATLI BİNALAR (C60)										
BİNA NO: 66 (1)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	534.84	16045.26	100	18.182	1	1.818	7E-05	2.5E-06	0.0001
9	27	534.84	14440.73	100	16.364	2	3.636	0.0002	2.2E-05	0.0007
8	24	534.84	12836.21	100	14.545	3	5.455	0.0004	7.6E-05	0.0021
7	21	534.84	11231.68	100	12.727	4	7.273	0.0006	0.00018	0.0042
6	18	534.84	9627.156	100	10.909	5	9.091	0.0008	0.00034	0.0073
5	15	534.84	8022.63	100	9.0909	6	10.91	0.001	0.00056	0.0112
4	12	534.84	6418.104	100	7.2727	7	12.73	0.0012	0.00083	0.0159
3	9	534.84	4813.578	100	5.4545	8	14.55	0.0015	0.00115	0.0213
2	6	534.84	3209.052	100	3.6364	9	16.36	0.0017	0.00148	0.0273
1	3	534.84	1604.526	100	1.8182	10	18.18	0.0018	0.0018	0.0333
TOPLAM		5348.4	88248.93						0.00645	0.1234

Ek 4'ün devamı

$T_p^{(x)} = 1.435832033$										
BİNA NO: 67 (2)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	621.68	18650.4	100	18.182	1	1.818	0.0003	5.3E-05	0.0005
9	27	621.68	16785.36	100	16.364	2	3.636	0.0008	0.00036	0.0028
8	24	621.68	14920.32	100	14.545	3	5.455	0.0012	0.00097	0.0068
7	21	621.68	13055.28	100	12.727	4	7.273	0.0017	0.00182	0.0124
6	18	621.68	11190.24	100	10.909	5	9.091	0.0021	0.00284	0.0194
5	15	621.68	9325.2	100	9.0909	6	10.91	0.0025	0.00396	0.0275
4	12	621.68	7460.16	100	7.2727	7	12.73	0.0029	0.00506	0.0363
3	9	621.68	5595.12	100	5.4545	8	14.55	0.0031	0.00604	0.0454
2	6	621.68	3730.08	100	3.6364	9	16.36	0.0033	0.00681	0.0542
1	3	621.68	1865.04	100	1.8182	10	18.18	0.0034	0.00732	0.0624
TOPLAM		6216.8	102577.2						0.03524	0.2677
$T_p^{(x)} = 2.27834032$										
BİNA NO: 68 (3)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	663.98	19919.4	100	18.182	1	1.818	6E-05	2.4E-06	0.0001
9	27	663.98	17927.46	100	16.364	2	3.636	0.0002	2.3E-05	0.0007
8	24	663.98	15935.52	100	14.545	3	5.455	0.0004	8.3E-05	0.0019
7	21	663.98	13943.58	100	12.727	4	7.273	0.0005	0.00019	0.0039
6	18	663.98	11951.64	100	10.909	5	9.091	0.0007	0.00036	0.0067
5	15	663.98	9959.7	100	9.0909	6	10.91	0.0009	0.00057	0.0101
4	12	663.98	7967.76	100	7.2727	7	12.73	0.0011	0.00081	0.0141
3	9	663.98	5975.82	100	5.4545	8	14.55	0.0013	0.00107	0.0185
2	6	663.98	3983.88	100	3.6364	9	16.36	0.0014	0.00133	0.0232
1	3	663.98	1991.94	100	1.8182	10	18.18	0.0015	0.00159	0.0282
TOPLAM		6639.8	109556.7						0.00603	0.1073
$T_p^{(x)} = 1.489392857$										
BİNA NO: 69 (4)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	409.5	12285	100	18.182	1	1.818	7E-05	1.9E-06	0.0001
9	27	409.5	11056.5	100	16.364	2	3.636	0.0002	1.7E-05	0.0007
8	24	409.5	9828	100	14.545	3	5.455	0.0004	5.8E-05	0.0021
7	21	409.5	8599.5	100	12.727	4	7.273	0.0006	0.00014	0.0042
6	18	409.5	7371	100	10.909	5	9.091	0.0008	0.00027	0.0073
5	15	409.5	6142.5	100	9.0909	6	10.91	0.001	0.00044	0.0113
4	12	409.5	4914	100	7.2727	7	12.73	0.0013	0.00065	0.016
3	9	409.5	3685.5	100	5.4545	8	14.55	0.0015	0.00089	0.0215
2	6	409.5	2457	100	3.6364	9	16.36	0.0017	0.00116	0.0275

Ek 4'ün devamı

1	3	409.5	1228.5	100	1.8182	10	18.18	0.0019	0.00142	0.0338
TOPLAM		4095	67567.5						0.00504	0.1246
$T_p^{(x)} = 1.262839837$										
BİNA NO: 70 (5)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	411	12330	100	18.182	1	1.818	0.0004	6E-05	0.0007
9	27	411	11097	100	16.364	2	3.636	0.0011	0.00046	0.0039
8	24	411	9864	100	14.545	3	5.455	0.0018	0.00132	0.0098
7	21	411	8631	100	12.727	4	7.273	0.0025	0.00256	0.0182
6	18	411	7398	100	10.909	5	9.091	0.0032	0.00409	0.0287
5	15	411	6165	100	9.0909	6	10.91	0.0037	0.00576	0.0409
4	12	411	4932	100	7.2727	7	12.73	0.0043	0.00743	0.0541
3	9	411	3699	100	5.4545	8	14.55	0.0047	0.00892	0.0678
2	6	411	2466	100	3.6364	9	16.36	0.005	0.01009	0.0811
1	3	411	1233	100	1.8182	10	18.18	0.0051	0.01088	0.0936
TOPLAM		4110	67815						0.05158	0.3985
$T_p^{(x)} = 2.259315066$										
BİNA NO: 71 (6)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	500.78	15023.25	100	18.182	1	1.818	0.0003	3.3E-05	0.0005
9	27	500.78	13520.93	100	16.364	2	3.636	0.0007	0.00022	0.0024
8	24	500.78	12018.6	100	14.545	3	5.455	0.0011	0.00057	0.0058
7	21	500.78	10516.28	100	12.727	4	7.273	0.0015	0.00107	0.0106
6	18	500.78	9013.95	100	10.909	5	9.091	0.0018	0.00166	0.0166
5	15	500.78	7511.625	100	9.0909	6	10.91	0.0021	0.0023	0.0234
4	12	500.78	6009.3	100	7.2727	7	12.73	0.0024	0.00294	0.0308
3	9	500.78	4506.975	100	5.4545	8	14.55	0.0026	0.0035	0.0384
2	6	500.78	3004.65	100	3.6364	9	16.36	0.0028	0.00393	0.0459
1	3	500.78	1502.325	100	1.8182	10	18.18	0.0029	0.00421	0.0527
TOPLAM		5007.8	82627.88						0.02043	0.2271
$T_p^{(x)} = 1.88363652$										
BİNA NO: 72 (7)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	561.98	16859.25	100	18.182	1	1.818	5E-05	1.5E-06	9E-05
9	27	561.98	15173.33	100	16.364	2	3.636	0.0002	1.3E-05	0.0005
8	24	561.98	13487.4	100	14.545	3	5.455	0.0003	4.4E-05	0.0015
7	21	561.98	11801.48	100	12.727	4	7.273	0.0004	0.0001	0.0031
6	18	561.98	10115.55	100	10.909	5	9.091	0.0006	0.0002	0.0054
5	15	561.98	8429.625	100	9.0909	6	10.91	0.0008	0.00032	0.0082
4	12	561.98	6743.7	100	7.2727	7	12.73	0.0009	0.00046	0.0115

Ek 4'ün devamı

3	9	561.98	5057.775	100	5.4545	8	14.55	0.0011	0.00062	0.0153
2	6	561.98	3371.85	100	3.6364	9	16.36	0.0012	0.00079	0.0194
1	3	561.98	1685.925	100	1.8182	10	18.18	0.0013	0.00096	0.0238
TOPLAM		5619.8	92725.88						0.0035	0.0888
$T_p^{(x)} = 1.247504074$										
BİNA NO: 73 (8)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	520.65	15619.5	100	18.182	1	1.818	0.0003	4.1E-05	0.0005
9	27	520.65	14057.55	100	16.364	2	3.636	0.0007	0.00028	0.0026
8	24	520.65	12495.6	100	14.545	3	5.455	0.0012	0.00073	0.0065
7	21	520.65	10933.65	100	12.727	4	7.273	0.0016	0.00138	0.0118
6	18	520.65	9371.7	100	10.909	5	9.091	0.002	0.00216	0.0185
5	15	520.65	7809.75	100	9.0909	6	10.91	0.0024	0.003	0.0262
4	12	520.65	6247.8	100	7.2727	7	12.73	0.0027	0.00383	0.0345
3	9	520.65	4685.85	100	5.4545	8	14.55	0.003	0.00456	0.0431
2	6	520.65	3123.9	100	3.6364	9	16.36	0.0031	0.00513	0.0514
1	3	520.65	1561.95	100	1.8182	10	18.18	0.0033	0.0055	0.0591
TOPLAM		5206.5	85907.25						0.02661	0.2542
$T_p^{(x)} = 2.031876165$										
BİNA NO: 74 (9)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	565.95	16978.5	100	18.182	1	1.818	9E-05	4.5E-06	0.0002
9	27	565.95	15280.65	100	16.364	2	3.636	0.0003	4.3E-05	0.001
8	24	565.95	13582.8	100	14.545	3	5.455	0.0005	0.00016	0.0029
7	21	565.95	11884.95	100	12.727	4	7.273	0.0009	0.00041	0.0062
6	18	565.95	10187.1	100	10.909	5	9.091	0.0012	0.00082	0.0109
5	15	565.95	8489.25	100	9.0909	6	10.91	0.0016	0.00141	0.0172
4	12	565.95	6791.4	100	7.2727	7	12.73	0.002	0.00218	0.025
3	9	565.95	5093.55	100	5.4545	8	14.55	0.0023	0.00312	0.0342
2	6	565.95	3395.7	100	3.6364	9	16.36	0.0027	0.00422	0.0447
1	3	565.95	1697.85	100	1.8182	10	18.18	0.0031	0.00535	0.0559
TOPLAM		5659.5	93381.75						0.01772	0.1982
$T_p^{(x)} = 1.878025842$										
BİNA NO: 75 (10)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	1022.8	30682.5	100	18.182	1	1.818	3E-05	6.4E-07	5E-05
9	27	1022.8	27614.25	100	16.364	2	3.636	7E-05	4.7E-06	0.0002
8	24	1022.8	24546	100	14.545	3	5.455	0.0001	1.5E-05	0.0007
7	21	1022.8	21477.75	100	12.727	4	7.273	0.0002	3.2E-05	0.0013
6	18	1022.8	18409.5	100	10.909	5	9.091	0.0002	5.6E-05	0.0021

Ek 4'ün devamı

5	15	1022.8	15341.25	100	9.0909	6	10.91	0.0003	8.7E-05	0.0032
4	12	1022.8	12273	100	7.2727	7	12.73	0.0003	0.00012	0.0044
3	9	1022.8	9204.75	100	5.4545	8	14.55	0.0004	0.00016	0.0057
2	6	1022.8	6136.5	100	3.6364	9	16.36	0.0004	0.0002	0.0072
1	3	1022.8	3068.25	100	1.8182	10	18.18	0.0005	0.00023	0.0087
TOPLAM		10228	168753.8						0.0009	0.0335
$T_p^{(x)} = 1.031555935$										
BİNA NO: 76 (11)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	353.5	10605	100	18.182	1	1.818	0.0005	7.7E-05	0.0009
9	27	353.5	9544.5	100	16.364	2	3.636	0.0012	0.0005	0.0043
8	24	353.5	8484	100	14.545	3	5.455	0.0019	0.00132	0.0105
7	21	353.5	7423.5	100	12.727	4	7.273	0.0026	0.00246	0.0192
6	18	353.5	6363	100	10.909	5	9.091	0.0033	0.00385	0.03
5	15	353.5	5302.5	100	9.0909	6	10.91	0.0039	0.00536	0.0425
4	12	353.5	4242	100	7.2727	7	12.73	0.0044	0.00687	0.0561
3	9	353.5	3181.5	100	5.4545	8	14.55	0.0048	0.00824	0.0702
2	6	353.5	2121	100	3.6364	9	16.36	0.0051	0.00932	0.084
1	3	353.5	1060.5	100	1.8182	10	18.18	0.0053	0.01006	0.097
TOPLAM		3535	58327.5						0.04805	0.4147
$T_p^{(x)} = 2.137693145$										
BİNA NO: 77 (12)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	407.56	12226.8	100	18.182	1	1.818	3E-05	2.8E-07	5E-05
9	27	407.56	11004.12	100	16.364	2	3.636	0.0001	6.6E-06	0.0005
8	24	407.56	9781.44	100	14.545	3	5.455	0.0003	3E-05	0.0015
7	21	407.56	8558.76	100	12.727	4	7.273	0.0004	8.1E-05	0.0032
6	18	407.56	7336.08	100	10.909	5	9.091	0.0006	0.00017	0.0058
5	15	407.56	6113.4	100	9.0909	6	10.91	0.0009	0.0003	0.0093
4	12	407.56	4890.72	100	7.2727	7	12.73	0.0011	0.00047	0.0137
3	9	407.56	3668.04	100	5.4545	8	14.55	0.0013	0.00069	0.0189
2	6	407.56	2445.36	100	3.6364	9	16.36	0.0015	0.00095	0.025
1	3	407.56	1222.68	100	1.8182	10	18.18	0.0018	0.00126	0.032
TOPLAM		4075.6	67247.4						0.00396	0.11
$T_p^{(x)} = 1.191215853$										
BİNA NO: 78 (13)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	378	11340	100	18.182	1	1.818	0.0003	2.4E-05	0.0005
9	27	378	10206	100	16.364	2	3.636	0.0007	0.00017	0.0025
8	24	378	9072	100	14.545	3	5.455	0.0011	0.00048	0.0061

Ek 4'ün devamı

7	21	378	7938	100	12.727	4	7.273	0.0016	0.00091	0.0113
6	18	378	6804	100	10.909	5	9.091	0.0019	0.00143	0.0177
5	15	378	5670	100	9.0909	6	10.91	0.0023	0.002	0.0251
4	12	378	4536	100	7.2727	7	12.73	0.0026	0.00255	0.033
3	9	378	3402	100	5.4545	8	14.55	0.0028	0.00303	0.0412
2	6	378	2268	100	3.6364	9	16.36	0.003	0.0034	0.0491
1	3	378	1134	100	1.8182	10	18.18	0.0031	0.00364	0.0564
TOPLAM		3780	62370						0.01763	0.2428
$T_p^{(x)} = 1.692218882$										
BİNA NO: 79 (14)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	438.15	13144.5	100	18.182	1	1.818	4E-05	6E-07	7E-05
9	27	438.15	11830.05	100	16.364	2	3.636	0.0001	5.7E-06	0.0004
8	24	438.15	10515.6	100	14.545	3	5.455	0.0002	2.1E-05	0.0012
7	21	438.15	9201.15	100	12.727	4	7.273	0.0003	5E-05	0.0025
6	18	438.15	7886.7	100	10.909	5	9.091	0.0005	9.8E-05	0.0043
5	15	438.15	6572.25	100	9.0909	6	10.91	0.0006	0.00017	0.0067
4	12	438.15	5257.8	100	7.2727	7	12.73	0.0008	0.00025	0.0096
3	9	438.15	3943.35	100	5.4545	8	14.55	0.0009	0.00035	0.013
2	6	438.15	2628.9	100	3.6364	9	16.36	0.001	0.00047	0.0169
1	3	438.15	1314.45	100	1.8182	10	18.18	0.0012	0.00058	0.021
TOPLAM		4381.5	72294.75						0.00199	0.0757
$T_p^{(x)} = 1.019483007$										
BİNA NO: 80 (15)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	304.2	9126	100	18.182	1	1.818	7E-05	1.7E-06	0.0001
9	27	304.2	8213.4	100	16.364	2	3.636	0.0002	1.6E-05	0.0008
8	24	304.2	7300.8	100	14.545	3	5.455	0.0004	6.1E-05	0.0024
7	21	304.2	6388.2	100	12.727	4	7.273	0.0007	0.00015	0.005
6	18	304.2	5475.6	100	10.909	5	9.091	0.001	0.00028	0.0087
5	15	304.2	4563	100	9.0909	6	10.91	0.0012	0.00046	0.0134
4	12	304.2	3650.4	100	7.2727	7	12.73	0.0015	0.00068	0.019
3	9	304.2	2737.8	100	5.4545	8	14.55	0.0017	0.00093	0.0254
2	6	304.2	1825.2	100	3.6364	9	16.36	0.002	0.00119	0.0324
1	3	304.2	912.6	100	1.8182	10	18.18	0.0022	0.00147	0.0399
TOPLAM		3042	50193						0.00523	0.1473
$T_p^{(x)} = 1.183154566$										
5 KATLI BİNALAR (C20)										
BİNA NO: 51 (16)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df

Ek 4'ün devamı

5	15	443.34	6650.085	100	33.333	1	6.667	0.0011	0.00055	0.0075
4	12	443.34	5320.068	100	26.667	2	13.33	0.0027	0.0033	0.0364
3	9	443.34	3990.051	100	20	3	20	0.0042	0.00774	0.0836
2	6	443.34	2660.034	100	13.333	4	26.67	0.0053	0.01234	0.1407
1	3	443.34	1330.017	100	6.6667	5	33.33	0.0059	0.01562	0.1978
TOPLAM			19950.26						0.03955	0.4659
$T_p^{(x)} = 1.829661466$										
BİNA NO: 52 (17)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	2637.8	39566.85	100	33.333	1	6.667	7E-05	1.3E-05	0.0005
4	12	2637.8	31653.48	100	26.667	2	13.33	0.0002	0.00012	0.0028
3	9	2637.8	23740.11	100	20	3	20	0.0004	0.00039	0.0077
2	6	2637.8	15826.74	100	13.333	4	26.67	0.0006	0.00087	0.0153
1	3	2637.8	7913.37	100	6.6667	5	33.33	0.0008	0.00156	0.0256
TOPLAM			118700.6			Kat No			0.00295	0.0519
$T_p^{(x)} = 1.497090062$										
BİNA NO: 53 (18)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	585.9	8788.5	100	33.333	1	6.667	0.0004	9.8E-05	0.0027
4	12	585.9	7030.8	100	26.667	2	13.33	0.001	0.00059	0.0134
3	9	585.9	5273.1	100	20	3	20	0.0015	0.0014	0.0309
2	6	585.9	3515.4	100	13.333	4	26.67	0.002	0.00224	0.0522
1	3	585.9	1757.7	100	6.6667	5	33.33	0.0022	0.00289	0.074
TOPLAM			26365.5						0.00722	0.1733
$T_p^{(x)} = 1.282357361$										
BİNA NO: 54 (19)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	607.5	9112.5	100	33.333	1	6.667	6E-05	2.5E-06	0.0004
4	12	607.5	7290	100	26.667	2	13.33	0.0002	2.1E-05	0.0025
3	9	607.5	5467.5	100	20	3	20	0.0003	6.4E-05	0.0065
2	6	607.5	3645	100	13.333	4	26.67	0.0005	0.00013	0.0125
1	3	607.5	1822.5	100	6.6667	5	33.33	0.0006	0.00023	0.0204
TOPLAM			27337.5						0.00045	0.0422
$T_p^{(x)} = 0.646050649$										
BİNA NO: 55 (20)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	388	5820	100	25.481	1	12.95	0.0004	4.8E-05	0.0046
4	12	388	4656	100	20.385	2	15.29	0.0008	0.00026	0.0126
3	9	388	3492	100	15.289	3	20.39	0.0014	0.00073	0.0279
2	6	985.8	5914.8	100	25.896	4	25.48	0.0019	0.00337	0.0471

Ek 4'ün devamı

1	3	985.8	2957.4	100	12.948	5	25.9	0.0021	0.00454	0.0555
TOPLAM			22840.2						0.00895	0.1478
$T_p^{(x)} = 1.545431568$										
BİNA NO: 56 (21)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	418.9	6283.5	100	25.735	1	12.75	8E-05	2.7E-06	0.001
4	12	418.9	5026.8	100	20.588	2	15.44	0.0003	2.8E-05	0.004
3	9	418.9	3770.1	100	15.441	3	20.59	0.0005	8.9E-05	0.0095
2	6	1037.3	6223.8	100	25.491	4	25.49	0.0007	0.00052	0.0181
1	3	1037.3	3111.9	100	12.745	5	25.74	0.001	0.00096	0.0247
TOPLAM			24416.1						0.0016	0.0573
$T_p^{(x)} = 1.048640897$										
BİNA NO: 57 (22)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	603.6	9054	100	33.333	1	6.667	0.0008	0.00039	0.0054
4	12	603.6	7243.2	100	26.667	2	13.33	0.0019	0.00218	0.0253
3	9	603.6	5432.4	100	20	3	20	0.0029	0.00498	0.0574
2	6	603.6	3621.6	100	13.333	4	26.67	0.0036	0.00784	0.0961
1	3	603.6	1810.8	100	6.6667	5	33.33	0.004	0.00986	0.1347
TOPLAM			27162						0.02525	0.319
$T_p^{(x)} = 1.766974542$										
BİNA NO: 58 (23)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	664.65	9969.75	100	33.333	1	6.667	0.0001	1E-05	0.0008
4	12	664.65	7975.8	100	26.667	2	13.33	0.0003	6.8E-05	0.0043
3	9	664.65	5981.85	100	20	3	20	0.0005	0.00019	0.0108
2	6	664.65	3987.9	100	13.333	4	26.67	0.0008	0.00038	0.0201
1	3	664.65	1993.95	100	6.6667	5	33.33	0.0009	0.00057	0.031
TOPLAM			29909.25						0.00122	0.067
$T_p^{(x)} = 0.849037545$										
BİNA NO: 59 (24)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	674.4	10116.03	100	33.333	1	6.667	0.0009	0.00054	0.006
4	12	674.4	8092.824	100	26.667	2	13.33	0.0021	0.00296	0.0279
3	9	674.4	6069.618	100	20	3	20	0.0032	0.00675	0.0633
2	6	674.4	4046.412	100	13.333	4	26.67	0.004	0.01066	0.106
1	3	674.4	2023.206	100	6.6667	5	33.33	0.0045	0.01355	0.1494
TOPLAM			30348.09						0.03446	0.3526
$T_p^{(x)} = 1.963257914$										

Ek 4'ün devamı

BİNA NO: 60 (25)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	793.78	11906.7	100	33.333	1	6.667	5E-05	2.3E-06	0.0004
4	12	793.78	9525.36	100	26.667	2	13.33	0.0002	2E-05	0.0021
3	9	793.78	7144.02	100	20	3	20	0.0003	5.8E-05	0.0054
2	6	793.78	4762.68	100	13.333	4	26.67	0.0004	0.00012	0.0102
1	3	793.78	2381.34	100	6.6667	5	33.33	0.0005	0.0002	0.0166
TOPLAM			35720.1						0.00039	0.0347
$T_p^{(X)} = 0.668697906$										
BİNA NO: 61 (26)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	20	1755.6	35111.2	100	33.333	1	6.667	0.0011	0.00221	0.0075
4	16	1755.6	28088.96	100	26.667	2	13.33	0.0028	0.01338	0.0368
3	12	1755.6	21066.72	100	20	3	20	0.0042	0.03141	0.0846
2	8	1755.6	14044.48	100	13.333	4	26.67	0.0053	0.05002	0.1423
1	4	1755.6	7022.24	100	6.6667	5	33.33	0.006	0.06322	0.2
TOPLAM			105333.6						0.16025	0.4713
$T_p^{(X)} = 3.662046624$										
BİNA NO: 62 (27)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	20	1831.5	36629	100	33.333	1	6.667	0.0002	0.0001	0.0016
4	16	1831.5	29303.2	100	26.667	2	13.33	0.0007	0.0008	0.0088
3	12	1831.5	21977.4	100	20	3	20	0.0011	0.00235	0.0226
2	8	1831.5	14651.6	100	13.333	4	26.67	0.0016	0.00471	0.0427
1	4	1831.5	7325.8	100	6.6667	5	33.33	0.002	0.00727	0.0664
TOPLAM			109887						0.01523	0.1422
$T_p^{(X)} = 2.055087519$										
BİNA NO: 63 (28)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	626.4	9396	100	33.333	1	6.667	0.0009	0.00046	0.0057
4	12	626.4	7516.8	100	26.667	2	13.33	0.0021	0.00268	0.0276
3	9	626.4	5637.6	100	20	3	20	0.0032	0.00626	0.0632
2	6	626.4	3758.4	100	13.333	4	26.67	0.004	0.00998	0.1065
1	3	626.4	1879.2	100	6.6667	5	33.33	0.0045	0.01263	0.1497
TOPLAM			28188						0.03202	0.3527
$T_p^{(X)} = 1.892254492$										
BİNA NO: 64 (29)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	679.8	10197	100	33.333	1	6.667	0.0001	1.1E-05	0.0009

Ek 4'ün devamı

4	12	679.8	8157.6	100	26.667	2	13.33	0.0004	0.00011	0.0053
3	9	679.8	6118.2	100	20	3	20	0.0007	0.00036	0.0145
2	6	679.8	4078.8	100	13.333	4	26.67	0.0011	0.00078	0.0285
1	3	679.8	2039.4	100	6.6667	5	33.33	0.0014	0.00132	0.0464
TOPLAM			30591						0.00257	0.0956
$T_p^{(x)} = 1.030089151$										
BİNA NO: 65 (30)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	320.25	4803.75	100	33.333	1	6.667	0.0015	0.00073	0.0101
4	12	320.25	3843	100	26.667	2	13.33	0.0036	0.00415	0.048
3	9	320.25	2882.25	100	20	3	20	0.0055	0.00956	0.1093
2	6	320.25	1921.5	100	13.333	4	26.67	0.0069	0.01512	0.1833
1	3	320.25	960.75	100	6.6667	5	33.33	0.0077	0.01902	0.2569
TOPLAM			14411.25						0.04858	0.6074
$T_p^{(x)} = 1.775948866$										
4 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 11 (1)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	534.84	6418.104	100	40	1	10	9E-05	4.1E-06	0.0009
3	9	534.84	4813.578	100	30	2	20	0.0002	2.9E-05	0.0047
2	6	534.84	3209.052	100	20	3	30	0.0004	8.1E-05	0.0117
1	3	534.84	1604.526	100	10	4	40	0.0005	0.00015	0.0209
TOPLAM			16045.26						0.00026	0.0381
$T_p^{(x)} = 0.518695702$										
BİNA NO: 12 (2)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	621.68	7460.16	100	40	1	10	0.0004	0.00011	0.0042
3	9	621.68	5595.12	100	30	2	20	0.001	0.00067	0.0208
2	6	621.68	3730.08	100	20	3	30	0.0016	0.0015	0.0466
1	3	621.68	1865.04	100	10	4	40	0.0019	0.00219	0.0752
TOPLAM			18650.4						0.00448	0.1468
$T_p^{(x)} = 1.097048238$										
BİNA NO: 13 (3)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	663.98	7967.76	100	40	1	10	8E-05	4.1E-06	0.0008
3	9	663.98	5975.82	100	30	2	20	0.0002	3.3E-05	0.0045
2	6	663.98	3983.88	100	20	3	30	0.0004	0.0001	0.0117
1	3	663.98	1991.94	100	10	4	40	0.0005	0.0002	0.0218
TOPLAM			19919.4						0.00033	0.0387

Ek 4'ün devamı

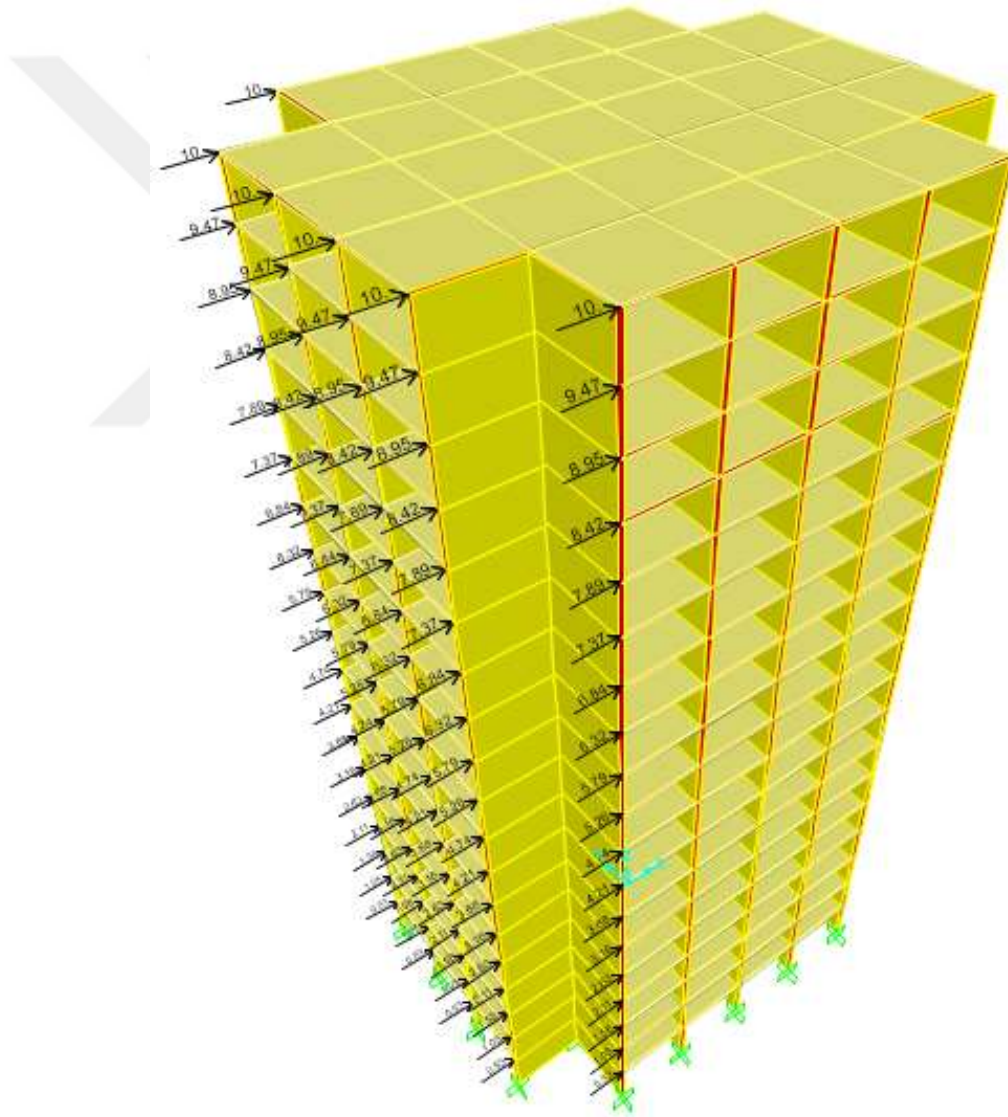
$T_p^{(x)} = 0.583681431$										
BİNA NO: 14 (11)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	353.5	4242	100	40	1	10	0.0007	0.00016	0.0068
3	9	353.5	3181.5	100	30	2	20	0.0016	0.00094	0.0326
2	6	353.5	2121	100	20	3	30	0.0024	0.00205	0.0723
1	3	353.5	1060.5	100	10	4	40	0.0029	0.00295	0.1156
TOPLAM			10605						0.00611	0.2273
$T_p^{(x)} = 1.029473737$										
BİNA NO: 15 (12)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	407.56	4890.72	100	40	1	10	4E-05	5.6E-07	0.0004
3	9	407.56	3668.04	100	30	2	20	0.0001	6.9E-06	0.0026
2	6	407.56	2445.36	100	20	3	30	0.0002	2.5E-05	0.0074
1	3	407.56	1222.68	100	10	4	40	0.0004	5.7E-05	0.015
TOPLAM			12226.8						8.9E-05	0.0253
$T_p^{(x)} = 0.372644755$										
BİNA NO: 16 (24)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	674.4	8092.824	100	40	1	10	0.0005	0.00014	0.0045
3	9	674.4	6069.618	100	30	2	20	0.001	0.00072	0.0207
2	6	674.4	4046.412	100	20	3	30	0.0015	0.00153	0.0452
1	3	674.4	2023.206	100	10	4	40	0.0018	0.0022	0.0723
TOPLAM			20232.06						0.0046	0.1428
$T_p^{(x)} = 1.126902987$										
BİNA NO: 17 (25)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	12	793.78	9525.36	100	40	1	10	3E-05	6.2E-07	0.0003
3	9	793.78	7144.02	100	30	2	20	8E-05	4.5E-06	0.0015
2	6	793.78	4762.68	100	20	3	30	0.0001	1.2E-05	0.0037
1	3	793.78	2381.34	100	10	4	40	0.0002	2.3E-05	0.0069
TOPLAM			23813.4						4.1E-05	0.0124
$T_p^{(x)} = 0.359981481$										
BİNA NO: 18 (26)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
4	16	1755.6	28088.96	100	40	1	10	0.0006	0.00054	0.0056
3	12	1755.6	21066.72	100	30	2	20	0.0013	0.00314	0.0267
2	8	1755.6	14044.48	100	20	3	30	0.002	0.00682	0.0591
1	4	1755.6	7022.24	100	10	4	40	0.0024	0.00978	0.0944

Ek 4'ün devamı

$T_p^{(x)} = 0.131455417$										
BİNA NO: 5 (5)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	411	1233	100	100	1	100	0.0003	3.4E-05	0.0288
TOPLAM		411	1233						3.4E-05	0.0288
$T_p^{(x)} = 0.216061207$										
BİNA NO: 6 (6)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	500.78	1502.325	100	100	1	100	0.0002	2.2E-05	0.0211
TOPLAM		500.78	1502.325						2.2E-05	0.0211
$T_p^{(x)} = 0.204137218$										
BİNA NO: 7 (7)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	561.98	1685.925	100	100	1	100	0.0001	6E-06	0.0103
TOPLAM		561.98	1685.925						6E-06	0.0103
$T_p^{(x)} = 0.151090359$										
BİNA NO: 8 (8)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	520.65	1561.95	100	100	1	100	0.0003	6.1E-05	0.0341
TOPLAM		520.65	1561.95						6.1E-05	0.0341
$T_p^{(x)} = 0.264612143$										
BİNA NO: 9 (9)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	565.95	1697.85	100	100	1	100	1E-04	5.3E-06	0.0097
TOPLAM		565.95	1697.85						5.3E-06	0.0097
$T_p^{(x)} = 0.147141285$										
BİNA NO: 10 (10)										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	1022.8	3068.25	100	100	1	100	3E-05	7.5E-07	0.0027
TOPLAM		1022.8	3068.25						7.5E-07	0.0027
$T_p^{(x)} = 0.104358126$										

Ek 4'ün devamı

Söz konusu Rayleigh Formülü, sadece perdeli taşıyıcı sistemlerden meydana gelen binalara da uygulanmış ve bulunan periyot değerleri ile birlikte hesap adımları tablo halinde gösterilmiştir. Yine bulunan eşdeğer deprem kuvvetlerinin ilgili binalara uygulanması da şekilde belirtildiği gibidir. Ayrıca işlem hacmini düşürmek maksadıyla 15. kattan itibaren, aynı kat sayısına ve farklı beton sınıflarına sahip olan binalar için istatistiksel yaklaşım kullanılarak ilgili kuvvet ve periyot değerleri bulunmuştur.



Eşdeğer deprem yüklerinin perdeli binalarda katlara dağıtılması

Ek 4'ün devamı

Rayleigh Formülü'nün perdeli binalara uygulanması

PERDELİ BİNALAR										
1 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 1 (1) C30										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	2E-05	1.4E-07	0.002
TOPLAM		348.75	1046.25						1.4E-07	0.002
$T_p^{(x)} = 0.05244834$										
BİNA NO: 1 (2) C20										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	3E-05	3.1E-07	0.003
TOPLAM		348.75	1046.25						3.1E-07	0.003
$T_p^{(x)} = 0.064235836$										
BİNA NO: 1 (3) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	2E-05	2E-07	0.0024
TOPLAM		348.75	1046.25						2E-07	0.0024
$T_p^{(x)} = 0.057454278$										
BİNA NO: 1 (4) C35										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	2E-05	1E-07	0.0017
TOPLAM		348.75	1046.25						1E-07	0.0017
$T_p^{(x)} = 0.048354981$										
BİNA NO: 1 (5) C40										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	2E-05	7.8E-08	0.0015
TOPLAM		348.75	1046.25						7.8E-08	0.0015
$T_p^{(x)} = 0.045421595$										
BİNA NO: 1 (6) C45										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	1E-05	5.9E-08	0.0013
TOPLAM		348.75	1046.25						5.9E-08	0.0013
$T_p^{(x)} = 0.042285204$										
BİNA NO: 1 (7) C50										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	1E-05	5E-08	0.0012
TOPLAM		348.75	1046.25						5E-08	0.0012
$T_p^{(x)} = 0.04062631$										

Ek 4'ün devamı

BİNA NO: 1 (8) C55										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	1E-05	4.2E-08	0.0011
TOPLAM		348.75	1046.25						4.2E-08	0.0011
$T_p^{(X)} = 0.03889673$										
BİNA NO: 1 (9) C60										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
1	3	348.75	1046.25	100	100	1	100	1E-05	3.5E-08	0.001
TOPLAM		348.75	1046.25						3.5E-08	0.001
$T_p^{(X)} = 0.037086577$										
5 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 10 (1) C30										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-1E-06	3.5E-10	-7E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	9E-06	2.6E-08	0.0001
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	2E-05	1.5E-07	0.0004
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	3E-05	3.8E-07	0.0009
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	5E-05	7.1E-07	0.0015
TOPLAM			15693.75						1.3E-06	0.0029
$T_p^{(X)} = 0.131031145$										
BİNA NO: 11 (1) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-1E-06	5.1E-10	-8E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	1E-05	3.5E-08	0.0001
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	3E-05	2.2E-07	0.0005
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	4E-05	5.3E-07	0.001
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	6E-05	1.1E-06	0.0018
TOPLAM			15693.75						1.8E-06	0.0035
$T_p^{(X)} = 0.143970784$										
BİNA NO: 12 (1) C20										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-2E-06	7.9E-10	-1E-05
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	1E-05	5.9E-08	0.0002
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	3E-05	3.4E-07	0.0006
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	5E-05	8.4E-07	0.0013
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	7E-05	1.6E-06	0.0023
TOPLAM			15693.75						2.8E-06	0.0044
$T_p^{(X)} = 0.160477729$										
BİNA NO: 13 (1) C35										

Ek 4'ün devamı

Kat No	H	Mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-9E-07	2.6E-10	-6E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	7E-06	1.9E-08	1E-04
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	2E-05	1.1E-07	0.0004
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	3E-05	2.7E-07	0.0007
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	4E-05	5.3E-07	0.0013
TOPLAM			15693.75						9.4E-07	0.0025
$T_p^{(x)} = 0.12153859$										
BİNA NO: 14 (1) C40										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-8E-07	2E-10	-5E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	6E-06	1.5E-08	9E-05
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	2E-05	8.9E-08	0.0003
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	3E-05	2.2E-07	0.0007
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	3E-05	4E-07	0.0011
TOPLAM			15693.75						7.3E-07	0.0022
$T_p^{(x)} = 0.113986963$										
BİNA NO: 15 (1) C45										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-7E-07	1.6E-10	-4E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	6E-06	1.2E-08	8E-05
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	1E-05	6.8E-08	0.0003
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	2E-05	1.7E-07	0.0006
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	3E-05	3.1E-07	0.001
TOPLAM			15693.75						5.6E-07	0.0019
$T_p^{(x)} = 0.106986528$										
BİNA NO: 16 (1) C50										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-6E-07	1.3E-10	-4E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	5E-06	9.3E-09	7E-05
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	1E-05	5E-08	0.0002
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	2E-05	1.4E-07	0.0005
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	3E-05	2.5E-07	0.0009
TOPLAM			15693.75						4.5E-07	0.0017
$T_p^{(x)} = 0.101425889$										
BİNA NO: 17 (1) C55										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-5E-07	1E-10	-4E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	5E-06	7.7E-09	6E-05

Ek 4'ün devamı

3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	1E-05	4.2E-08	0.0002
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	2E-05	1.1E-07	0.0005
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	3E-05	2.2E-07	0.0008
TOPLAM			15693.75						3.8E-07	0.0016
$T_p^{(x)} = 0.097137631$										
BİNA NO: 18 (1) C60										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
5	15	348.75	5231.25	100	33.333	1	6.667	-5E-07	8.8E-11	-3E-06
4	12	348.75	4185	100	26.667	2	13.33	4E-06	6.5E-09	6E-05
3	9	348.75	3138.75	100	20	3	20	1E-05	3.5E-08	0.0002
2	6	348.75	2092.5	100	13.333	4	26.67	2E-05	8.9E-08	0.0004
1	3	348.75	1046.25	100	6.6667	5	33.33	2E-05	1.8E-07	0.0008
TOPLAM			15693.75						3.2E-07	0.0014
$T_p^{(x)} = 0.092674109$										
10 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 19 (1) C30										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-1E-05	5.9E-08	-2E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-7E-06	1.6E-08	-2E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	6E-06	1.3E-08	3E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	2E-05	1.5E-07	0.0002
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	4E-05	4.8E-07	0.0003
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	5E-05	9.4E-07	0.0006
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	7E-05	1.6E-06	0.0009
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	8E-05	2.3E-06	0.0012
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	1E-04	3.3E-06	0.0016
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	0.0001	4.5E-06	0.0021
TOPLAM		3487.5	57543.75						1.3E-05	0.0068
$T_p^{(x)} = 0.279964839$										
BİNA NO: 20 (1) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-2E-05	8.9E-08	-3E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-8E-06	2.3E-08	-3E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	7E-06	1.9E-08	4E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	3E-05	2.2E-07	0.0002
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	4E-05	6.8E-07	0.0004
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	6E-05	1.4E-06	0.0007
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	8E-05	2.3E-06	0.001
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	1E-04	3.4E-06	0.0014
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	0.0001	4.8E-06	0.0019

Ek 4'ün devamı

1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	0.0001	6.5E-06	0.0025
TOPLAM		3487.5	57543.75						1.9E-05	0.0081
$T_p^{(X)} = 0.307110014$										
BİNA NO: 21 (1) C35										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-1E-05	4.2E-08	-2E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-6E-06	1.2E-08	-2E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	5E-06	9.6E-09	3E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	2E-05	1.1E-07	0.0001
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	3E-05	3.4E-07	0.0003
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	5E-05	7.1E-07	0.0005
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	6E-05	1.2E-06	0.0007
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	7E-05	1.8E-06	0.001
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	8E-05	2.4E-06	0.0014
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	1E-04	3.3E-06	0.0018
TOPLAM		3487.5	57543.75						9.9E-06	0.0058
$T_p^{(X)} = 0.259430033$										
BİNA NO: 22 (1) C40										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-1E-05	3.5E-08	-2E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-5E-06	9.1E-09	-2E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	5E-06	7.3E-09	2E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	2E-05	8.9E-08	0.0001
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	3E-05	2.5E-07	0.0002
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	4E-05	5.3E-07	0.0004
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	5E-05	9.1E-07	0.0006
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	6E-05	1.3E-06	0.0009
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	7E-05	1.9E-06	0.0012
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	9E-05	2.5E-06	0.0015
TOPLAM		3487.5	57543.75						7.6E-06	0.0051
$T_p^{(X)} = 0.242445452$										
BİNA NO: 23 (1) C45										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-9E-06	2.7E-08	-2E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-5E-06	7.2E-09	-2E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	4E-06	5.8E-09	2E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	1E-05	6.8E-08	0.0001
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	2E-05	2E-07	0.0002
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	4E-05	4.3E-07	0.0004
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	5E-05	7.1E-07	0.0006

Ek 4'ün devamı

3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	6E-05	1.1E-06	0.0008
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	7E-05	1.5E-06	0.0011
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	8E-05	2E-06	0.0014
TOPLAM		3487.5	57543.75						6E-06	0.0045
$T_p^{(x)} = 0.228802274$										
BİNA NO: 24 (1) C50										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-8E-06	2.2E-08	-1E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-4E-06	5.8E-09	-1E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	4E-06	4.7E-09	2E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	1E-05	5.9E-08	9E-05
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	2E-05	1.7E-07	0.0002
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	3E-05	3.4E-07	0.0003
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	4E-05	5.9E-07	0.0005
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	5E-05	8.4E-07	0.0007
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	6E-05	1.2E-06	0.0009
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	7E-05	1.6E-06	0.0012
TOPLAM		3487.5	57543.75						4.8E-06	0.004
$T_p^{(x)} = 0.216491419$										
BİNA NO: 25 (1) C55										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-7E-06	1.8E-08	-1E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-4E-06	4.8E-09	-1E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	3E-06	3.9E-09	2E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	1E-05	4.2E-08	8E-05
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	2E-05	1.4E-07	0.0002
5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	3E-05	2.7E-07	0.0003
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	4E-05	4.8E-07	0.0005
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	5E-05	7.1E-07	0.0007
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	5E-05	9.8E-07	0.0009
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	6E-05	1.3E-06	0.0011
TOPLAM		3487.5	57543.75						4E-06	0.0037
$T_p^{(x)} = 0.206721483$										
BİNA NO: 26 (1) C60										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
10	30	348.75	10462.5	100	18.182	1	1.818	-7E-06	1.5E-08	-1E-05
9	27	348.75	9416.25	100	16.364	2	3.636	-3E-06	4.1E-09	-1E-05
8	24	348.75	8370	100	14.545	3	5.455	3E-06	3.3E-09	2E-05
7	21	348.75	7323.75	100	12.727	4	7.273	1E-05	3.5E-08	7E-05
6	18	348.75	6277.5	100	10.909	5	9.091	2E-05	1.1E-07	0.0002

Ek 4'ün devamı

5	15	348.75	5231.25	100	9.0909	6	10.91	3E-05	2.4E-07	0.0003
4	12	348.75	4185	100	7.2727	7	12.73	3E-05	4E-07	0.0004
3	9	348.75	3138.75	100	5.4545	8	14.55	4E-05	5.9E-07	0.0006
2	6	348.75	2092.5	100	3.6364	9	16.36	5E-05	8.4E-07	0.0008
1	3	348.75	1046.25	100	1.8182	10	18.18	6E-05	1.1E-06	0.001
TOPLAM		3487.5	57543.75						3.4E-06	0.0034
$T_p^{(X)} = 0.198202789$										
15 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 27 (1) C30										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
15	45	348.75	15693.75	100	14.286	1	0.952	-2E-05	2E-07	-2E-05
14	42	348.75	14647.5	100	13.333	2	1.905	-2E-05	1.1E-07	-3E-05
13	39	348.75	13601.25	100	12.381	3	2.857	-2E-06	1.7E-09	-6E-06
12	36	348.75	12555	100	11.429	4	3.81	2E-05	1E-07	6E-05
11	33	348.75	11508.75	100	10.476	5	4.762	4E-05	5.3E-07	0.0002
10	30	348.75	10462.5	100	9.5238	6	5.714	6E-05	1.4E-06	0.0004
9	27	348.75	9416.25	100	8.5714	7	6.667	9E-05	2.6E-06	0.0006
8	24	348.75	8370	100	7.619	8	7.619	0.0001	4.3E-06	0.0008
7	21	348.75	7323.75	100	6.6667	9	8.571	0.0001	6.5E-06	0.0012
6	18	348.75	6277.5	100	5.7143	10	9.524	0.0002	9E-06	0.0015
5	15	348.75	5231.25	100	4.7619	11	10.48	0.0002	1.2E-05	0.0019
4	12	348.75	4185	100	3.8095	12	11.43	0.0002	1.5E-05	0.0024
3	9	348.75	3138.75	100	2.8571	13	12.38	0.0002	1.9E-05	0.0029
2	6	348.75	2092.5	100	1.9048	14	13.33	0.0003	2.3E-05	0.0034
1	3	348.75	1046.25	100	0.9524	15	14.29	0.0003	2.8E-05	0.004
TOPLAM		3487.5	109856.3						0.00012	0.0193
$T_p^{(X)} = 0.497677547$										
19 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 35 (2) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
19	57	746.25	42536.25	100	10	1	0.526	-7E-05	3.5E-06	-4E-05
18	54	746.25	40297.5	100	9.4737	2	1.053	-7E-05	3.2E-06	-7E-05
17	51	746.25	38058.75	100	8.9474	3	1.579	-5E-05	2.2E-06	-9E-05
16	48	746.25	35820	100	8.4211	4	2.105	-5E-05	2.2E-06	-1E-04
15	45	746.25	33581.25	100	7.8947	5	2.632	-4E-05	1.1E-06	-1E-04
14	42	746.25	31342.5	100	7.3684	6	3.158	-2E-05	2.7E-07	-6E-05
13	39	746.25	29103.75	100	6.8421	7	3.684	1E-06	1E-09	4E-06
12	36	746.25	26865	100	6.3158	8	4.211	2E-05	3.6E-07	9E-05
11	33	746.25	24626.25	100	5.7895	9	4.737	4E-05	1.4E-06	0.0002
10	30	746.25	22387.5	100	5.2632	10	5.263	7E-05	3.3E-06	0.0004

Ek 4'ün devamı

9	27	746.25	20148.75	100	4.7368	11	5.789	9E-05	5.9E-06	0.0005
8	24	746.25	17910	100	4.2105	12	6.316	0.0001	9.4E-06	0.0007
7	21	746.25	15671.25	100	3.6842	13	6.842	0.0001	1.3E-05	0.0009
6	18	746.25	13432.5	100	3.1579	14	7.368	0.0002	1.8E-05	0.0011
5	15	746.25	11193.75	100	2.6316	15	7.895	0.0002	2.4E-05	0.0014
4	12	746.25	8955	100	2.1053	16	8.421	0.0002	3E-05	0.0017
3	9	746.25	6716.25	100	1.5789	17	8.947	0.0002	3.6E-05	0.002
2	6	746.25	4477.5	100	1.0526	18	9.474	0.0002	4.3E-05	0.0023
1	3	746.25	2238.75	100	0.5263	19	10	0.0003	4.9E-05	0.0026
TOPLAM			425362.5						0.00025	0.0134
$T_p^{(x)} = 0.85181674$										
20 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 43 (1) C20										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
20	60	348.75	20925	100	9.5238	1	0.476	-3E-05	2.7E-07	-1E-05
19	57	348.75	19878.75	100	9.0476	2	0.952	8E-06	2E-08	7E-06
18	54	348.75	18832.5	100	8.5714	3	1.429	7E-05	1.7E-06	1E-04
17	51	348.75	17786.25	100	8.0952	4	1.905	0.0001	7.1E-06	0.0003
16	48	348.75	16740	100	7.619	5	2.381	0.0002	1.8E-05	0.0005
15	45	348.75	15693.75	100	7.1429	6	2.857	0.0003	3.5E-05	0.0009
14	42	348.75	14647.5	100	6.6667	7	3.333	0.0004	6E-05	0.0014
13	39	348.75	13601.25	100	6.1905	8	3.81	0.0005	9.2E-05	0.002
12	36	348.75	12555	100	5.7143	9	4.286	0.0006	0.00013	0.0026
11	33	348.75	11508.75	100	5.2381	10	4.762	0.0007	0.00018	0.0034
10	30	348.75	10462.5	100	4.7619	11	5.238	0.0008	0.00024	0.0043
9	27	348.75	9416.25	100	4.2857	12	5.714	0.0009	0.00031	0.0053
8	24	348.75	8370	100	3.8095	13	6.19	0.001	0.00038	0.0065
7	21	348.75	7323.75	100	3.3333	14	6.667	0.0011	0.00046	0.0077
6	18	348.75	6277.5	100	2.8571	15	7.143	0.0013	0.00055	0.009
5	15	348.75	5231.25	100	2.381	16	7.619	0.0014	0.00064	0.0103
4	12	348.75	4185	100	1.9048	17	8.095	0.0015	0.00074	0.0118
3	9	348.75	3138.75	100	1.4286	18	8.571	0.0016	0.00085	0.0134
2	6	348.75	2092.5	100	0.9524	19	9.048	0.0017	0.00096	0.015
1	3	348.75	1046.25	100	0.4762	20	9.524	0.0018	0.00109	0.0168
TOPLAM		3487.5	219712.5						0.00676	0.1114
$T_p^{(x)} = 1.546115697$										
25 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 52 (2) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
25	75	746.25	55968.75	100	7.6923	1	0.308	-1E-04	6.9E-06	-3E-05

Ek 4'ün devamı

24	72	746.25	53730	100	7.3846	2	0.615	-1E-04	6.9E-06	-6E-05
23	69	746.25	51491.25	100	7.0769	3	0.923	-9E-05	5.5E-06	-8E-05
22	66	746.25	49252.5	100	6.7692	4	1.231	-7E-05	4.1E-06	-9E-05
21	63	746.25	47013.75	100	6.4615	5	1.538	-7E-05	3.5E-06	-1E-04
20	60	746.25	44775	100	6.1538	6	1.846	-5E-05	1.6E-06	-8E-05
19	57	746.25	42536.25	100	5.8462	7	2.154	-2E-05	3.6E-07	-5E-05
18	54	746.25	40297.5	100	5.5385	8	2.462	4E-06	1.4E-08	1E-05
17	51	746.25	38058.75	100	5.2308	9	2.769	3E-05	7.2E-07	9E-05
16	48	746.25	35820	100	4.9231	10	3.077	6E-05	2.6E-06	0.0002
15	45	746.25	33581.25	100	4.6154	11	3.385	9E-05	5.8E-06	0.0003
14	42	746.25	31342.5	100	4.3077	12	3.692	0.0001	1E-05	0.0004
13	39	746.25	29103.75	100	4	13	4	0.0001	1.6E-05	0.0006
12	36	746.25	26865	100	3.6923	14	4.308	0.0002	2.4E-05	0.0008
11	33	746.25	24626.25	100	3.3846	15	4.615	0.0002	3.3E-05	0.001
10	30	746.25	22387.5	100	3.0769	16	4.923	0.0002	4.3E-05	0.0012
9	27	746.25	20148.75	100	2.7692	17	5.231	0.0003	5.5E-05	0.0014
8	24	746.25	17910	100	2.4615	18	5.538	0.0003	6.9E-05	0.0017
7	21	746.25	15671.25	100	2.1538	19	5.846	0.0003	8.3E-05	0.002
6	18	746.25	13432.5	100	1.8462	20	6.154	0.0004	9.9E-05	0.0022
5	15	746.25	11193.75	100	1.5385	21	6.462	0.0004	0.00012	0.0026
4	12	746.25	8955	100	1.2308	22	6.769	0.0004	0.00014	0.0029
3	9	746.25	6716.25	100	0.9231	23	7.077	0.0005	0.00016	0.0032
2	6	746.25	4477.5	100	0.6154	24	7.385	0.0005	0.00018	0.0036
1	3	746.25	2238.75	100	0.3077	25	7.692	0.0005	0.00019	0.0039
TOPLAM			727593.8						0.00125	0.0275
$T_p^{(x)} = 1.33737504$										
30 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 60 (2) C25										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
30	90	746.25	67162.5	100	6.4516	1	0.215	-1E-04	1.1E-05	-3E-05
29	87	746.25	64923.75	100	6.2366	2	0.43	-1E-04	1.1E-05	-5E-05
28	84	746.25	62685	100	6.0215	3	0.645	-1E-04	9.2E-06	-7E-05
27	81	746.25	60446.25	100	5.8065	4	0.86	-9E-05	6.3E-06	-8E-05
26	78	746.25	58207.5	100	5.5914	5	1.075	-9E-05	6E-06	-1E-04
25	75	746.25	55968.75	100	5.3763	6	1.29	-7E-05	3.5E-06	-9E-05
24	72	746.25	53730	100	5.1613	7	1.505	-4E-05	1.3E-06	-6E-05
23	69	746.25	51491.25	100	4.9462	8	1.72	-1E-05	9E-08	-2E-05
22	66	746.25	49252.5	100	4.7312	9	1.935	2E-05	3E-07	4E-05
21	63	746.25	47013.75	100	4.5161	10	2.151	5E-05	2.1E-06	0.0001
20	60	746.25	44775	100	4.3011	11	2.366	9E-05	5.6E-06	0.0002
19	57	746.25	42536.25	100	4.086	12	2.581	0.0001	1.1E-05	0.0003

Ek 4'ün devamı

18	54	746.25	40297.5	100	3.871	13	2.796	0.0002	1.9E-05	0.0004
17	51	746.25	38058.75	100	3.6559	14	3.011	0.0002	2.8E-05	0.0006
16	48	746.25	35820	100	3.4409	15	3.226	0.0002	4.1E-05	0.0008
15	45	746.25	33581.25	100	3.2258	16	3.441	0.0003	5.5E-05	0.0009
14	42	746.25	31342.5	100	3.0108	17	3.656	0.0003	7.2E-05	0.0011
13	39	746.25	29103.75	100	2.7957	18	3.871	0.0004	9.2E-05	0.0014
12	36	746.25	26865	100	2.5806	19	4.086	0.0004	0.00011	0.0016
11	33	746.25	24626.25	100	2.3656	20	4.301	0.0004	0.00014	0.0019
10	30	746.25	22387.5	100	2.1505	21	4.516	0.0005	0.00017	0.0021
9	27	746.25	20148.75	100	1.9355	22	4.731	0.0005	0.0002	0.0024
8	24	746.25	17910	100	1.7204	23	4.946	0.0006	0.00023	0.0027
7	21	746.25	15671.25	100	1.5054	24	5.161	0.0006	0.00026	0.0031
6	18	746.25	13432.5	100	1.2903	25	5.376	0.0006	0.0003	0.0034
5	15	746.25	11193.75	100	1.0753	26	5.591	0.0007	0.00034	0.0038
4	12	746.25	8955	100	0.8602	27	5.806	0.0007	0.00038	0.0042
3	9	746.25	6716.25	100	0.6452	28	6.022	0.0008	0.00042	0.0045
2	6	746.25	4477.5	100	0.4301	29	6.237	0.0008	0.00047	0.0049
1	3	746.25	2238.75	100	0.2151	30	6.452	0.0008	0.00051	0.0053
TOPLAM			1041019						0.0039	0.0453
$T_p^{(x)} = 1.842537249$										
35 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 68 (2) C20										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
35	105	746.25	78356.25	100	5.5556	1	0.159	-2E-04	2.6E-05	-3E-05
34	102	746.25	76117.5	100	5.3968	2	0.317	-2E-04	2.4E-05	-6E-05
33	99	746.25	73878.75	100	5.2381	3	0.476	-2E-04	2.2E-05	-8E-05
32	96	746.25	71640	100	5.0794	4	0.635	-1E-04	1.6E-05	-9E-05
31	93	746.25	69401.25	100	4.9206	5	0.794	-1E-04	1.3E-05	-1E-04
30	90	746.25	67162.5	100	4.7619	6	0.952	-1E-04	9.7E-06	-1E-04
29	87	746.25	64923.75	100	4.6032	7	1.111	-8E-05	4.3E-06	-8E-05
28	84	746.25	62685	100	4.4444	8	1.27	-4E-05	9.1E-07	-4E-05
27	81	746.25	60446.25	100	4.2857	9	1.429	9E-06	5.9E-08	1E-05
26	78	746.25	58207.5	100	4.127	10	1.587	6E-05	2.3E-06	9E-05
25	75	746.25	55968.75	100	3.9683	11	1.746	0.0001	7.9E-06	0.0002
24	72	746.25	53730	100	3.8095	12	1.905	0.0002	1.8E-05	0.0003
23	69	746.25	51491.25	100	3.6508	13	2.063	0.0002	3.2E-05	0.0004
22	66	746.25	49252.5	100	3.4921	14	2.222	0.0003	5E-05	0.0006
21	63	746.25	47013.75	100	3.3333	15	2.381	0.0003	7.5E-05	0.0008
20	60	746.25	44775	100	3.1746	16	2.54	0.0004	0.0001	0.0009
19	57	746.25	42536.25	100	3.0159	17	2.698	0.0004	0.00014	0.0012
18	54	746.25	40297.5	100	2.8571	18	2.857	0.0005	0.00018	0.0014

Ek 4'ün devamı

17	51	746.25	38058.75	100	2.6984	19	3.016	0.0006	0.00023	0.0017
16	48	746.25	35820	100	2.5397	20	3.175	0.0006	0.00028	0.0019
15	45	746.25	33581.25	100	2.381	21	3.333	0.0007	0.00034	0.0023
14	42	746.25	31342.5	100	2.2222	22	3.492	0.0007	0.00041	0.0026
13	39	746.25	29103.75	100	2.0635	23	3.651	0.0008	0.00048	0.0029
12	36	746.25	26865	100	1.9048	24	3.81	0.0009	0.00056	0.0033
11	33	746.25	24626.25	100	1.746	25	3.968	0.0009	0.00064	0.0037
10	30	746.25	22387.5	100	1.5873	26	4.127	0.001	0.00074	0.0041
9	27	746.25	20148.75	100	1.4286	27	4.286	0.0011	0.00084	0.0045
8	24	746.25	17910	100	1.2698	28	4.444	0.0011	0.00094	0.005
7	21	746.25	15671.25	100	1.1111	29	4.603	0.0012	0.00105	0.0055
6	18	746.25	13432.5	100	0.9524	30	4.762	0.0013	0.00117	0.006
5	15	746.25	11193.75	100	0.7937	31	4.921	0.0013	0.00129	0.0065
4	12	746.25	8955	100	0.6349	32	5.079	0.0014	0.00142	0.007
3	9	746.25	6716.25	100	0.4762	33	5.238	0.0014	0.00155	0.0076
2	6	746.25	4477.5	100	0.3175	34	5.397	0.0015	0.00169	0.0081
1	3	746.25	2238.75	100	0.1587	35	5.556	0.0016	0.00181	0.0087
TOPLAM			1410413						0.01615	0.0864
$T_P^{(X)} = 2.714752276$										
40 KATLI BİNALAR										
BİNA NO: 77 (2) C30										
Kat No	H	mi	mi*Hi	F	Fi	Kat No	Fi	df	mi*df^2	Fi*df
40	120	746.25	89550	100	4.878	1	0.122	-1E-04	1.5E-05	-2E-05
39	117	746.25	87311.25	100	4.7561	2	0.244	-1E-04	1.4E-05	-3E-05
38	114	746.25	85072.5	100	4.6341	3	0.366	-1E-04	1.4E-05	-5E-05
37	111	746.25	82833.75	100	4.5122	4	0.488	-1E-04	1E-05	-6E-05
36	108	746.25	80595	100	4.3902	5	0.61	-1E-04	7.9E-06	-6E-05
35	105	746.25	78356.25	100	4.2683	6	0.732	-9E-05	6.6E-06	-7E-05
34	102	746.25	76117.5	100	4.1463	7	0.854	-7E-05	3.3E-06	-6E-05
33	99	746.25	73878.75	100	4.0244	8	0.976	-4E-05	9.1E-07	-3E-05
32	96	746.25	71640	100	3.9024	9	1.098	-2E-06	4.5E-09	-3E-06
31	93	746.25	69401.25	100	3.7805	10	1.22	3E-05	7.6E-07	4E-05
30	90	746.25	67162.5	100	3.6585	11	1.341	7E-05	3.6E-06	9E-05
29	87	746.25	64923.75	100	3.5366	12	1.463	0.0001	8.5E-06	0.0002
28	84	746.25	62685	100	3.4146	13	1.585	0.0001	1.6E-05	0.0002
27	81	746.25	60446.25	100	3.2927	14	1.707	0.0002	2.7E-05	0.0003
26	78	746.25	58207.5	100	3.1707	15	1.829	0.0002	4E-05	0.0004
25	75	746.25	55968.75	100	3.0488	16	1.951	0.0003	5.7E-05	0.0005
24	72	746.25	53730	100	2.9268	17	2.073	0.0003	7.7E-05	0.0007
23	69	746.25	51491.25	100	2.8049	18	2.195	0.0004	0.0001	0.0008
22	66	746.25	49252.5	100	2.6829	19	2.317	0.0004	0.00013	0.001

Ek 4'ün devamı

21	63	746.25	47013.75	100	2.561	20	2.439	0.0005	0.00016	0.0011
20	60	746.25	44775	100	2.439	21	2.561	0.0005	0.0002	0.0013
19	57	746.25	42536.25	100	2.3171	22	2.683	0.0006	0.00024	0.0015
18	54	746.25	40297.5	100	2.1951	23	2.805	0.0006	0.00029	0.0017
17	51	746.25	38058.75	100	2.0732	24	2.927	0.0007	0.00033	0.002
16	48	746.25	35820	100	1.9512	25	3.049	0.0007	0.00039	0.0022
15	45	746.25	33581.25	100	1.8293	26	3.171	0.0008	0.00045	0.0025
14	42	746.25	31342.5	100	1.7073	27	3.293	0.0008	0.00051	0.0027
13	39	746.25	29103.75	100	1.5854	28	3.415	0.0009	0.00058	0.003
12	36	746.25	26865	100	1.4634	29	3.537	0.0009	0.00065	0.0033
11	33	746.25	24626.25	100	1.3415	30	3.659	0.001	0.00073	0.0036
10	30	746.25	22387.5	100	1.2195	31	3.78	0.001	0.00081	0.0039
9	27	746.25	20148.75	100	1.0976	32	3.902	0.0011	0.0009	0.0043
8	24	746.25	17910	100	0.9756	33	4.024	0.0012	0.00099	0.0046
7	21	746.25	15671.25	100	0.8537	34	4.146	0.0012	0.00109	0.005
6	18	746.25	13432.5	100	0.7317	35	4.268	0.0013	0.00119	0.0054
5	15	746.25	11193.75	100	0.6098	36	4.39	0.0013	0.00129	0.0058
4	12	746.25	8955	100	0.4878	37	4.512	0.0014	0.0014	0.0062
3	9	746.25	6716.25	100	0.3659	38	4.634	0.0014	0.00151	0.0066
2	6	746.25	4477.5	100	0.2439	39	4.756	0.0015	0.00162	0.007
1	3	746.25	2238.75	100	0.122	40	4.878	0.0015	0.00173	0.0074
TOPLAM			1835775						0.01759	0.0851
$T_p^{(x)} = 2.855186457$										

Ek 5. Binalarda düzensizlik durumu hesaplamaları

Bu bölümde TBDY 2018’de belirtildiği üzere planda düzensizlik durumlarından A1 burulma düzensizliği ve düşeyde düzensizlik durumlarından B2 yumuşak kat düzensizliğinin hesabı, E 5.1 ve E 5.2’de belirtilen denklemler kullanılarak yapılmıştır.

1) Burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{\max}}{(\Delta_i^{(X)})_{ort}} > 1.2 \quad \text{E 5.1}$$

2) Yumuşak kat düzensizliği hesabı:

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i^{(X)} / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1}^{(X)} / h_{i+1})_{ort}} > 2 \text{ veya } \eta_{ki} = \frac{(\Delta_i^{(X)} / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i-1}^{(X)} / h_{i-1})_{ort}} > 2 \quad \text{E 5.2}$$

129 (9) nolu binanın burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{bi} = \frac{(0.0199 - 0.0189)}{\frac{(0.0199 - 0.0189) + (-0.0125 + 0.0121)}{2}} = 1.25 > 1.2$$

154 (12) nolu binanın burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{bi} = \frac{(-0.0142 + 0.0138)}{\frac{(-0.0142 + 0.0138) + (0.0100 - 0.0102)}{2}} = 1.33 > 1.2$$

153(11) nolu binanın burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{bi} = \frac{(0.0151 - 0.015)}{\frac{(0.0151 - 0.015) + (-0.0062 + 0.0062)}{2}} = 2 > 1.2$$

156 (14) nolu binanın burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{bi} = \frac{(0.0146 - 0.0143)}{\frac{(0.0146 - 0.0143) + (-0.0111 + 0.0113)}{2}} = 2 > 1.2$$

Ek 5'in devamı

100 (20) nolu binanın, Y doğrultusunda yumuşak kat düzensizliği hesabı:

$$\eta_{ki} = \frac{\frac{(-0.006 + 0.0027) + (-0.006 + 0.0027)}{2 \times 3}}{\frac{(-0.0027 + 0.001) + (-0.0027 + 0.001)}{2 \times 3}} = 1.94 \leq 2$$

100 (20) nolu binanın, X doğrultusunda yumuşak kat düzensizliği hesabı

$$\eta_{ki} = \frac{\frac{(-0.0062 + 0.0028) + (-0.0062 + 0.0028)}{2 \times 3}}{\frac{(-0.0028 + 0.0011) + (-0.0028 + 0.0011)}{2 \times 3}} = 2 \leq 2$$

Ek 6. Regresyon Tabloları

Çalışmada bahsedilen tüm bağıntılara ait regresyon analizi verileri

ÇERÇEVELİ VE PERDE-ÇERÇEVE KARMA TİP BİNALAR						
ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.959648364	0.920924983	0.920483223	0.318512914	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	211.491094	211.491094	2084.67	1.4693E-100	
Fark	179	18.15963527	0.101450476			
Toplam	180	229.6507293				
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	-0.248077926	0.039936014	-6.211884921	3.6E-09	-0.326883881	-0.16927197
DTS (1,1a,2,2a)	0.807369095	0.017682885	45.65822212	1E-100	0.772475362	0.842262829
ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.96470714	0.930659866	0.930272491	0.298263245	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	213.7267169	213.7267169	2402.48	1.1441E-105	
Fark	179	15.9240124	0.088960963			
Toplam	180	229.6507293				
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	-0.409875188	0.039971706	-10.25413291	1.1E-19	-0.488751572	-0.3309988
DTS(3,3a,4,4a)	1.199244543	0.024466851	49.01507474	1E-105	1.150963972	1.247525113
ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.98164882	0.963634405	0.963431245	0.215999501	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	221.2993439	221.2993439	4743.23	9.2189E-131	
Fark	179	8.3513854	0.046655784			
Toplam	180	229.6507293				
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	0.18403131	0.022004465	8.363362171	1.7E-14	0.14060978	0.227452841
Denklem 3.11	0.714992624	0.010381599	68.87114696	9E-131	0.694506559	0.73547869

Ek 6'nın devamı

ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.968608792	0.938202992	0.937857758	0.281573074	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	215.4590014	215.4590014	2717.58	3.8035E-110	
Fark	179	14.1917279	0.079283396			
Toplam	180	229.6507293				
Katsayılar						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	0.012480505	0.031223521	0.399714852	0.68984	-0.049133039	0.074094049
Denklem 3.11 (Düzenlenmiş)	1.048048524	0.020104357	52.130417	4E-110	1.008376486	1.087720561
ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.969790442	0.940493502	0.940161064	0.276305541	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	215.9850187	215.9850187	2829.07	1.293E-111	
Fark	179	13.66571061	0.076344752			
Toplam	180	229.6507293				
Katsayılar						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	-0.015414734	0.031009827	-0.497091909	0.61973	-0.076606595	0.045777127
Denklem 3.12	1.065432502	0.02003105	53.18904831	1E-111	1.025905121	1.104959882
ÖZET ÇIKIŞI						
Regresyon İstatistikleri						
Çoklu R	R Kare	Ayarlı R Kare	Standart Hata	Gözlem		
0.968608794	0.938202995	0.937857761	0.281573067	181		
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F	
Regresyon	1	215.4590021	215.4590021	2717.58	3.8035E-110	
Fark	179	14.19172717	0.079283392			
Toplam	180	229.6507293				
Katsayılar						
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük 95%	Yüksek 95%
Kesişim	0.012480455	0.031223521	0.399713239	0.68984	-0.049133089	0.074093999
Önerilen Düzenlenmiş	1.048048522	0.020104357	52.13041842	4E-110	1.008376486	1.087720558

Ek 6'nın devamı

<i>Bağıntı</i>						
(Denk. 3.11/12)						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.892431049	0.796433177	0.795295932	0.511047065	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	182.90146	182.90146	700.318	8.97424E-64	
<i>Fark</i>	179	46.7492693	0.261169102			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.284329597	0.068380816	-4.158031638	5E-05	-0.419265832	-0.14939336
<i>Eurocode 8</i>						
<i>NBCC-2005</i>	1.511915421	0.05713205	26.46352471	9E-64	1.399176436	1.624654406
<i>IS-1893</i>						
(Denk. 1.63)						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.894201985	0.79959719	0.798477622	0.507059941	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	183.6280779	183.6280779	714.201	2.20426E-64	
<i>Fark</i>	179	46.02265135	0.257109784			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.290620788	0.067950193	-4.276967795	3.1E-05	-0.424707273	-0.1565343
<i>ATC-3/06</i>						
<i>NEHRP-94</i>	1.5551551	0.058192024	26.72454023	2.2E-64	1.440324462	1.669985738
(Denk. 1.67)						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.892787171	0.797068933	0.79593524	0.51024842	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	183.0474618	183.0474618	703.073	6.78023E-64	
<i>Fark</i>	179	46.6032675	0.26035345			

Ek 6'nın devamı

<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.28559327	0.068294753	-4.181774706	4.5E-05	-0.420359677	-0.15082686
<i>UBC-97</i> (Denk. 1.75)	1.551583532	0.058516046	26.51552237	6.8E-64	1.4361135	1.667053563
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.937433468	0.878781506	0.878104308	0.394359076	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	201.8128138	201.8128138	1297.67	6.05412E-84	
<i>Fark</i>	179	27.83791549	0.155519081			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.128289416	0.047548741	-2.698061274	0.00764	-0.222117604	-0.03446123
<i>UBC-85</i>						
<i>ASCE-7/10</i>						
<i>SAA-1979</i>	0.942503298	0.026163772	36.02321982	6.1E-84	0.890874185	0.994132411
<i>NBCC-2005</i> (Denk. 1.74)						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.851824896	0.725605653	0.724072724	0.593328184	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	166.6358674	166.6358674	473.346	3.78644E-52	
<i>Fark</i>	179	63.01486187	0.352038334			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	0.000741283	0.071326729	0.010392781	0.99172	-0.140008139	0.141490705
<i>ASCE-7/10</i>						
<i>IBC-2009</i> (Denk. 1.81)	1.151075143	0.052907155	21.75651169	3.8E-52	1.046673166	1.25547712
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		

Ek 6'nın devamı

0.948667097	0.899969261	0.89941043	0.35824005	181		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	206.6785972	206.6785972	1610.45	2.03926E-91	
<i>Fark</i>	179	22.97213209	0.128335933			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.501381702	0.050495504	-9.929234607	8.7E-19	-0.601024754	-0.40173865
<i>SIA-2003</i> (Denk. 1.108)	2.046002925	0.050983851	40.13041174	2E-91	1.945396215	2.146609635
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.937433468	0.878781506	0.878104308	0.394359076	181		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	201.8128138	201.8128138	1297.67	6.05412E-84	
<i>Fark</i>	179	27.83791549	0.155519081			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.128289416	0.047548741	-2.698061274	0.00764	-0.222117604	-0.03446123
<i>BSLJ-2011</i> (Denk. 1.110)	1.131003958	0.031396526	36.02321982	6.1E-84	1.069049022	1.192958893
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.957584042	0.916967197	0.916503327	0.326386546	181		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	210.5821856	210.5821856	1976.77	1.16509E-98	
<i>Fark</i>	179	19.0685437	0.106528177			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.110054856	0.038522386	-2.856906499	0.00478	-0.186071291	-0.03403842
<i>AIJ</i> (Denk. 1.112)	1.50167061	0.033775059	44.46093245	1.2E-98	1.435022102	1.568319117
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						

Ek 6'nın devamı

<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.892431049	0.796433177	0.795295932	0.511047065	181		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	182.90146	182.90146	700.318	8.97424E-64	
<i>Fark</i>	179	46.7492693	0.261169102			
<i>Toplam</i>	180	229.6507293				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.284329597	0.068380816	-4.158031638	5E-05	-0.419265832	-0.14939336
<i>NZSEE-2006</i> (Denk. 1.114)	1.259929517	0.047610042	26.46352471	9E-64	1.165980363	1.353878672
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.922631462	0.851248815	0.849412381	0.146805514	83		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	9.990008182	9.990008182	463.533	2.91788E-35	
<i>Fark</i>	81	1.745700584	0.021551859			
<i>Toplam</i>	82	11.73570877				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.066042647	0.029479463	-2.240293384	0.02781	-0.124697532	-0.00738776
<i>DTS(1,1a,2,2a)</i>	0.771182855	0.035819277	21.52982763	2.9E-35	0.69991373	0.84245198
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.856002457	0.732740206	0.729440702	0.196779099	83		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	8.599225658	8.599225658	222.076	6.35047E-25	
<i>Fark</i>	81	3.136483108	0.038722014			
<i>Toplam</i>	82	11.73570877				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.23822488	0.051924052	-4.587948555	1.6E-05	-0.341537457	-0.1349123
<i>DTS(3,3a,4,4a)</i>	1.190384688	0.079879737	14.90221092	6.4E-25	1.031449068	1.349320309
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		

Ek 6'nın devamı

0.990957034	0.981995844	0.98177357	0.051073843	83		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	11.52441723	11.52441723	4417.96	1.96247E-72	
<i>Fark</i>	81	0.211291534	0.002608537			
<i>Toplam</i>	82	11.73570877				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.040137514	0.009448989	-4.247810442	5.7E-05	-0.058938038	-0.02133699
<i>Denklem 3.13</i>	1.144784162	0.017223153	66.46774541	2E-72	1.110515489	1.179052834
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.945886658	0.89470157	0.893401589	0.123515966	83		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	10.49995706	10.49995706	688.242	2.38776E-41	
<i>Fark</i>	81	1.235751708	0.015256194			
<i>Toplam</i>	82	11.73570877				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.110151214	0.02579104	-4.270910229	5.3E-05	-0.161467293	-0.05883514
<i>Denklem 3.14</i>	1.427682055	0.054420288	26.23437131	2.4E-41	1.319402752	1.535961359
SADECE ÇERÇEVELİ BİNALAR (Yükseklik ve Katsayısının Kullanıldığı Formüller)						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.968497779	0.937987948	0.937222367	0.290241841	83		
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	103.2110543	103.2110543	1225.2	1.13552E-50	
<i>Fark</i>	81	6.823466434	0.084240326			
<i>Toplam</i>	82	110.0345207				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	0.059190527	0.046444815	1.274427005	0.20616	-0.033220087	0.15160114
<i>Denklem 3.11</i>	1.004274563	0.028691244	35.00282421	1.1E-50	0.947187988	1.061361139
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.95867593	0.919059538	0.918060273	0.331592583	83		

Ek 6'nın devamı

ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	101.1282758	101.1282758	919.736	5.55822E-46	
<i>Fark</i>	81	8.906244918	0.109953641			
<i>Toplam</i>	82	110.0345207				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.243800649	0.061036759	-3.994324979	0.00014	-0.365244653	-0.12235665
<i>Denklem 3.15</i>	2.750317078	0.090688302	30.32714264	5.6E-46	2.569875803	2.930758353
YÜKSEK BİNALAR						
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.925320354	0.856217758	0.849966356	0.183882612	25		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	4.631142494	4.631142494	136.964	3.63749E-11	
<i>Fark</i>	23	0.777694747	0.033812815			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-3.276983261	0.485884642	-6.744364765	7E-07	-4.282112224	-2.2718543
<i>T_{pa} (TBDY)</i>	1.469751225	0.125585767	11.70316713	3.6E-11	1.209957272	1.729545178
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.999636613	0.999273359	0.999241766	0.01307218	25		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	5.404906957	5.404906957	31629.5	1.32337E-37	
<i>Fark</i>	23	0.003930283	0.000170882			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-0.6418506	0.017264047	-37.17845448	4.8E-22	-0.677564003	-0.6061372
<i>Denklem 3.11</i>	1.958008677	0.011009523	177.8468152	1.3E-37	1.935233742	1.980783611
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.925756278	0.857024687	0.850808369	0.183365897	25		
<i>ANOVA</i>						

Ek 6'nın devamı

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	4.635507044	4.635507044	137.867	3.40806E-11	
<i>Fark</i>	23	0.773330197	0.033623052			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-1.8696736	0.364893527	-5.123888098	3.4E-05	-2.624513372	-1.11483383
<i>Denk. 3.12</i>	1.015757272	0.08650872	11.74167503	3.4E-11	0.836800351	1.194714194
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.925756278	0.857024687	0.850808369	0.183365897	25		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	4.635507044	4.635507044	137.867	3.40806E-11	
<i>Fark</i>	23	0.773330197	0.033623052			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-1.8696736	0.364893527	-5.123888097	3.4E-05	-2.624513372	-1.11483383
<i>CPWEHK</i> (<i>Denk. 1.44</i>)	0.933749093	0.079524352	11.74167503	3.4E-11	0.769240438	1.098257749
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.925756278	0.857024687	0.850808369	0.183365897	25		
<i>ANOVA</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	4.635507044	4.635507044	137.867	3.40806E-11	
<i>Fark</i>	23	0.773330197	0.033623052			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-1.8696736	0.364893527	-5.123888098	3.4E-05	-2.624513372	-1.11483383
<i>Japonya</i> (<i>Denk. 1.45</i>)	1.360025853	0.115828947	11.74167503	3.4E-11	1.120415421	1.599636286
ÖZET ÇIKIŞI						
<i>Regresyon İstatistikleri</i>						
<i>Çoklu R</i>	<i>R Kare</i>	<i>Ayarlı R Kare</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Gözlem</i>		
0.925901324	0.857293261	0.85108862	0.183193593	25		
<i>ANOVA</i>						

Ek 6'nın devamı

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>	
<i>Regresyon</i>	1	4.636959716	4.636959716	138.17	3.33469E-11	
<i>Fark</i>	23	0.771877525	0.033559892			
<i>Toplam</i>	24	5.408837241				
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük 95%</i>	<i>Yüksek 95%</i>
<i>Kesişim</i>	-1.485916999	0.332028224	-4.475273161	0.00017	-2.172769711	-0.79906429
<i>Hindistan</i>	1.201691536	0.102231944	11.75456013	3.3E-11	0.990208647	1.413174426
<i>(Denk. 1.46)</i>						

ÖZGEÇMİŞ

Onur KAVAK 1994 yılında Ardahan ilinin Göle ilçesine bağlı Koyunlu Köyü'nde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzincan'da Ulular Üçkonak İlköğretim Okulu, Ulular Sancak İlköğretim Okulu ve Erzincan Ertuğrulgazi Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. Lisans eğitimini 2017 yılında "Onur Öğrencisi" olarak tamamladıktan sonra 2018 yılında yine Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı bünyesindeki Yapı Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans öğrenimini 2020 yılında tamamlayan Onur KAVAK, İngilizce bilmektedir.