

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNALARIN
DOĞAL TİTREŞİM PERİYOTLARININ ARAZİ
ÇALIŞMALARI İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAZIM GÜNGÖR

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNALARIN
DOĞAL TİTREŞİM PERİYOTLARININ ARAZİ
ÇALIŞMALARI İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAZIM GÜNGÖR

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

KAZIM GÜNGÖR tarafından hazırlanan “**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNALARIN DOĞAL TİTREŞİM PERİYOTLARININ ARAZİ ÇALIŞMALARI İLE BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 29.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Mehmet İNEL

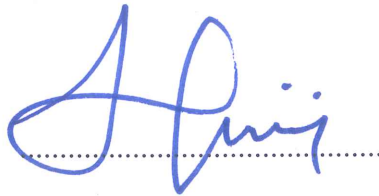
Üye
Doç. Dr. Hamide TEKELİ
Süleyman Demirel Üniversitesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI
Pamukkale Üniversitesi





Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
04/09/2019 tarih ve 35/28... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



KAZIM GÜNGÖR

ÖZET

**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNALARIN DOĞAL
TİTREŞİM PERİYOTLARININ ARAZİ ÇALIŞMALARI İLE
BELİRLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZIM GÜNGÖR
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET İNEL)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

Yapıların sismik etkiler altında nasıl davranış göstereceğinin bilinmesi için dinamik özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Binalar statik hesap programlarında modellenerek belirli kabullere göre tasarlanmaktadır. Tasarım aşamasında hesap edilen dinamik özellikler ile bina yapımı tamamlandıktan sonra mevcut binanın dinamik özelliklerinin karşılaştırılması ve sonuçların irdelenmesi önemlidir. Bu tez çalışması kapsamında 15 adet orta yükseklik olarak tanımlayabileceğimiz 10 kat ve üzeri betonarme binanın bilgisayar modellemesi ile hesaplanan yapı periyodu ile arazi çalışmaları ile belirlenen hakim periyotlarının kıyaslaması yapılmıştır. Mevcut yapıların periyodunun belirlenmesinde binalardan alınan mikrotremor ölçümleri esas alınmıştır. Elde edilen verilere göre yapı periyodu, bina yüksekliği ve kat sayısı, rijitlik ilişkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma tasarım aşamasında hesaplanan modal periyot ile yerinde ölçülen periyot arasında ciddi farkların olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanında yükseklik, kat sayısı, rijitlik ve dolgu duvar miktarı gibi parametrelerin periyodu tahmin etmede tek başlarına yeterli olmadığı gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Yapı periyodu, mikrotremor, orta yükseklikteki betonarme binaların dinamik özellikleri

ABSTRACT

DETERMINING NATURAL VIBRATION PERIODS OF MEDIUM RISE REINFORCED CONCRETE BUILDINGS USING FIELD MEASUREMENTS

MSC THESIS

KAZIM GÜNGÖR

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
CIVIL ENGINEERING**

(SUPERVISOR: PROF. DR. MEHMET INEL)

DENİZLİ, AUGUST 2019

Determination of dynamic properties for buildings is important to estimate their seismic behaviour. Linear static analysis with specific assumptions is used for the building design. Comparison of the assumed dynamic properties and measured after the construction is very important. This study compares the assumed and measured in-situ predominant periods of existing 15 mid-rise reinforced concrete buildings having 10 and more storey. Microtremor records taken from the existing buildings were used for in-situ predominant period measurements. According to the data obtained and calculated periods, the relationships between building period, building height, number of floors and stiffness were examined. The study showed that there are significant differences between the calculated modal and the measured periods. Besides, it was observed that simple period estimation relations based on building height, number of storeys, stiffness and the amount infill walls were not sufficient alone to predict the building period.

KEYWORDS: Structural period, Microtremor, Dynamic characteristics of mid-rise reinforced concrete buildings

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xi
ÖNSÖZ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Önemi	1
1.2 Tezin Amaç ve Kapsamı	2
1.3 Literatür Özeti	2
2. MİKROTREMOR.....	6
2.1 Mikrotremor (Titreşimcik) Tanımı.....	6
2.2 Ölçümde Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar.....	6
2.3 Mikrotremor Ölçümlerinin Değerlendirilmesi ve Yöntemler	8
2.4 Kullanılan Programlar ve Özellikleri	9
2.4.1 Scream Programı.....	9
2.4.2 Geopsy Programı	10
2.4.3 Sta4Cad programı	10
2.4.4 İdecad programı	11
2.5 Veri Kaydı ve Kaydedilen Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi.....	11
2.6 Mevcut Yapı Titreşim Periyodunun Belirlenmesi.....	12
3. BİNA ÖZELLİKLERİ.....	13
3.1 Modellenen Bina Özellikleri	13
3.1.1 01 Nolu Bina Özellikleri.....	13
3.1.2 02 Nolu Bina Özellikleri.....	15
3.1.3 03 Nolu Bina Özellikleri.....	17
3.1.4 04 Nolu Bina Özellikleri.....	19
3.1.5 05 Nolu Bina Özellikleri.....	21
3.1.6 06 Nolu Bina Özellikleri.....	23
3.1.7 07 Nolu Bina Özellikleri.....	24
3.1.8 08 Nolu Bina Özellikleri.....	26
3.1.9 09 Nolu Bina Özellikleri.....	28
3.1.10 10 Nolu Bina Özellikleri.....	30
3.1.11 11 Nolu Bina Özellikleri.....	32
3.1.12 12 Nolu Bina Özellikleri.....	34
3.1.13 13 Nolu Bina Özellikleri.....	36
3.1.14 14 Nolu Bina Özellikleri.....	38
3.1.15 15 Nolu Bina Özellikleri.....	40
3.2 Modelleme İle Yapı Titreşim Periyodunun Elde Edilmesi	42
4. ÖLÇÜMLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	44
4.1 Denizli İl Merkezinde Orta Yükseklikteki Binalardan Alınan Ölçüm Sonuçları.....	44
5. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	65

5.1	Mikrotremor Kayıtları ve Modelleme Sonucu Hesaplanan Yapı Periyotlarının Karşılaştırılması.....	65
5.2	Yapı Rijitliği ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi	68
5.3	Yapı Yüksekliği ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi	75
5.4	Yapı Kat Sayısı ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi	80
5.5	Yapı Dolgu Duvar Oranı ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi.....	85
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	92
7.	KAYNAKLAR.....	94
8.	ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Güralp CMG-6TD Mikrotremor Cihazı ve Diğer Ekipmanlar.....	7
Şekil 3.1: 01 Nolu Binanın Dış Görünüşü.	13
Şekil 3.2: 01 Nolu Binanın Zemin Kat Kalıp Planı	14
Şekil 3.3: 01 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı	14
Şekil 3.4: 01 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	15
Şekil 3.5: 02 Nolu Binanın Dış Görünüşü	16
Şekil 3.6: 02 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	16
Şekil 3.7: 02 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	17
Şekil 3.8: 03 Nolu Binanın Dış Görünüşü	18
Şekil 3.9: 03 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	18
Şekil 3.10: 03 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	19
Şekil 3.11: 04 Nolu Binanın Dış Görünüşü	19
Şekil 3.12: 04 Nolu Binanın Kalıp Planı.....	20
Şekil 3.13: 04 Nolu Binanın Binanın Bilgisayar Modeli	20
Şekil 3.14: 05 Nolu Binanın Dış Görünüşü	21
Şekil 3.15: 05 Nolu Binanın Zemin Kat Kalıp Planı	22
Şekil 3.16: 05 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı	22
Şekil 3.17: 05 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	23
Şekil 3.18: 06 Nolu Binanın Dış Görünüşü	23
Şekil 3.19: 06 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	24
Şekil 3.20: 07 Nolu Binanın Dış Görünüşü	25
Şekil 3.21: 07 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	25
Şekil 3.22: 07 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	26
Şekil 3.23: 08 Nolu Binanın Dış Görünüşü	27
Şekil 3.24: 08 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	27
Şekil 3.25: 08 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	28
Şekil 3.26: 09 Nolu Binanın Dış Görünüşü	29
Şekil 3.27: 09 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı	29
Şekil 3.28: 09 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	30
Şekil 3.29: 10 Nolu Binanın Dış Görünüşü	31
Şekil 3.30: 10 Nolu Binanın Alt Katlarına Ait Kalıp Planı.....	31
Şekil 3.31: 10 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı	31
Şekil 3.32: 10 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	32
Şekil 3.33: 11 Nolu Binanın Dış Görünüşü	33
Şekil 3.34: 11 Nolu Binanın Alt Katlarına Ait Kalıp Planı.....	33
Şekil 3.35: 11 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı	34
Şekil 3.36: 11 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	34
Şekil 3.37: 12 Nolu Binanın Dış Görünüşü	35
Şekil 3.38: 12 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	35
Şekil 3.39: 12 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	36
Şekil 3.40: 13 Nolu Binanın Dış Görünüşü	37
Şekil 3.41: 13 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	37
Şekil 3.42: 13 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.....	38
Şekil 3.43: 14 Nolu Binanın Dış Görünüşü	39

Şekil 3.44: 14 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	39
Şekil 3.45: 14 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli	40
Şekil 3.46: 15 Nolu Binanın Dış Görünüşü	41
Şekil 3.47: 15 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı	41
Şekil 3.48: 15 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli	42
Şekil 3.49: Örnek Bir Binaya Ait Modal Analiz Sonucu Bulunan Yapı Periyot Değeri	43
Şekil 4.1 : 01 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	44
Şekil 4.2 : 02 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	44
Şekil 4.3 : 03 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	45
Şekil 4.4 : 04 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	45
Şekil 4.5 : 05 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	45
Şekil 4.6 : 06 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	45
Şekil 4.7 : 07 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	46
Şekil 4.8 : 08 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	46
Şekil 4.9 : 09 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	46
Şekil 4.10 : 10 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	46
Şekil 4.11 : 11 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	47
Şekil 4.12 : 12 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	47
Şekil 4.13 : 13 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	47
Şekil 4.14 : 14 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	47
Şekil 4.15 : 15 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği	48
Şekil 5.1 : Güçlü Yöne Ait Her İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerleri	66
Şekil 5.2 : Zayıf Yöne Ait Her İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerleri	66
Şekil 5.3 : Güçlü Yöne Ait İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması	66
Şekil 5.4 : Zayıf Yöne Ait İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması	67
Şekil 5.5 : Güçlü Yöne Ait Ölçülen Periyot/Modal Periyot Oranları	67
Şekil 5.6 : Zayıf Yöne Ait Ölçülen Periyot/Modal Periyot Oranları	68
Şekil 5.7 : Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği	70
Şekil 5.8 : Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği	70
Şekil 5.9 : Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği- Deneysel Periyot Grafiği	70
Şekil 5.10 : Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği- Deneysel Periyot Grafiği	71
Şekil 5.11 : Perdeli Binalar Güçlü Yön Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği ..	71
Şekil 5.12 : Perdeli Binalar Zayıf Yön Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği ...	72
Şekil 5.13 : Perdeli Binalar Güçlü Yön Kat Rijitliği-Deneysel Periyot Grafiği	72
Şekil 5.14 : Perdeli Binalar Zayıf Yön Kat Rijitliği-Deneysel Periyot Grafiği	72
Şekil 5.15 : Perdesiz Binalar Güçlü Yön Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği	73
Şekil 5.16 : Perdesiz Binalar Zayıf Yön Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği	73
Şekil 5.17 : Perdesiz Binalar Güçlü Yön Kat Rijitliği- Deneysel Periyot Grafiği	73
Şekil 5.18 : Perdesiz Binalar Zayıf Yön Kat Rijitliği - Deneysel Periyot Grafiği	74
Şekil 5.19 : Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği - Periyot Oranı Grafiği	74
Şekil 5.20 : Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği- Periyot Oranı Grafiği	75
Şekil 5.21 : Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği	75
Şekil 5.22 : Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği	76

Şekil 5.23 : Güçlü Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği.....	76
Şekil 5.24 : Zayıf Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği.....	76
Şekil 5.25 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği- Modal Periyot Grafiği	77
Şekil 5.26 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği- Modal Periyot Grafiği	77
Şekil 5.27 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği.....	77
Şekil 5.28 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği	78
Şekil 5.29 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği- Modal Periyot Grafiği	78
Şekil 5.30 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği- Modal Periyot Grafiği	78
Şekil 5.31 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği	79
Şekil 5.32 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği	79
Şekil 5.33 : Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği - Periyot Oranı Grafiği	80
Şekil 5.34 : Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği - Periyot Oranı Grafiği	80
Şekil 5.35 : Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Kat Sayısı Grafiği.....	81
Şekil 5.36 : Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Kat Sayısı Grafiği	81
Şekil 5.37 : Güçlü Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Kat Sayısı Grafiği.....	81
Şekil 5.38 : Zayıf Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Kat Sayısı Grafiği.....	82
Şekil 5.39 : Güçlü Yöne Ait Kat Sayısı - Periyot Oranı Grafiği.....	82
Şekil 5.40 : Zayıf Yöne Ait Kat Sayısı - Periyot Oranı Grafiği.....	82
Şekil 5.41 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı- Modal Periyot Grafiği	83
Şekil 5.42 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı- Modal Periyot Grafiği	83
Şekil 5.43 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı -Deneysel Periyot Grafiği.....	83
Şekil 5.44 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı -Deneysel Periyot Grafiği	84
Şekil 5.45 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı- Modal Periyot Grafiği	84
Şekil 5.46 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı - Modal Periyot Grafiği	84
Şekil 5.47 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı -Deneysel Periyot Grafiği	85
Şekil 5.48 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı -Deneysel Periyot Grafiği	85
Şekil 5.49 : Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Duvar Oranı Grafiği	86

Şekil 5.50 : Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Duvar Oranı Grafiği	87
Şekil 5.51 : Güçlü Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Duvar Oranı Grafiği	87
Şekil 5.52 : Zayıf Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Duvar Oranı Grafiği	87
Şekil 5.53 : Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı - Periyot Oranı Grafiği.....	88
Şekil 5.54 : Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı - Periyot Oranı Grafiği.....	88
Şekil 5.55 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı - Modal Periyot Grafiği	88
Şekil 5.56 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı - Modal Periyot Grafiği	89
Şekil 5.57 : Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı -Deneysel Periyot Grafiği.....	89
Şekil 5.58 : Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı -Deneysel Periyot Grafiği	89
Şekil 5.59 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı- Modal Periyot Grafiği	90
Şekil 5.60 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı - Modal Periyot Grafiği	90
Şekil 5.61 : Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı -Deneysel Periyot Grafiği	90
Şekil 5.62 : Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı -Deneysel Periyot Grafiği	91

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Modal Analiz İle Bulunan Yapı Periyot Değerleri	44
Tablo 4.1: 01 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	49
Tablo 4.2: 02 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	50
Tablo 4.3: 03 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	51
Tablo 4.4: 04 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	52
Tablo 4.5: 05 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	53
Tablo 4.6: 06 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	54
Tablo 4.7: 07 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	55
Tablo 4.8: 08 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	56
Tablo 4.9: 09 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	57
Tablo 4.10: 10 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	58
Tablo 4.11: 11 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	59
Tablo 4.12: 12 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	60
Tablo 4.13: 13 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	61
Tablo 4.14: 14 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	62
Tablo 4.15: 15 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri	63
Tablo 4.16: Mikrotremor Kayıtlarından Elde Edilen Yapı Periyot Değerleri ..	64
Tablo 5.1: Mikrotremor ve Model Analizle Elde Edilen Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması	65
Tablo 5.2: Yapıların Kat Rijitlik Değerleri	69
Tablo 5.3: Yapıların Dolgu Duvar Alanları	86

SEMBOL LİSTESİ

f_0 : Frekans
 h : Yükseklik

KISALTMALAR

Hz	:	Hertz
V	:	Volt
m	:	Metre
s	:	Saniye
mm	:	Milimetre
kg	:	Kilogram
V	:	Volt
GCF	:	Güralp Compressed Format

ÖNSÖZ

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Orta Yükseklikteki Betonarme Binaların Doğal Titreşim Periyotlarının Arazi Çalışmaları İle Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmada değerli katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet İNEL'e, teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen Dr. Bayram Tanık ÇAYCI'ya da ayrıca teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen meslektaşlarıma ve aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Önemi

Binaların deprem etkisi altında nasıl davranış göstereceklerinin bilinmesi için yapıların dinamik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Her yapının kendine özgü dinamik özellikleri vardır. Deprem esnasında yapıya etkiyen yükler yapının oturduğu zeminin hareketinden kaynaklı oluşan kuvvetlerdir. Bu kuvvetler birçok parametreye göre değişim göstermektedir. Bu yüzden yapıların dinamik özelliklerinin belirlenmesi oluşabilecek hasarın öngörülebilmesi için önemlidir.

Yapıların dinamik özelliklerinin deneysel yöntemlerle tayin edilmesi gün geçtikçe yaygınlaşan bir tekniktir. (Karabulut vd., 2009, Sungkono vd., 2011). Kentsel yerleşim bölgelerinde özellikle zemin hakim titreşim periyotlarını belirleyebilmek için titreşimcik (mikrotremor), yatay/düşey spektral oran tekniği sıklıkla kullanılmaktadır. Mikrotremor ölçümleri genellikle mikrobölgeleme çalışmalarında kullanılmış olup bu konuda oldukça fazla yayın olmasına karşın, mikrotremor ölçümleri ile ilgili bina hakim periyodunu belirleme, zemin-yapı etkileşiminin boyutlarını ortaya koyma konularındaki yayın sayısı oldukça azdır (Özcan,2013).

Büyük bir kısmı 1. Derece deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemiz sismik hareketlerin oldukça sık ve yoğun yaşandığı bir bölgede yer almaktadır. Mevcut yapıların deprem veya diğer sismik hareketlerin etkisi altında davranışının belirlenmesi oldukça karmaşık bir konudur. Mevcut yapıların tasarımı sırasında kullanılan bilgisayar modelleri birçok basitleştirme ve varsayımlar içermektedir. Bu durum yapıların gerçek dinamik davranışlarını ve özelliklerini çoğu zaman doğru şekilde gösterememekte ve yapıların gerçek dinamik özelliklerinin doğru bir şekilde belirlenmesinin ne denli önemli olduğunu göstermektedir (Karagöz,2014).

Bu çalışma kapsamında dinamik özellikleri belirlenmeye çalışılan binalar ülkemizde gittikçe sayısı artan orta yükseklikteki binalar olarak belirlenmiştir. 10 kat ve üzeri binalardaki modelleme aşamasında hesaplanan yapı periyot değerleri ile

mikrotremor kayıtlarının değerdendirilmesi sonucunda elde edilen yapı periyot değerdeleri karşılaştırılmıştır.

1.2 Tezin Amaç ve Kapsamı

Çalışmanın amacı orta yükseklikteki betonarme binaların hakim titreşim periyodunun ve diğer dinamik özelliklerinin hızlı, uygulanabilir bir yöntemle belirlenmesi, bu yöntemle elde edilen verilerin bilgisayar ortamında hazırlanan modellerinin sonuçlarıyla karşılaştırılarak irdelenmesidir.

Çalışma kapsamında Denizli ilinde yer alan orta yükseklikteki betonarme binalar ele alınmıştır. Bu binalar 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmeliğe (DBYBHY-2007) göre tasarımı yapılmış olan, betonarme çerçeve veya tünel kalıp sistemlerine göre yapılmış binalardır. Arazide alınan mikrotremor kayıtları ile elde edilen yapı hakim periyot değeri ile betonarme statik hesap programlarında aynı binaların modellenmesi ile bulunan yapı periyot değerdeleri karşılaştırılmıştır. Tünel kalıp sistemine göre yapılan binalarda ise bilgisayar modellemesi yapılmayarak, arazi deneyleri ile elde edilen baskın periyot değerdeleri binaların onaylı statik hesap raporlarında yer alan periyot değerdeleri ile karşılaştırılmıştır.

1.3 Literatür Özeti

Ülkemizde yapılan ortam titreşim ölçümleri ile ilgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Bayülke (1989) betonarme çerçeve yapılarında, yapının salt çerçeve durumunda ve dolgu duvarı yapıldıktan sonraki durumunda mikrotremor ölçümleri yaparak dolgu duvarsız ve duvarlı yapıların düşük genlikli titreşimler altında, her iki durumdaki yapı periyotlarını karşılaştırarak dolgu duvarların titreşim periyoduna etkisini araştırmıştır.

Siyahi vd. (2005) Adapazarı bölgesinde 220 adet mikrotremor kaydı alarak elde ettiğı verileri Nakamura yöntemi ile değerdendirmek suretiyle zemin

büyütmeleri ve zemin hakim periyotlarını elde etmiştir. Zemin hakim periyotlarının, yerel zemin koşullarının değişim gösterdiği bölgelerde değişim gösterdiği ve deprem esnasında gözlenen yapısal hasar dağılımı ile de benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Ascı vd. (2005) zeminin titreşimi sonucu ortaya çıkan sıvılaşma ile zeminin baskın titreşim frekansları arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymak amacıyla İzmit Saraybahçe Belediyesi sınırları içerisinde yapılan çalışmalarla mikrotremor kayıtlarından elde edilen baskın periyot haritalarının yüksek salınım gösteren bölgeler ile yüksek sıvılaşma riski taşıyan bölgelerin çakıştığını gözlemlemiştir.

Çoşgun vd. (2007) yapının dinamik davranışına etki eden 3 ana faktör olan zemin özellikleri, yapısal etkiler (proje ve uygulaması) ve varsa yapının içinde yapının davranışını etkileyen ağır iş makinelerinin yarattığı titreşimlerin birlikte yarattığı etkiyi mikrotremor yöntemini kullanarak örnek bir binada araştırmışlardır.

Kocaeli depreminden sonra güçlendirilen İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü'nde yer alan Mühendislik Fakültesi binasının hakim titreşim frekansının belirlenebilmesi ve yapı-zemin etkileşiminin ortaya koyabilmek amacıyla Karabulut vd. (2009) tarafından yapının mikrotremor kayıtları alınmıştır. Yapının salınım periyodu yatay/düşey spektral oran tekniği ile belirlenmiştir.

Bayraktar vd. (2010) tarafından yapılan çalışma kapsamında farklı yapıım aşamalarındaki üç betonarme binanın dinamik parametreleri deneysel ölçüm yöntemiyle elde edilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümlerden binaların mevcut durumları için doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları belirlenmiştir. Binaların birinci doğal frekansları standartlarda kullanılan yaklaşık yöntemlerle hesaplanmış, ölçülen ve hesaplanan frekans değerleri karşılaştırılmıştır.

Utku vd. (2011) Nakamura tekniğiyle mikrotremor verisini değerlendirme yaklaşımını hem doğal zemine hem de aynı zeminin sağlamlaştırılmış haline uygulamışlardır. Nakamura tekniğiyle zeminlerin ayırt edilmesinin mümkün olmasa da bölgenin ortalama dinamik davranışına karşılık geldiğini göstermişlerdir.

Özcan (2013) tarafından yapılan çalışmada kat sayıları ve taşıyıcı sistem özellikleri farklı olan mevcut betonarme yapılardan mikrotremor ölçümleri alınarak, mevcut yapıların titreşim özellikleri incelenmiştir. Ölçüm yapılan mevcut betonarme yapılar bilgisayar ortamında modellenerek modal özellikleri hesaplanmış ve deneysel verilerle kıyaslanmıştır.

İnel vd. (2013) tarafından 33 adet betonarme yapıdan alınan mikrotremor kayıtlarından yapıların baskın titreşim periyodları elde edilmiştir. Kat seviyelerinde elde edilen spektral pik değerlerinin genlik oranlarından yola çıkarak binaların baskın moduna ait mod şekilleri hesaplanmıştır. Aynı binalar bilgisayar ortamında da modellenerek elde edilen yapı titreşim periyotlarının mikrotremor kayıtlarından elde edilen periyot değerinin yaklaşık iki katı olduğu görülmüştür.

Utku vd. (2013) tarafından farklı iki tür zemine ait ölçü alanlarında, zamana bağlı mikrotremor ölçümleri yapılmış, sonra da bu alanlardaki karakteristik noktalarda bu ölçümler tekrarlanmıştır. İstasyon ölçümlerinde aynı ölçü alma düzenine, aynı gözlemciye ve aynı cihazın kullanılmasına özen gösterilmiştir. Ölçüm süreleri 45'er dakikadır. Sonuç olarak, mikrotremor çalışmalarında ölçüm işleminin, anlık olmayıp bir süreci ve bir uzmanlığı gerektirdiği, bu süreç sonucunda elde edilen parametrelerin bir mühendislik anlamı taşıyacağı, aksi halde yanlış bilgilere göre yanlış olarak tasarım yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Karagöz (2014) yeni yapılan betonarme binalardan bölme duvarsız ve duvarlı olarak mikrotremor kayıtları alarak duvar etkisini irdelemiştir. Yine depremde hasar görmüş yapılardan güçlendirmeden önceki ve güçlendirme sonrasında alınan kayıtlarla yapıların dinamik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yeni binalar ve güçlendirilmiş hasarlı binaların 5 adedi bilgisayarda modellenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yeni yapılan bina periyotlarının ölçülen değerlere yakın hesaplanabilmesine rağmen, hafif hasarlı güçlendirme öncesi ve sonrası bina periyotlarında öngörülemeyen farklar olduğu gözlenmiştir.

Bostaner ve Sarı (2015) tarafından İzmir Buca ilçesinde 20 km'lik alanda 25 dakikalık 130 mikrotremor ölçümü alınarak elde edilen dinamik parametreler farklı yönetmeliklere göre değerlendirilmiştir.

Bu alışma kapsamında daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak son zamanlarda sayıları hızla artan daha yüksek katlı yapılar ele alınmıştır. Denizli ili merkezinde 10 kat ve üzeri orta yükseklikteki betonarme binaların deneysel yöntemlerle elde edilen baskın yapı periyot değerleri ile modal analizle elde edilen yapı periyot değerlerinin kıyaslaması yapılmıştır. Elde edilen verilere yapı yüksekliği, kat rijitliği, yapım şekilleri, dolgu duvar alanı gibi parametrelerin etkisi irdelenmiştir.

2. MİKROTREMOR

2.1 Mikrotremor (Titreşimcik) Tanımı:

Sismik patlamalar ve depremler haricinde, doğal veya doğal olmayan nedenlerden dolayı ortaya çıkan, periyotları 0.05 ile 2 s aralığındaki, yeryüzünün oluşturduğu titreşim hareketlerine mikrotremor (titreşimcik) denir. Titreşimciklerin genlikleri 0.1 mikron mertebesinde ve genellikle doğal olmayan nedenlerle oluşmaktadırlar. Periyotları çok küçüktür. Dalga şekilleri düzgün olmayıp gündüzleri daha yoğundur.

Mikrotremor hakkındaki ilk çalışmalar 1961 yılında Japonya’da Kanai tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda mikrotremorların mühendislik açısından kullanılabilmesi, deprem olma olasılığı yüksek olan bölgelerde yapı tasarım aşamasında yapıların dinamik özelliklerinin bu yöntemle belirlenebilmesi amaçlanmıştır.

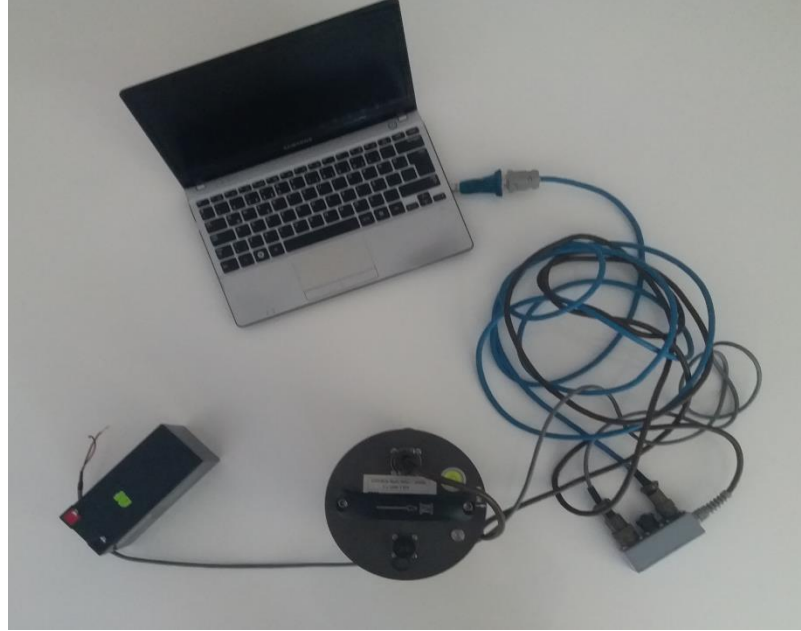
2.2 Ölçümde Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlar

Tezin arazi çalışmaları aşamasında binalardan mikrotremor kayıtlarının alınabilmesi için Güralp marka CMG-6TD model mikrotremor cihazı (sismograf) kullanılmıştır. Mikrotremor cihazı zemin çalışmaları ve mikrobölgelendirme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikrotremor cihazları;

- Zemin hakim titreşim periyotları
- Zemin büyütme katsayısı
- İvme spektrum katsayılarının belirlenmesi amacıyla kullanılan hız ölçerdir.

Kullanılan mikrotremor cihazı 3 bileşenli (Doğu-Batı, Kuzey-Güney ve Düşey) olarak kayıt alabilmektedir. Kayıtlar ivme, hız ya da yer değiştirme türündedir. Çalışmamızda yapılan ölçümlerde kayıtlar hız cinsinden alınmıştır.

Alınan bu kayıtlar bilgisayar ortamına sayısal veri olarak aktarılmıştır. Kayıtların örnekleme aralıkları 0.8-10 Hz aralığı seçilmiştir. Mikrotremor ölçüm cihazı ve ekipmanları Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Cihaz ile ilgili teknik özellikler aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 2.1: Guralp CMG-6TD Mikrotremor Cihazı ve Diğer Ekipmanlar

- Cihazın çıkış hassasiyeti $2*1000$ V/m/s dir.
- Frekans aralığı 0.033-100 Hz. dir.
- Üç bileşenli (X-Y-Z) feedback bir sismometredir.
- 2.7 kg olan cihaz kolaylıkla taşınabilme özelliğine sahiptir.
- Çapı 154 mm. olup tutamak kısmı hariç boyu 153 mm.dir.
- 24-Bit 3 kanallı sismik kayıtçısı bulunmaktadır.
- 2 GB dahili bellek kapasitesi vardır.
- Çalışma voltajı 10-36 Volttur.
- Güç tüketimi (12 V da) 0,78 W.
- Sağlamlaştırılmış alüminyum gövde özelliğine sahiptir.

Binalardan mikrotremor kaydı alınırken sismometre sistemi için gereken enerji güç kaynağından sağlanmakta olup, yardımcı aparat ve kablolarla sistem dizüstü bilgisayara bağlanmaktadır. Dizüstü bilgisayara kurulumu yapılan Scream

programının çalıştırılması ile elde edilen kayıtlar görüntülenerek istenilen zaman aralığında veriler kaydedilmektedir.

2.3 Mikrotremor Ölçümlerinin Değerlendirilmesi ve Yöntemler

Mikrotremor ölçümleri zemin periyodu, zemin büyütme katsayısı, ivme spektrumları gibi birçok parametreyi elde etmek için kullanılmaktadır. Bu nedenle ölçümlerin değerlendirilmesi, elde edilmek istenen parametrelere göre değişmektedir. Değerlendirmede farklı kabul ve yaklaşımlar bulunmaktadır. Değerlendirme aşamasının ilk adımı olarak spektral analiz yapılmaktadır.

Mikrotremor kayıtlarının değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan iki yöntem bulunmaktadır:

- Fourier Genlik veya Güç Spektrumlarının Yorumlanması Yöntemi
- Yatay Bileşenin Düşey Bileşene Oranı olarak bilinen Nakamura Yöntemi

Fourier genlik spektrumu ile elde edilen spektrumlar, analiz edilen dalgaların bileşenlerinin frekans içeriğini ve dalgaların hangi bileşeninin genliğinin büyük olduğunu gösterir. Kısacası genlik spektrumu herhangi bir büyüklüğün gücünün frekans ile nasıl değiştiğini göstermektedir. En büyük genliğe karşılık gelen frekans incelenen dalganın baskın frekansı olarak kabul edilir. Fourier spektrumları hareketin şekline göre dar ya da geniş aralıkta değişkenlik gösterir. Dar spektrum, hareketin düz ve sinüsoidal olduğunu; geniş spektrum ise, farklı frekanslar içeren zamana göre değişen düzensiz hareketleri göstermektedir (Kramer 2003).

Bu yöntem mikrotremor kayıtlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir. Güç spektrumu genlik spektrumunun karesidir. İkisi birbiriyle doğru orantılıdır. Bu nedenle genlik veya güç spektrumlarının yorumlanması birbirine paralel kavramlardır. En büyük genlik baskın frekansı işaret etmektedir.

Yatay/Düşey spektral oran yöntemi (Nakamura yöntemi) Japonya’da Nakamura (1989) tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntemle 3 bileşenli titreşim kayıtları alınarak bir yapının hâkim periyodu belirlenebilmektedir. Kuzey-Güney ve Doğu-Batı olarak 2 adet yatay ve 1 adet düşey titreşim kaydı yapılarak,

alınan kayıtların spektral ortamda yatay bileşenlerinin bileşkesi düşey bileşene oranlanarak H/V grafiği elde edilir. Grafiğin pik yaptığı noktada binanın hakim periyodu belirlenmiş olur. Tek istasyon yöntemi olarak da bilinen bu yöntem uygulama kolaylığı açısından da yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.4 Kullanılan Programlar ve Özellikleri

Çalışma kapsamında binalardan alınan mikrotremor kayıtlarının Scream 4.6 programı kullanılarak dizüstü bilgisayara kaydı sağlanmıştır. Daha sonra bu kayıtlar Geopsy programında açılarak belirli filtreleme işlemlerinden geçirildikten sonra spektrum grafikleri elde edilmiştir. Spektrum grafiklerinin yorumlanması ile arazi çalışmaları sonucu elde edilen yapı periyot değerlerine ulaşılmıştır. Çalışmanın devamında mikrotremor kaydı alınan binaların betonarme proje ve statik hesap raporları temin edilerek birçoğunun Sta4Cad ve İdeCad programlarında modellenmesi yapılmak suretiyle modal analiz sonucunda yapının her iki yönü için yapı periyot değerleri elde edilmiştir.

2.4.1 Scream Programı

Scream! Programı sismometreden sayısal veri temini ve izlenmesi için yazılmış Windows tabanlı bir yazılımdır. Scream! Güralp sistem sayısal sismograf cihazından alınan kayıtları GCF formatında kaydetme, sıkıştırma, yazdırma, görüntüleme işlemleri için kullanılmaktadır. Scream! Programı çalıştırıldığı anda ekranda tüm veri akışlarının görüldüğü bir ana pencere açılır. Tüm işlemler bu pencereden yapılır. Ekranda açılan ana pencere içindeyken istenildiği kadar waveview penceresi açılarak veri akışları görüntülenebilir. Program, dışarıdan kaydedilen tüm GCF verileri üzerinde detaylı bir kontrol gerçekleştirir ve tespit edilen hataları kaydeder. Program GCF, SAC, miniSEED, SEGy, PEPP, SUDs ve GSE formatlarını destekler. Bu veri transferinin daha sonraki veri analizi ve işlemleri için kolay ve rahat bir şekilde yapılmasına izin verir.

2.4.2 Geopsy Programı

Geopsy programı sismometreler ile alınan kayıt verilerinin değerlendirilerek yorumlanabilmesini sağlayan bir programdır. Geopsy programında sismometre yardımıyla alınan kayıtlar çağrılarak üç bileşenli kayıt ortaya çıkmaktadır. Veriye ait kayıt tarihi, sinyalin başlangıç ve bitiş zamanı, örnekleme frekansı ve kayıt süresi görüntülenebilmektedir. Veri açıldıktan sonra ana menüden yapılan seçim vasıtası ile yapmak istenilen çalışmaya göre H/V oranı ve spektral genlik oranları elde edilebilmektedir.

Geopsy yazılımı kullanım kolaylığı ve basitliği ayrıca Linux, Mac OS X ve Windows işletim sistemlerinde çalıştırılabilme özelliği ile sismik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir mühendislik programıdır.

2.4.3 Sta4Cad programı

Sta4Cad (Sta4Cad V14) programı çok katlı betonarme yapıların statik, deprem, rüzgar ve betonarme analizini entegre olarak yapabilen bir paket programıdır. Plan aplikasyon olarak grafik ortamda girilen yapı planda ve 3 boyutlu görüntü olarak izlenebilmektedir. Program ülkemizde yürürlükte olan yapı tasarımı ile ilgili tüm yönetmelik ve standartlara göre betonarme hesaplamaları gerçekleştirebilmektedir.

Program, rijit kat diyaframını dikkate almakta her noktada 6 serbestlikli 3 boyutlu rijitlik metodu ile hesaplama yapmaktadır. Akıllı menülerle kolay veri girişi yapılabilen program analiz sonrasında eleman optimizasyonu, maliyet analizi ve deprem yönetmeliğinin tüm kontrollerini yapabilmektedir. Çözüm sonrası tüm çizimler hazır halde dwg formatında alınabilmektedir. Yapıların statik ve dinamik analizin yanı sıra yapıların nonlinear performans analizleri, deprem analizinde izolator kullanabilme, temel kazık sistemi ve istinad çözümü gibi özellikleriyle ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir yazılım programıdır.

2.4.4 İdecad programı

İdeCad (İdeCAD V7) genel amaçlı betonarme analiz, tasarım ve çizim programıdır. Rijit diyaframlı yada diyaframsız yapıların yürürlükte olan mevzuatlara göre modellenerek çözümünün yapıldığı hesap programıdır. Plak, kolon, perde ve temel elemanları mimari projeye uygun olarak modellenerek betonarme tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Mimari ve statik projeler arası tam entegrasyon özelliğiyle mimar ve mühendislerin aynı anda ortak data üzerinden çalışabilmesi sağlanmaktadır. Zemin yapısı etkileşimi, deprem izolatörleri, performans analizi, riskli yapı analizi, ısı farkları analizi gibi opsiyonları bulunan program gerek 3 boyut gereksede diğer grafik özellikleriyle inşaat mühendislerince yoğun olarak tercih edilmektedir.

2.5 Veri Kaydı ve Kaydedilen Ölçüm Verilerinin Değerlendirilmesi

Mikrotremor ölçümleri yapılırken doğru veriye ulaşabilmek adına gürültü ve çalışmanın fazla olmadığı zaman aralıkları tercih edilmiştir. Yapının dinamik özelliklerini belirlemek amacıyla her binadan zemin kat, ara kat ve son kat olmak üzere üçer adet ölçüm yapılmıştır. Ölçüm süresi genellikle 20 dakika olarak belirlenmiştir. Genellikle kat planlarının aynı noktalarından ölçüm alınmaya çalışılmıştır.

Arazi çalışması kapsamında Denizli ilinde yapılan orta yükseklikteki betonarme binalardan mikrotremor ölçümleri alınmıştır. Scream programı ile dizüstü bilgisayara kaydedilen veriler Geopsy programı yardımı ile 100 Hz örnekleme aralığında örneklenecek, gürültü kayıtları 0.8 Hz ile 10 Hz aralığında Butterworth Bant geçişle filtrelendirilmiştir. Ortalama 20 saniyelik pencerelerle Fourier genlikleri alınmıştır. Grafikler elde edildikten sonra güçlü ve zayıf yön için genlik spektrumlarının yorumlanmasıyla doğal titreşim periyotları her iki yön için belirlenmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan binalardan birçoğu Sta4Cad ve İdeCad programı yardımıyla modellenip, modal analizleri yapılmış olup, mevcut binalara ait baskın periyotlar belirlenerek, arazi çalışmaları ile elde edilen değerlerle kıyaslanmıştır.

2.6 Mevcut Yapı Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Mevcut yapılardan alınan mikrotremor kayıtları bilgisayar ortamında Geopsy programı yardımıyla değerlendirilerek yapının her iki yönüne ait spektrum grafikleri elde edilmiştir.

Yapının güçlü ve zayıf yönü için elde edilen genlik değerinin pik yaptığı nokta yapının baskın frekansı olarak belirlenmiş olup, 1 bölü frekans eşitliği ile mevcut yapının baskın titreşim periyodu bulunmuştur. Tez kapsamında her iki yön için ayrı ayrı belirlenen yapı periyodunun büyük olanı yapının rijitliği zayıf olan yönü küçük olanı ise daha rijit olan güçlü yönü olarak değerlendirilmiştir. Bodrum kat etrafında rijit perdelerin bulunduğu yapılarda yapı yüksekliği ve kat sayısı doğal zemin üzerindeki kat ve yükseklik olarak dikkate alınmıştır.

3. BİNA ÖZELLİKLERİ

3.1 Modellenen Bina Özellikleri

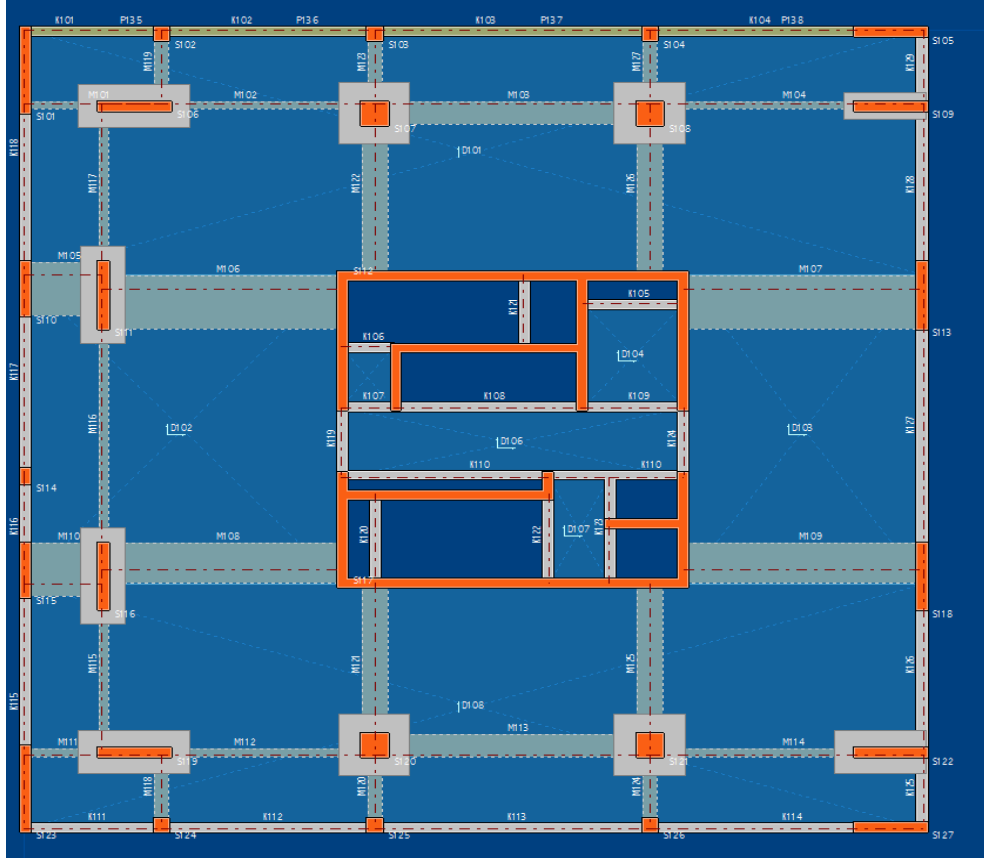
Çalışma kapsamında Denizli ilinde zemin yapısı farklı bölgelerdeki orta yükseklik olarak tanımlayabileceğimiz 10 kat ve üzeri 15 betonarme binadan mikrotremor ölçümleri alınarak, bu binalara ait modelleme işlemleri yapılmıştır.

3.1.1 01 Nolu Bina Özellikleri

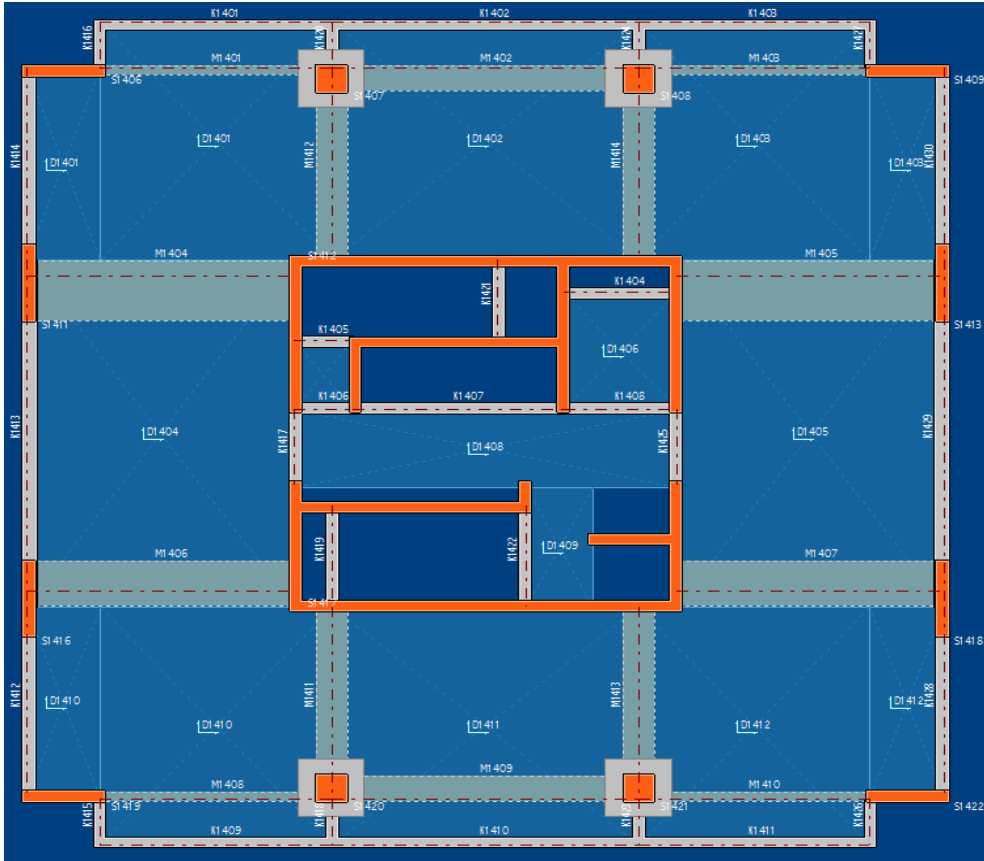
2 adet bodrum kat, zemin ve 17 kat olmak üzere toplam 20 katlı betonarme çerçeve bir yapıdır. Bina 2017 yılında tamamlanmış olup, iskan edilmektedir. Görünüşü Şekil 3.1’de görülen bina 30.60 m x 31.15 m ebatlarında olup, 2. Kattan sonra küçülerek 28.00 m x 28.40 m ebatlarına düşmektedir. Binanın zemin kat kalıp planı Şekil 3.2’de üst katlara ait kalıp planı ise Şekil 3.3’te görülmektedir. Kat alanı 782 m² olan yapının tamamı 15351,93 m² dir.



Şekil 3.1: 01 Nolu Binanın Dış Görünüşü.

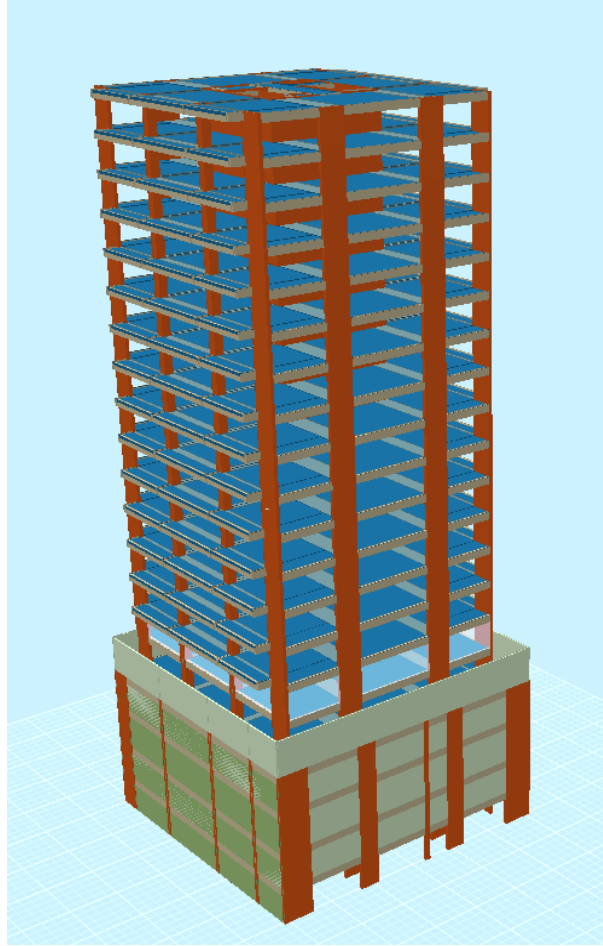


Şekil 3.2: 01 Nolu Binanın Zemin Kat Kalıp Planı.



Şekil 3.3: 01 Nolu Binanın Üst Katlara Ait Kalıp Planı..

Kat yükseklikleri bodrum kat ve normal katlarda 3.80 m olup, zemin katta 4.50 m'dir. Toplamda bina yüksekliği doğal zemin üzerinden 69.60 m'dir. Bina taşıyıcı sistemi kolon-perde çerçeve sistem olup, kullanılan beton sınıfı C30 betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan modeli Şekil 3.4'te görölmektedir.



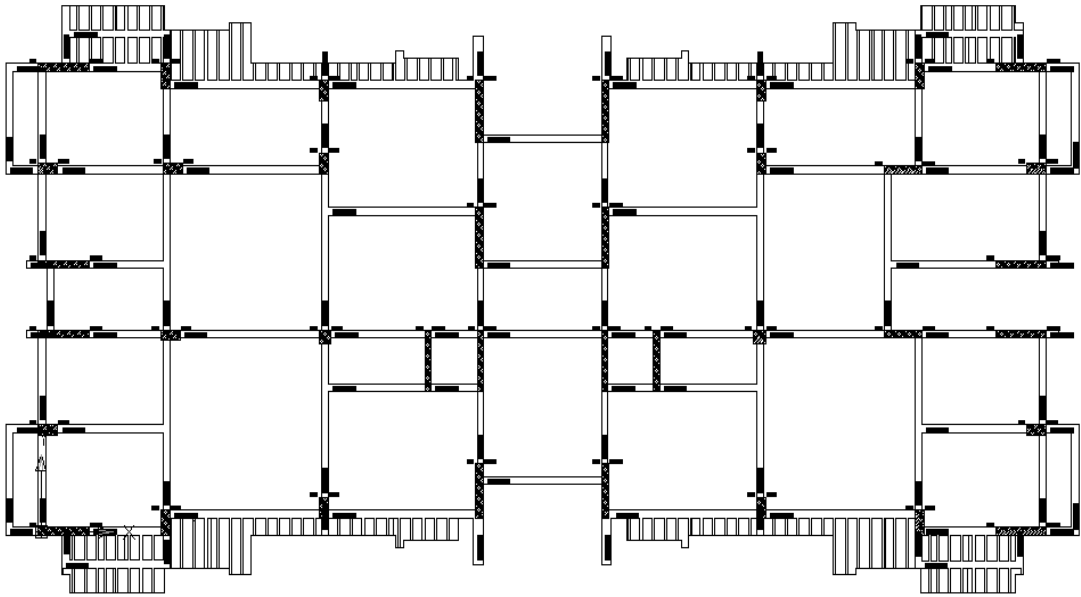
Şekil 3.4: 01 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.2 02 Nolu Bina Özellikleri

Betonarme kolon-perde çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı bodrum kat, zemin kat, 8 normal kat olmak üzere toplam 10 katlıdır. Binanın yapımına 2018 yılında başlanmış olup tamamlanma aşamasındadır. Görünüşü Şekil 3.5'te verilen bina yaklaşık 42.70 m x 18.20 m ebatlarındadır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.6'da görölmektedir. Kat alanı 720.96 m² olan binanın tamamı 7274.64 m² dir.

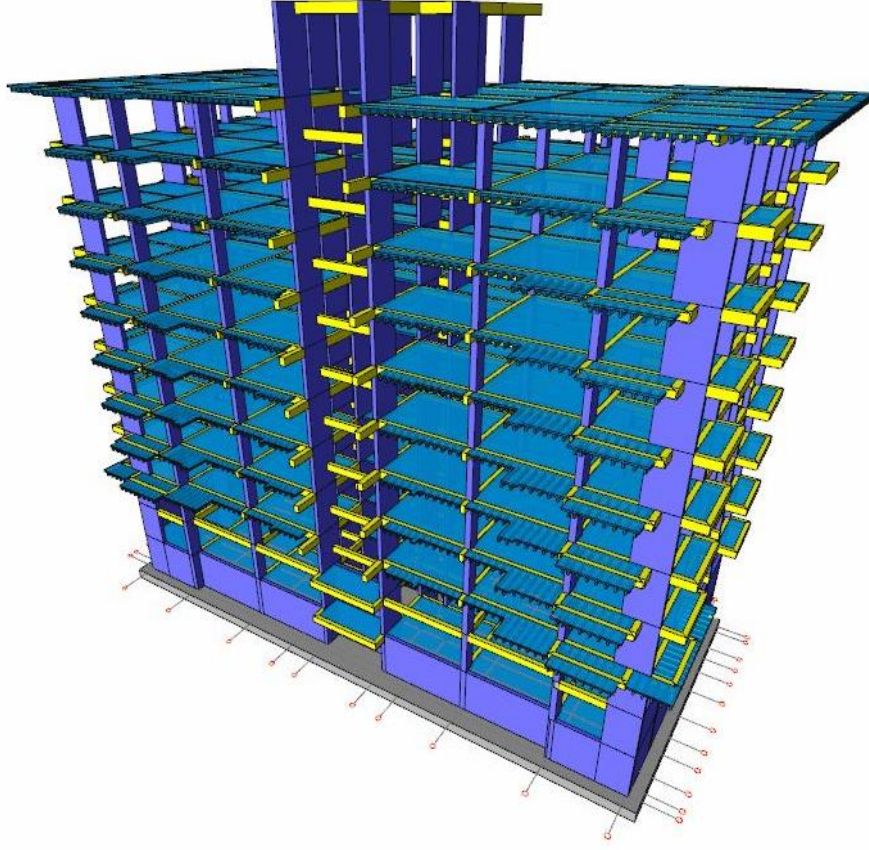


Şekil 3.5: 02 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.6: 02 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.

Bodrum kat yüksekliği ve normal katlar 3.20 m olup, zemin katta asma katla birlikte 6.00 m'dir. Binanın çatı katı yüksekliği 4.00 m bina yüksekliği zemin üzerinden 29.60 m'dir. Projesinde beton sınıfı C35, betonarme çeliği St420'dir. Yapının betonarme projesine uygun olarak hazırlanan bina modeli Şekil 3.7'de görülmektedir.



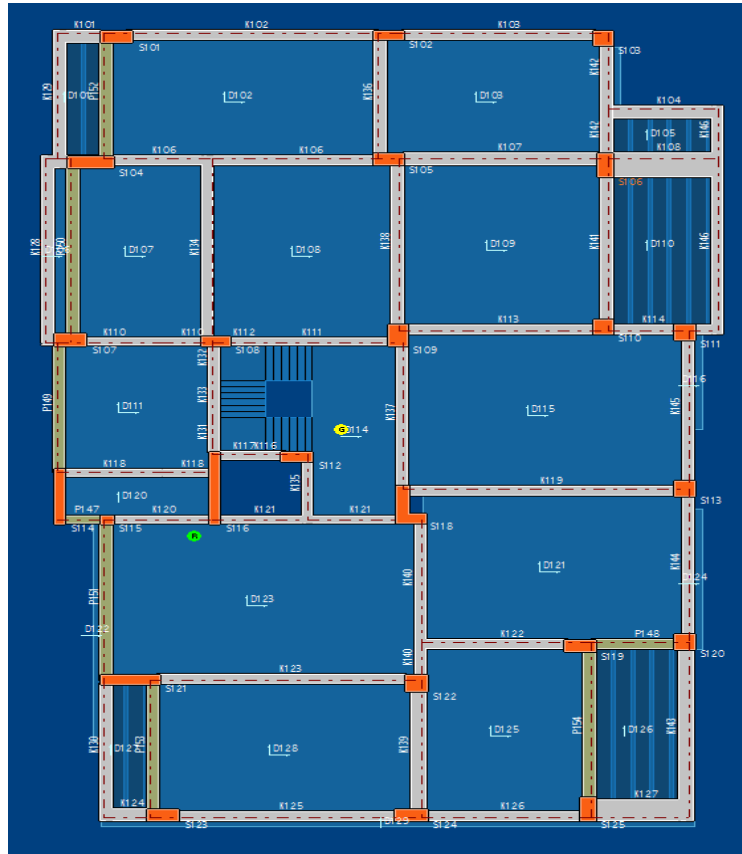
Şekil 3.7: 02 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.3 03 Nolu Bina Özellikleri

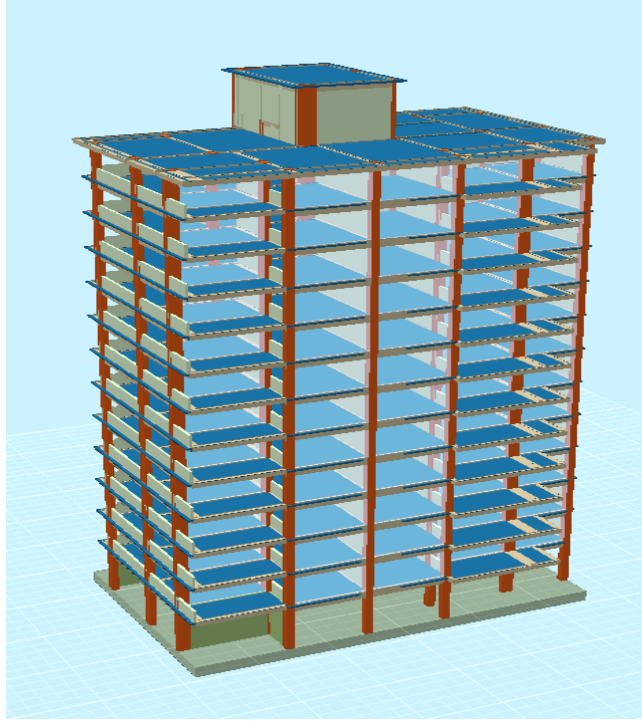
Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı bodrum, zemin ve 11 normal kat olmak üzere toplam 13 katlıdır. Binanın yapımı 2018 yılında tamamlanmıştır. İçerisinde ikamet edilmektedir. Şekil 3.8’de dıştan görünüşü verilen bina 27.30 m x 18.10 m ebatlarındadır. Yapının betonarme kalıp planı Şekil 3.9’da görüldüğü gibidir. Bodrum kat yüksekliği 4.10 m, zemin ve normal katlar 3.00 m yüksekliğindedir. Bina yüksekliği 36.00 m’dir. Betonarme projesinde beton sınıfı C35 olarak tasarlanmış olan binanın betonarme çeliği St420’dir. Yapı projesine uygun olarak hazırlanan bilgisayar modeli Şekil 3.10’da görülmektedir. Yapının normal katlarının alanı 436.42 m² dir. Toplamda yapının alanı ise 5779.67 m² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.8: 03 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.9: 03 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.10: 03 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

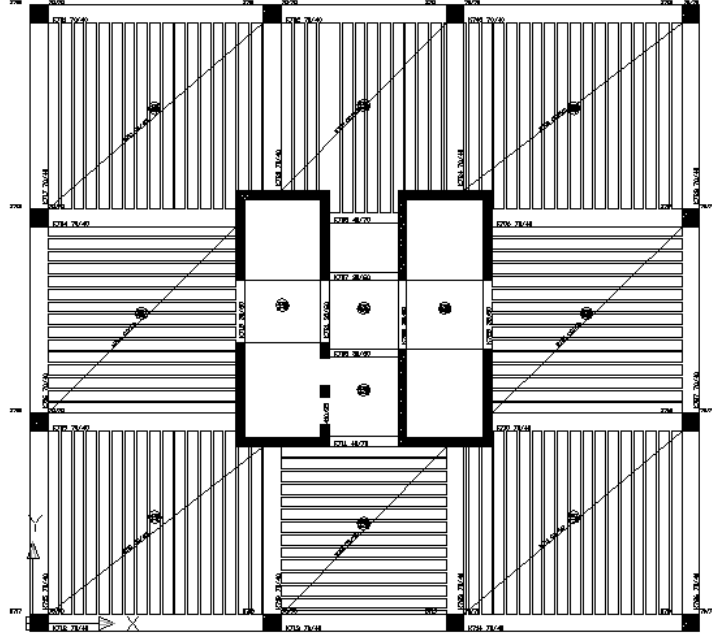
3.1.4 04 Nolu Bina Özellikleri

Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı 2 bodrum, zemin, 10 normal kat olmak üzere toplam 13 katlıdır. Otel ve iş merkezi olarak inşa edilmektedir. Betonarme kısmı tamamlanmış yapının duvarları örülmüştür. Şekil 3.11’de dıştan görünüşü gösterilmektedir.

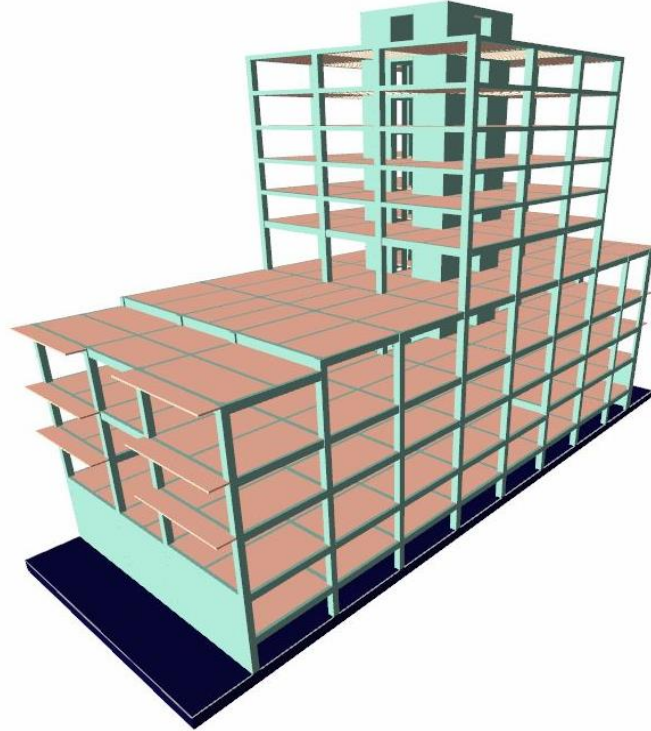


Şekil 3.11: 04 Nolu Binanın Dış Görünüşü

Alt katları altı bin m² den fazla alana sahip olan binanın kat alanı 3. kattan sonra küçülerek yaklaşık olarak 26.27 m. x 24.76 m. ebatlarında olmaktadır. Toplam inşaat alanı 36010.33 m² olan yapının kat alanı 651.74 m² dir. Binaın ilk katları farklı kat yüksekliğinde, üst katları ise 3.20 m. kat yüksekliğindedir. Yapının doğal zemin üzerinden yüksekliği 38.20 m’dir. Yapıya ait kalıp planı Şekil 3.12’de gösterilmekte olup, bilgisayar modelinin görüntüsü Şekil 3.13’teki gibidir.



Şekil 3.12: 04 Nolu Binaın Kalıp Planı



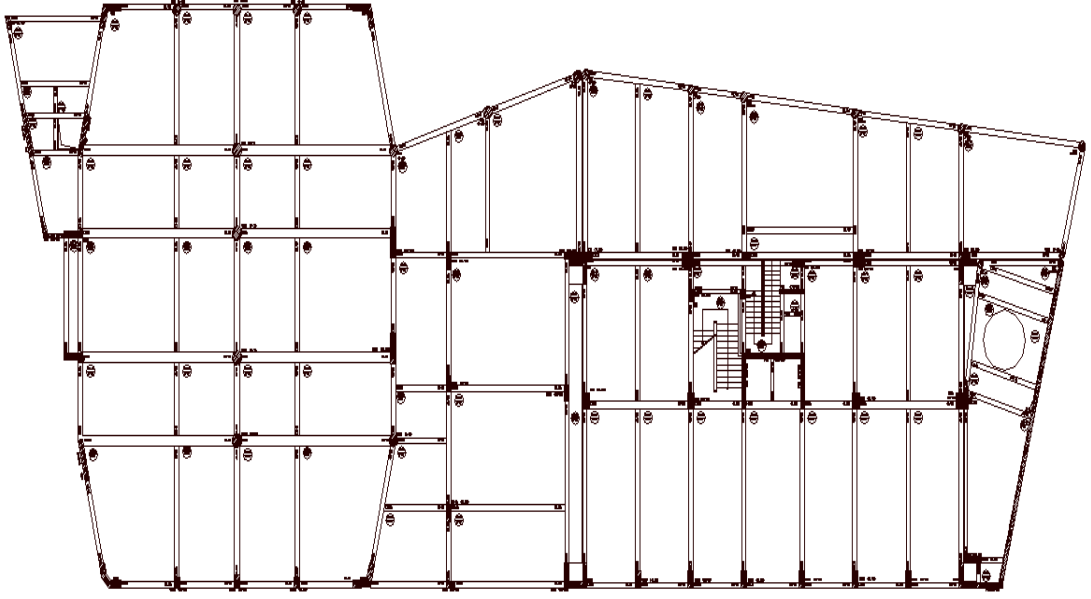
Şekil 3.13: 04 Nolu Binaın Bilgisayar Modeli

3.1.5 05 Nolu Bina Özellikleri

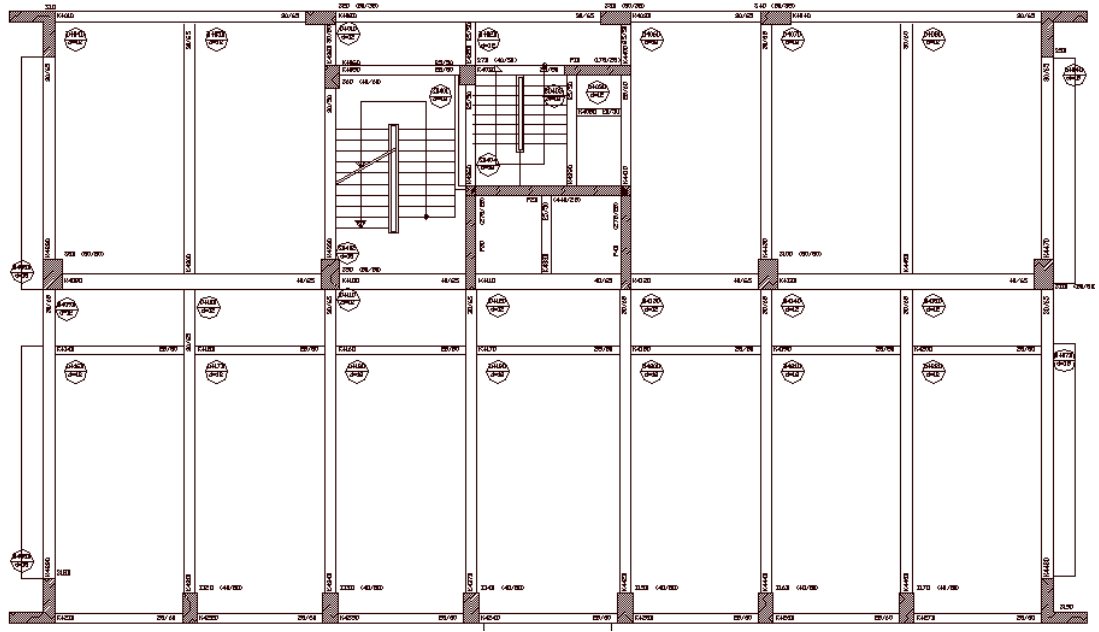
Bodrum kat, zemin ve 12 kat olmak üzere toplam 14 katlı betonarme bir yapıdır. Otel olarak tasarlanan yapı birbirinden dilatasyonla ayrılmış 4 bloktan oluşmaktadır. Bina tamamlanma aşamasındadır. Yapının bodrum, zemin ve 1. katı yaklaşık olarak 76.10 m. x 29.05 m iken üst katlar Şekil 3.14'te görüldüğü gibi küçülerek 28.70 m x 16.30 m'dir. Binanın zemin katına ait kalıp planı Şekil 3.15'te üst katlara ait kalıp planı ise Şekil 3.16'da görülmektedir. Yapının yüksek olan bloğunda ölçümler yapılmış olup, bu bloğun kat alanı 459.41 m² , yapının tamamı ise 10131.20 m² dir.



Şekil 3.14: 05 Nolu Binanın Dış Görünüşü

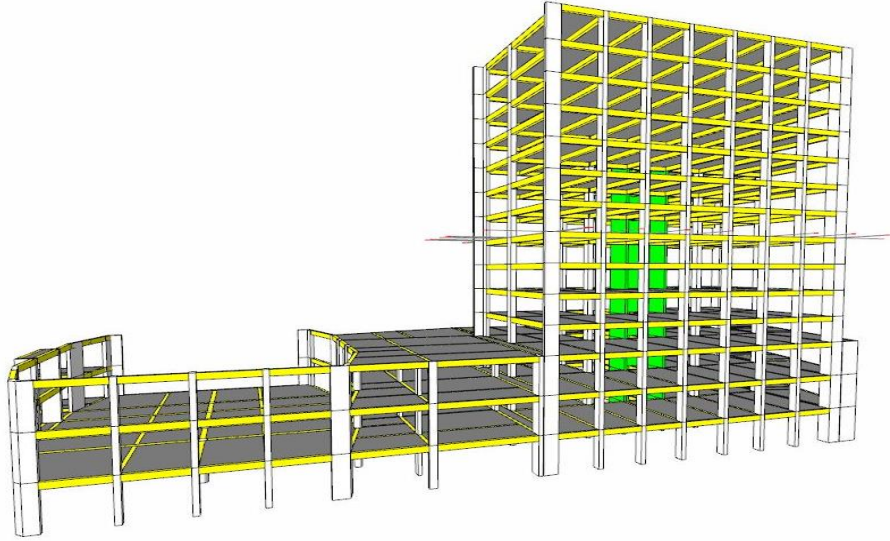


Şekil 3.15: 05 Nolu Binaya Ait Zemin Kat Kalıp Planı.



Şekil 3.16: 05 Nolu Bina'nın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı.

Kat yükseklikleri bodrum kat 4.25 m , zemin kat 4.05 m, normal katlarda 3.15 m'dir. Toplamda bina yüksekliği doğal zemin üzerinden 41.85 m'dir. Bina taşıyıcı sisteminde perde sayısı fazla olmayıp, kullanılan beton sınıfı C40 betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan modeli Şekil 3.17'de görülmektedir. Yapının temeli bütün olarak çözümlenmiş, üst bloklar dilatasyon ile ayrılmıştır.



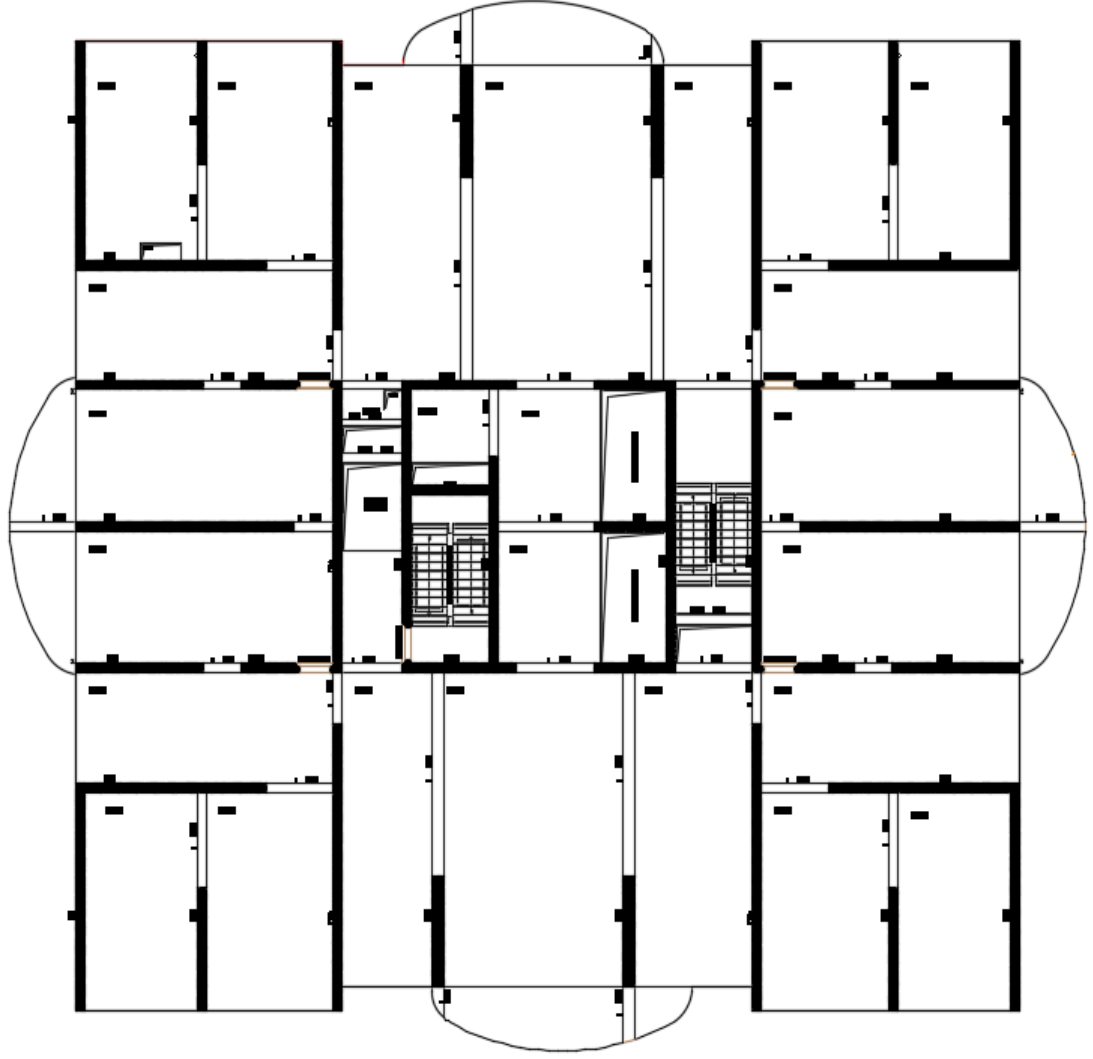
Şekil 3.17: 05 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.6 06 Nolu Bina Özellikleri

Tünel kalıp sistem şeklinde inşa edilen yapı 30 katlıdır. 31.50 m x 30.30 m ebatlarındaki yapı 102.00 m yüksekliği ile Denizli ilindeki en yüksek yapı konumundadır. Her bir katın yüksekliği 3.40 m'dir. Binada kullanılan beton sınıfı C40 'tır. Şekil 3.18'de dıştan görünüşü Şekil 3.19'da ise kalıp planı gösterilmektedir.



Şekil 3.18: 06 Nolu Binanın Dış Görünüşü.



Şekil 3.19: 06 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı

Kat alanı 975 m^2 olan binanın toplam alanı 20475.00 m^2 dir, Her iki yönde çok sayıda ve büyük taşıyıcı perde elemanı olan binada dolgu duvar miktarı oldukça azdır.

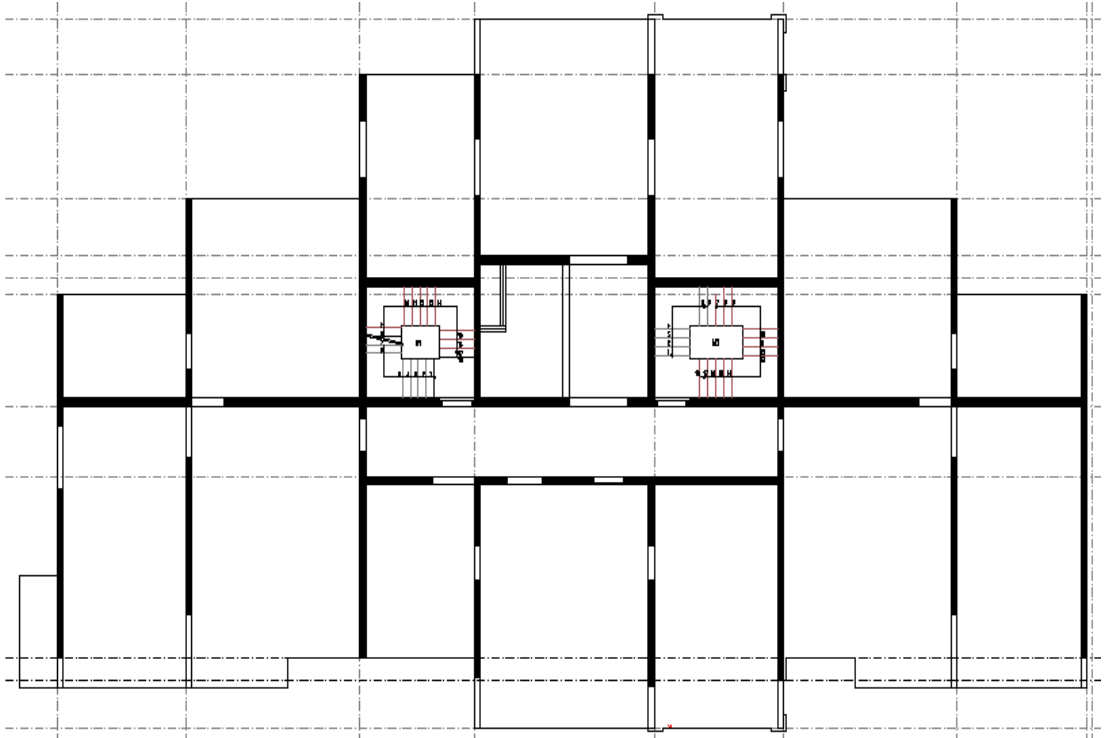
3.1.7 07 Nolu Bina Özellikleri

Kat yüksekliği 3.00 m. ve eşit olan 17 kattan oluşan yapının yüksekliği 51.00 m'dir. Binanın yapımı 2018 yılında tamamlanmıştır. Görünüşü Şekil 3.20'deki gibidir. Bina konut amaçlı kullanılmakta olup 35.00 m x 21.80 m ebatlarındadır. Bitişik nizam bir yapıdır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.21'de görülmektedir. Kat alanı 574.66 m^2 , yapının tamamı 9769.22 m^2 dir. Beton sınıfı C35, betonarme çeliği

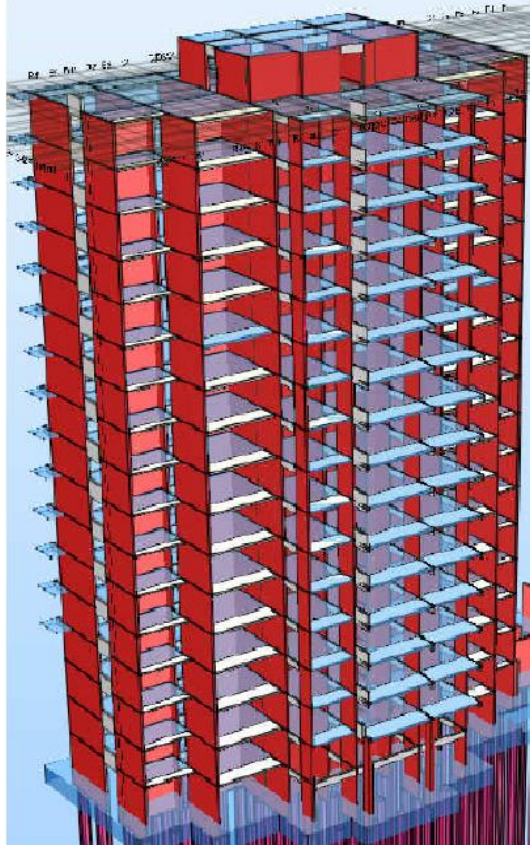
St420'dir. Tünel kalıp Şeklinde inşa edilmiştir. Binanın tasarım aşamasında hazırlanan modeli Şekil 3.22'de görülmektedir.



Şekil 3.20: 07 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.21: 07 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı



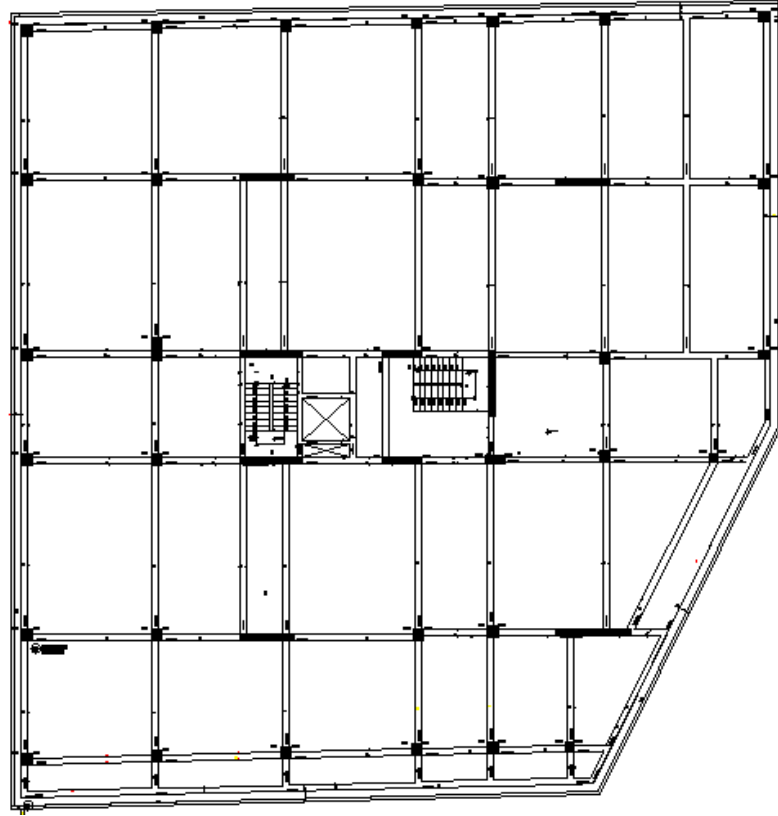
Şekil 3.22: 07 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli

3.1.8 08 Nolu Bina Özellikleri

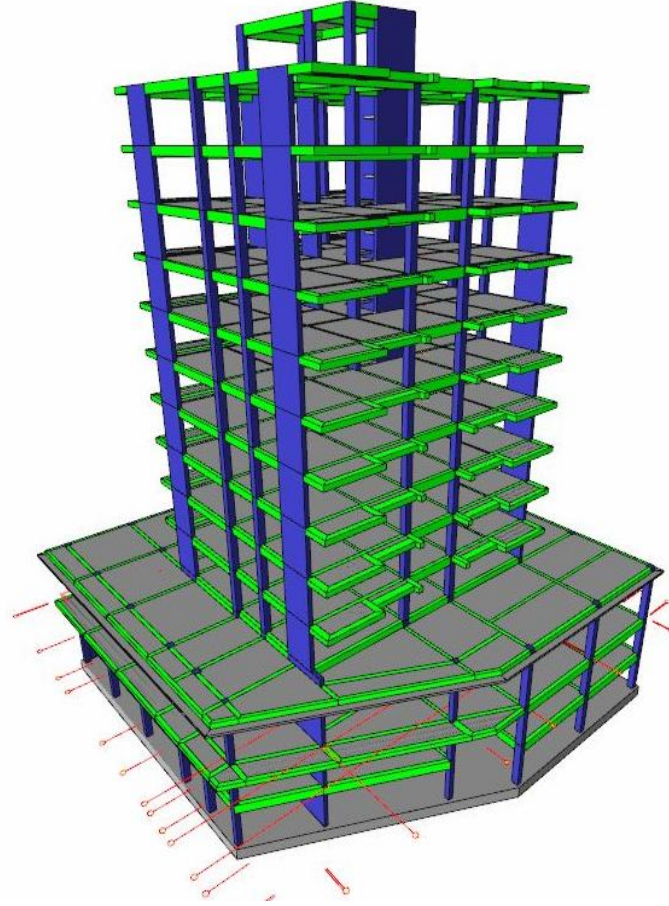
Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı iki bodrum, zemin, 10 normal kat olmak üzere toplam 13 katlıdır. Binanın yapımı tamamlanma aşamasındadır. Şekil 3.23'te dıştan görünüşü verilen binanın bodrum ve zemin katları 34.40 m x 33.90 m ebatlarındadır. Normal katlar 18.04 m x 21.44 m ölçülerindedir. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.24'te görülmektedir. Kat alanı 395.89 m², yapı toplam alanı ise 7235.82 m² dir. 2. bodrum kat yüksekliği 3.20 m., 1. bodrum kat yüksekliği 3.00 m. zemin kat 4.80 m ve normal katlar 3.00 m yüksekliğindedir. Binanın 2. bodrum kat çevresinde taşıyıcı rijit bodrum kat perdeleri bulunduğundan değerlendirmelerde yapının yüksekliği 1. bodrum kattan itibaren hesaplanmış olup, 37.80 m alınmıştır. Yine aynı nedenle değerlendirmede kat sayısı 12 olarak belirlenmiştir. Projesinde beton sınıfı C35, betonarme çeliği St420'dir. Bina betonarme projesine uygun olarak hazırlanan bilgisayar modeli Şekil 3.25'te görülmektedir.



Şekil 3.23: 08 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.24: 08 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.25: 08 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.9 09 Nolu Bina Özellikleri

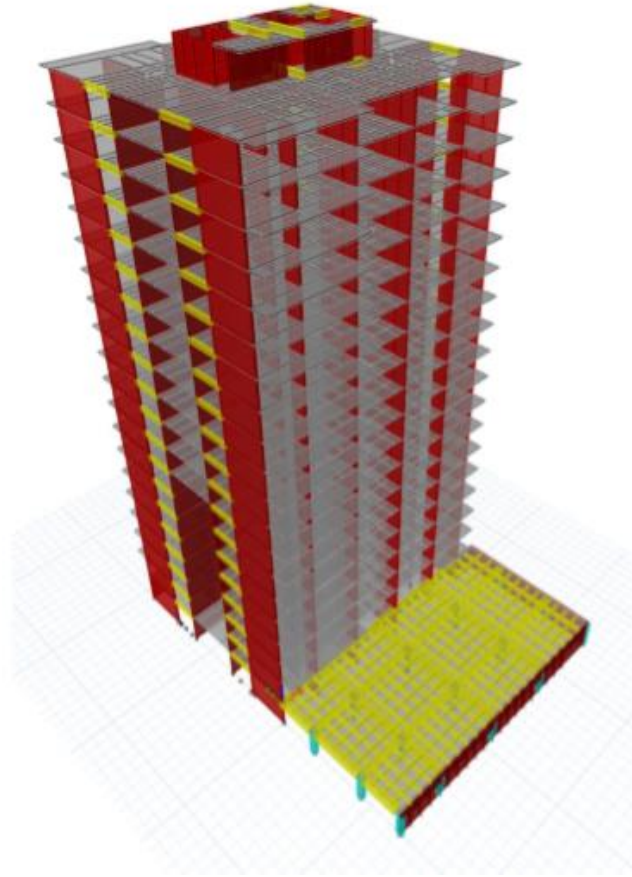
Yapı 1 adet bodrum kat, zemin kat ve 18 adet normal kattan oluşmaktadır. Toplamda 20 katlı bir yapıdır. Zeminden itibaren 57.00 m yüksekliğindedir. Kat yükseklikleri bodrum katta 3.55 m, normal katlarda ise 3.00 m'dir. Yapı betonarme tünel kalıp sistemine göre inşa edilmiştir. Binanın görünüşü Şekil 3.26'da, normal kat kalıp planı Şekil 3.27'de görülmektedir. Yapı 39.60 m x 30.20 m lik bir alana oturmakta olup, üst katlarda küçülerek yaklaşık 27.35 m x 23.35 m ebatlarına düşmektedir. Kat alanı 690.07 m² dir. Yapının tamamının alanı ise 14196.92 m² lik bir alana sahiptir. Temelde C30, üst kısımlarda C40 beton kullanılan binada donatılar St420'dir. Binanın model görüntüsü Şekil 3.28'deki gibidir.



Şekil 3.26: 09 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.27: 09 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı



Şekil 3.28: 09 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.10 10 Nolu Bina Özellikleri

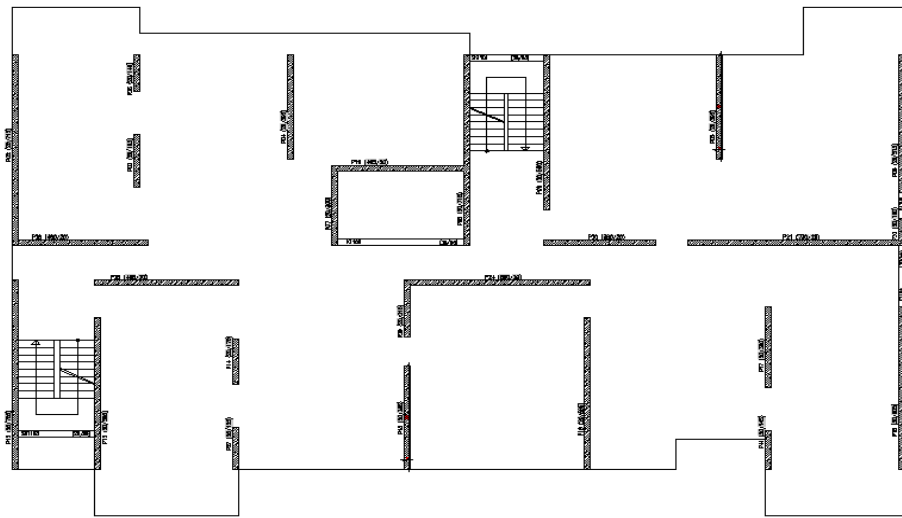
Yapı 2 adet bodrum kat, zemin kat ve 12 adet normal kattan oluşmaktadır ve zeminden 42.10 m yüksekliğindedir. Toplamda 15 katlıdır. Değerlendirmelerde bodrum katlardaki betonarme perdelerden dolayı kat sayısı 13 kabul edilmiştir. Kat yükseklikleri bodrum katlarda 3.05 m, 3.50 m, normal katlarda ise 3.00 m'dir. Yapı betonarme sistemi döşeme, kolon ve perde betonarme elemanlardan oluşmaktadır. Yapıda 100 cm kalınlığında radye temel bulunmaktadır. Şekil 3.29'da dıştan görünüşü verilen bina 60.55 m x 22.95 m ebatlarında bir alana oturmaktadır. Binanın bodrum kat kalıp planı Şekil 3.30 da görülmektedir. Üst katlarda yapı daralarak 37.40 m x 15.50 m ye küçülmektedir. 8. kattan sonra kalıp planı Şekil 3.31 da görüldüğü gibi yapı alanı daha da küçülerek 30.15 m x 15.50 m'ye düşmektedir. Kat alanı 505.06 m², toplam yapı alanı 10701.93 m² dir. Projesinde beton sınıfı C30, betonarme çeliği St420'dir. Bina modeli Şekil 3.32'de görülmektedir.



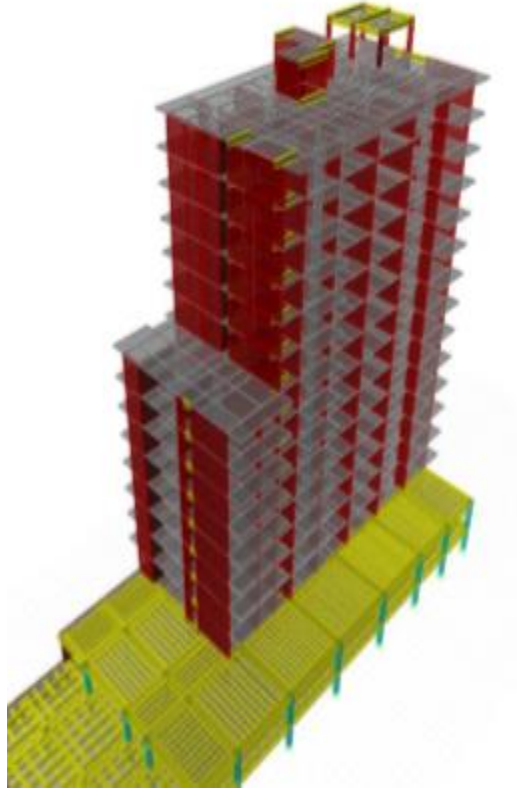
Şekil 3.29: 10 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.30: 10 Nolu Binanın Alt Katlarına Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.31: 10 Nolu Binanın Üst Katlara Ait Kalıp Planı.



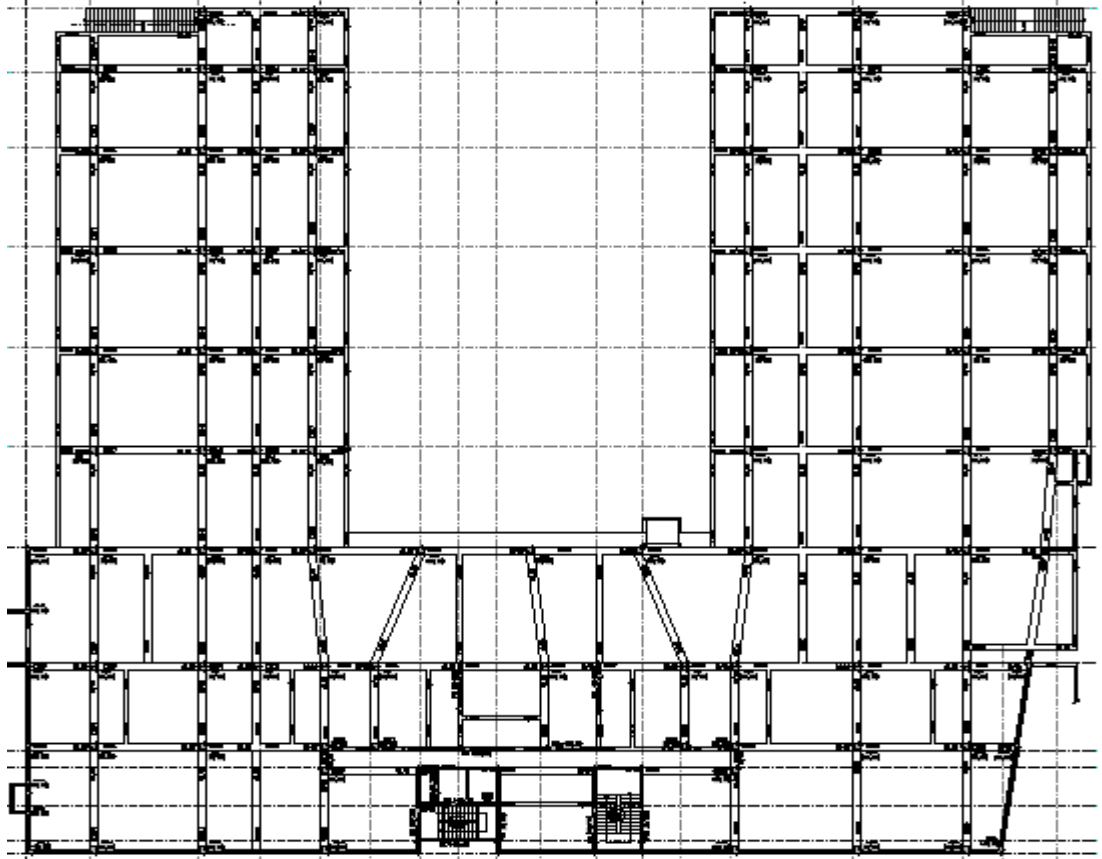
Şekil 3.32: 10 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.11 11 Nolu Bina Özellikleri

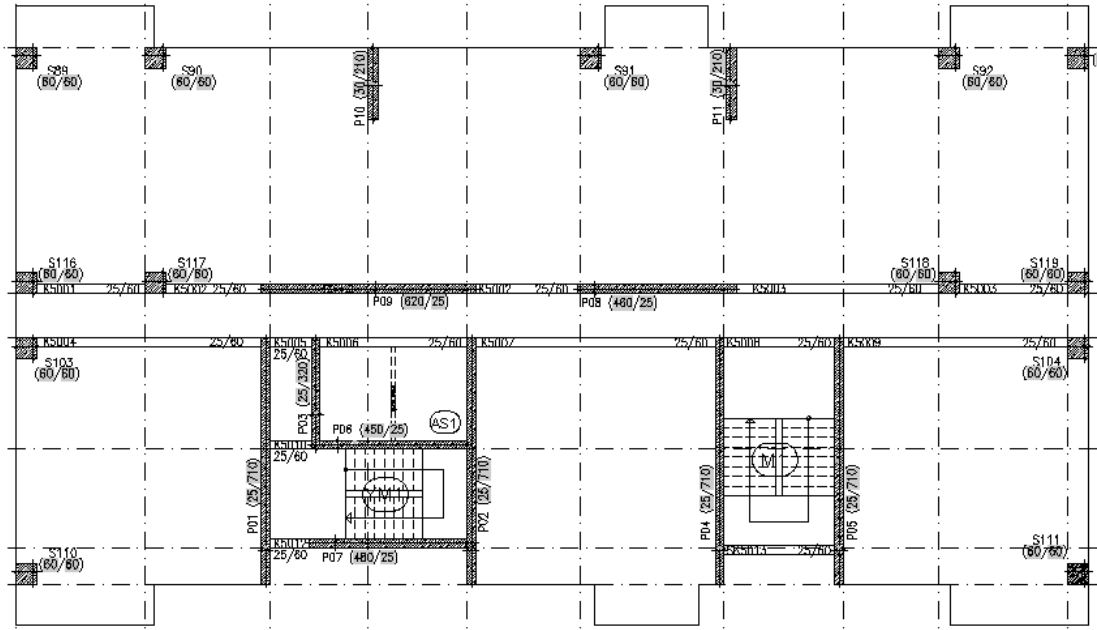
Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı 2 adet bodrum kat, zemin kat ve 12 adet normal kattan oluşmaktadır ve zeminden 41.40 m yüksekliğindedir. Kat yükseklikleri bodrum katlarda 3.30 m ve 4.40 m, zemin katta 4.00 m, normal katlarda ise 3.10 m'dir. Şekil 3.32'de dıştan görünüşü verilen bina toplamda 15 katlıdır. Duvarları ve sıvaları tamamlanmış, dış cephe kaplama imalatları devam etmektedir. Oturduğu alan 76.50 m x 68.55 m ebatlarındadır. Yukarıda 30.45 m x 15.50 m'ye düşmektedir. Binanın kat kalıp planları Şekil 3.33 ve Şekil 3.34'de görülmektedir. 502.12 m² kat alanı olan yapının tamamı 16808.68 m² dir. Projesinde beton sınıfı temelde C30, üst taşıyıcı sistemlerde C40'dır. Betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan modeli Şekil 3.36'da görülmektedir. Bodrum perdelerinden dolayı hesaplamalarda kat sayısı belirlenirken iki kat bodrum kat sayısından hariç tutularak, kat sayısı 13 olarak belirlenmiştir.



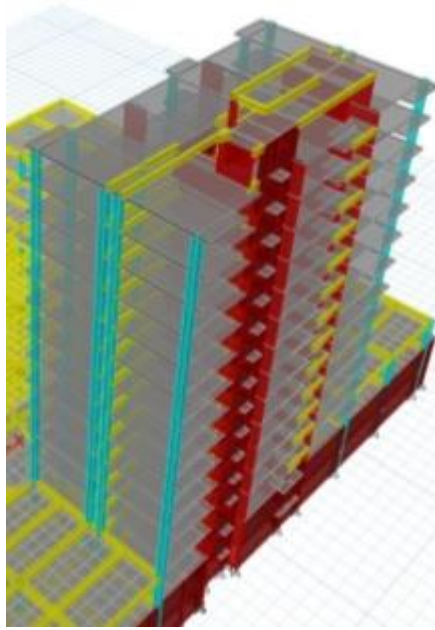
Şekil 3.33: 11 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.34: 11 Nolu Binanın Alt Katlarına Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.35: 11 Nolu Binanın Üst Katlarına Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.36: 11 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.12 12 Nolu Bina Özellikleri

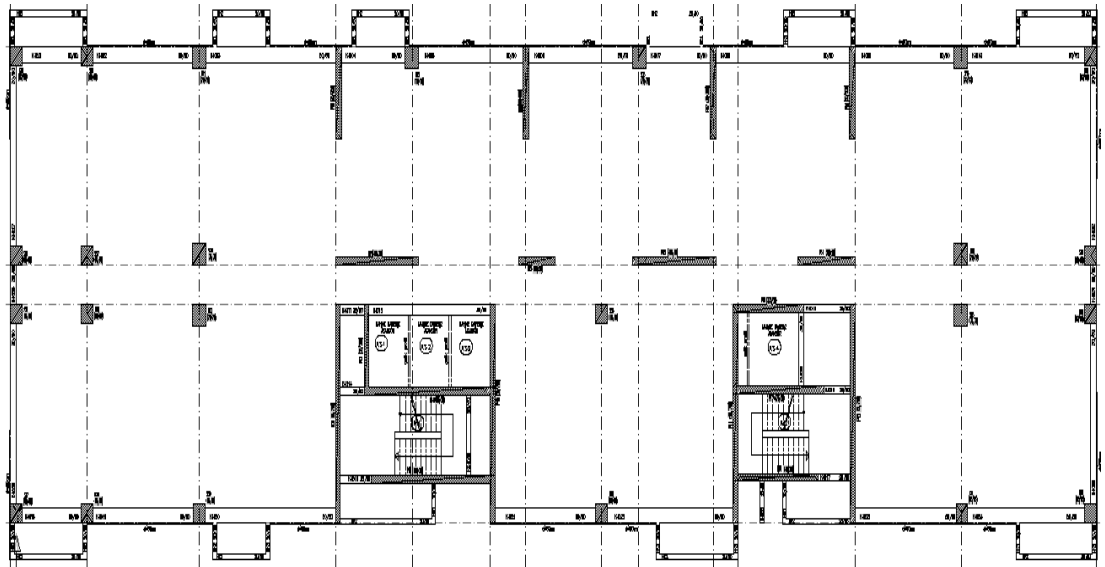
Yapı 3 adet bodrum kat, zemin kat ve 17 adet normal kattan oluşmaktadır ve zeminden 56.20 m yüksekliğindedir. Toplamda 20 katlıdır. Kat yükseklikleri bodrum katta 4.00 m, zemin katta 3.50 m, normal katlarda ise 3.10 m'dir. Yapı betonarme

sistemi döşeme, kolon ve perde betonarme elemanlardan oluşmaktadır. Dış görünüşü Şekil 3.37'deki gibidir. Değerlendirmede kat sayısı 18 alınmıştır.

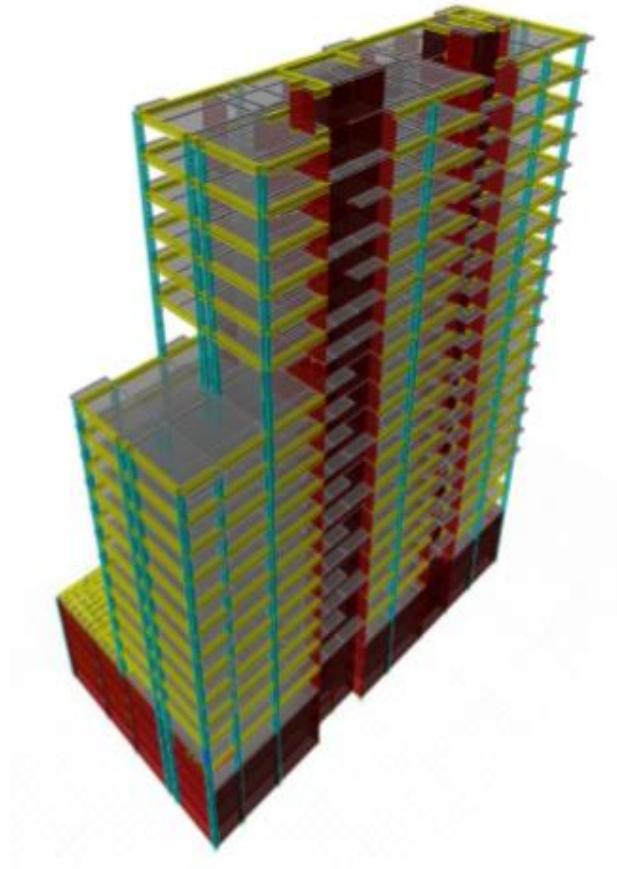


Şekil 3.37: 12 Nolu Binanın Dış Görünüşü

Bina 56.95 m x 17.90 m ebatlarındadır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.38'de görülmektedir. 918,45 m² kat alanına sahip yapının tamamı 20274,59 m² dir. Projesinde beton sınıfı temelde C30, diğer taşıyıcı elemanlarda C40, betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan modeli Şekil 3.39'da görülmektedir.



Şekil 3.38: 12 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



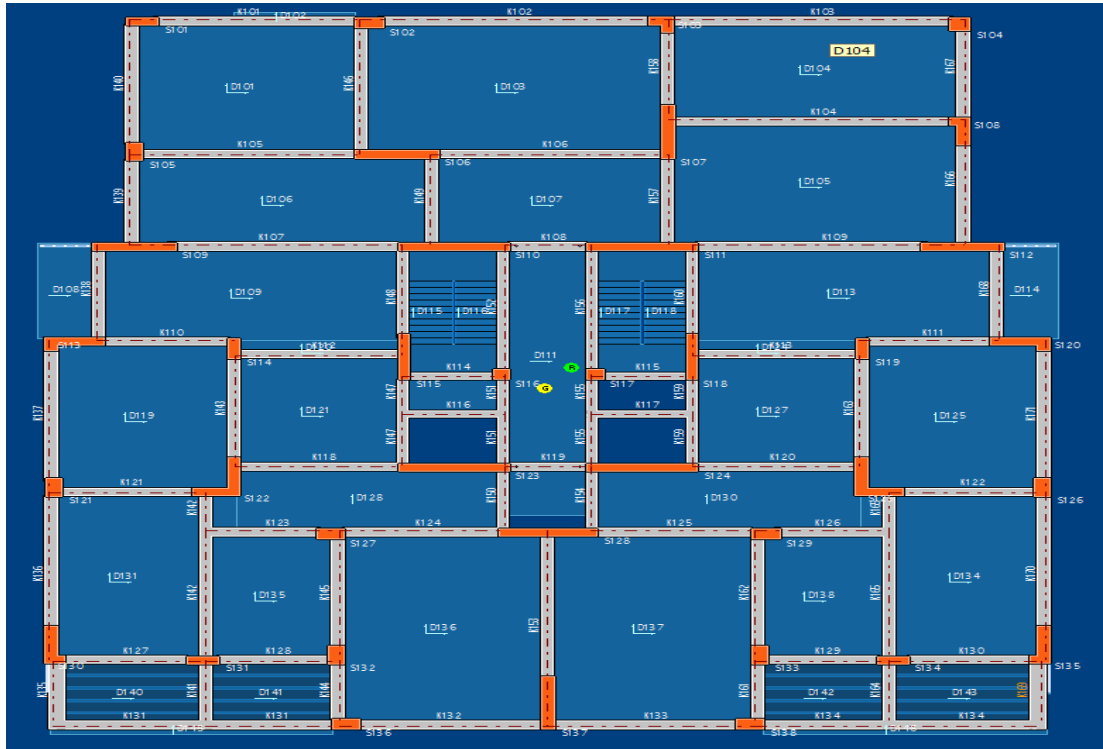
Şekil 3.39: 12 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.13 13 Nolu Bina Özellikleri

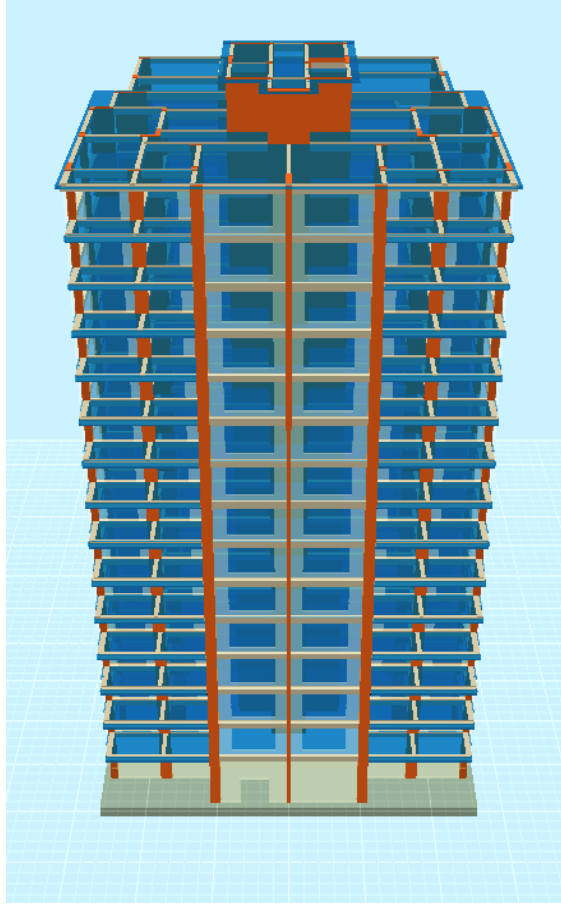
Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı bodrum, zemin, 14 normal kat olmak üzere toplam 16 katlıdır. Binanın yapımı 2018 yılında tamamlanmıştır. Şekil 3.40'ta dıştan görünüşü verilen bina 25.40 m x 28.20 m ebatlarındadır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.41'de görülmektedir. Kat alanı 659.89 m² olan binanın tamamı 15569.20 m² dir. Bodrum kat yüksekliği 4.50 m, zemin ve normal katlar 3.10 m yüksekliğindedir. Tabi zemin üzerinden bina yüksekliği 46.50 m'dir. Projesinde beton sınıfı C35, betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan üç boyutlu modeli Şekil 3.42'de görülmektedir. Bodrum katın rijit olduğu kabulü ile kat sayısı değerlendirmelerde 15 olarak göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 3.40: 13 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.41: 13 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



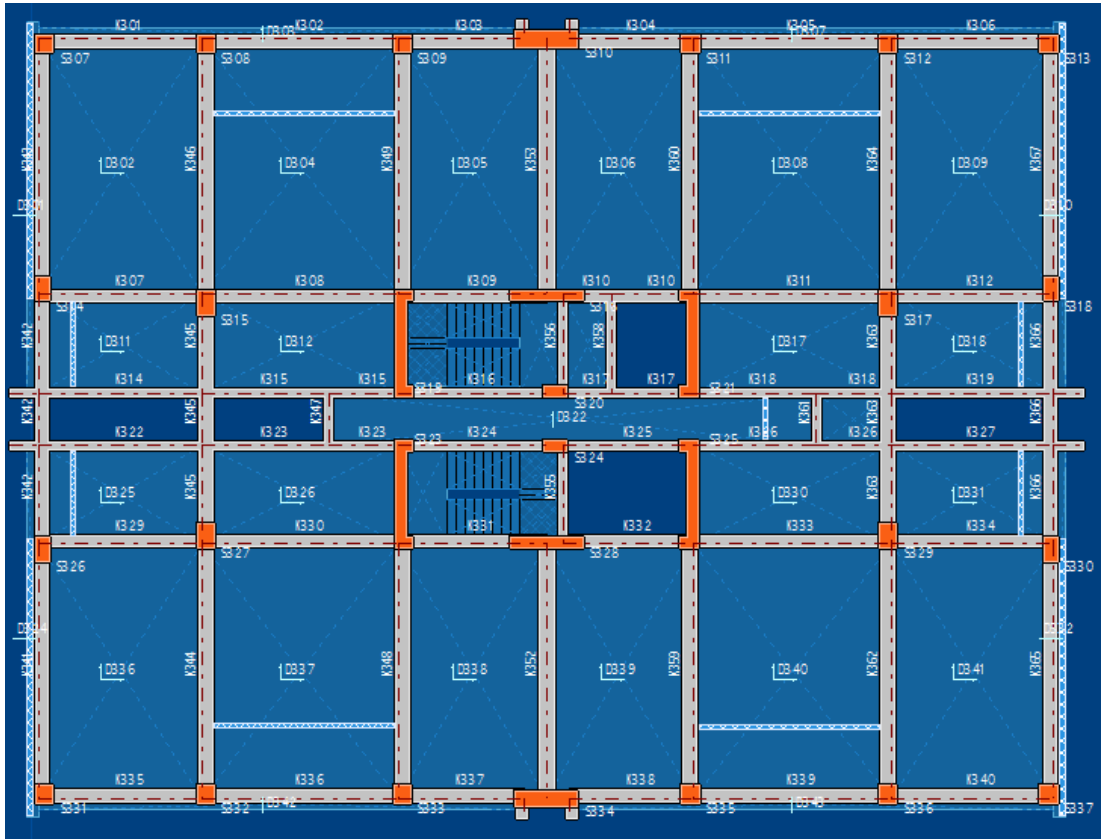
Şekil 3.42: 13 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.14 14 Nolu Bina Özellikleri

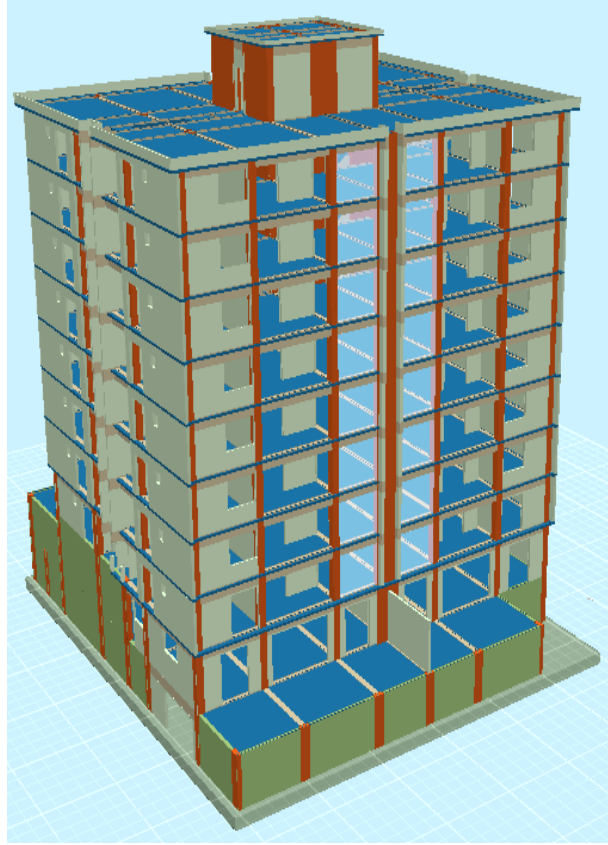
Bodrum, zemin, ve 8 normal kat olmak üzere toplam 10 katlıdır. Binanın yapımı tamamlanma aşamasındadır. Betonarme karkas yapının Şekil 3.43'te dıştan görünüşü görülmektedir. Bina 30.30 m x 23.20 m ebatlarındadır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.44'te görülmektedir. Kat alanı 659.89 m² olan binanın tamamı 15569.20 m² dir. Zemin kat yüksekliği 3.50 m, bodrum ve normal katlar 3.00 m yüksekliğindedir. Binanın doğal zemin üzerinden yüksekliği 28.40 m'dir. Projesinde beton sınıfı C30, betonarme çeliği St420'dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan üç boyutlu modeli Şekil 3.45'te görülmektedir.



Şekil 3.43: 14 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.44: 14 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



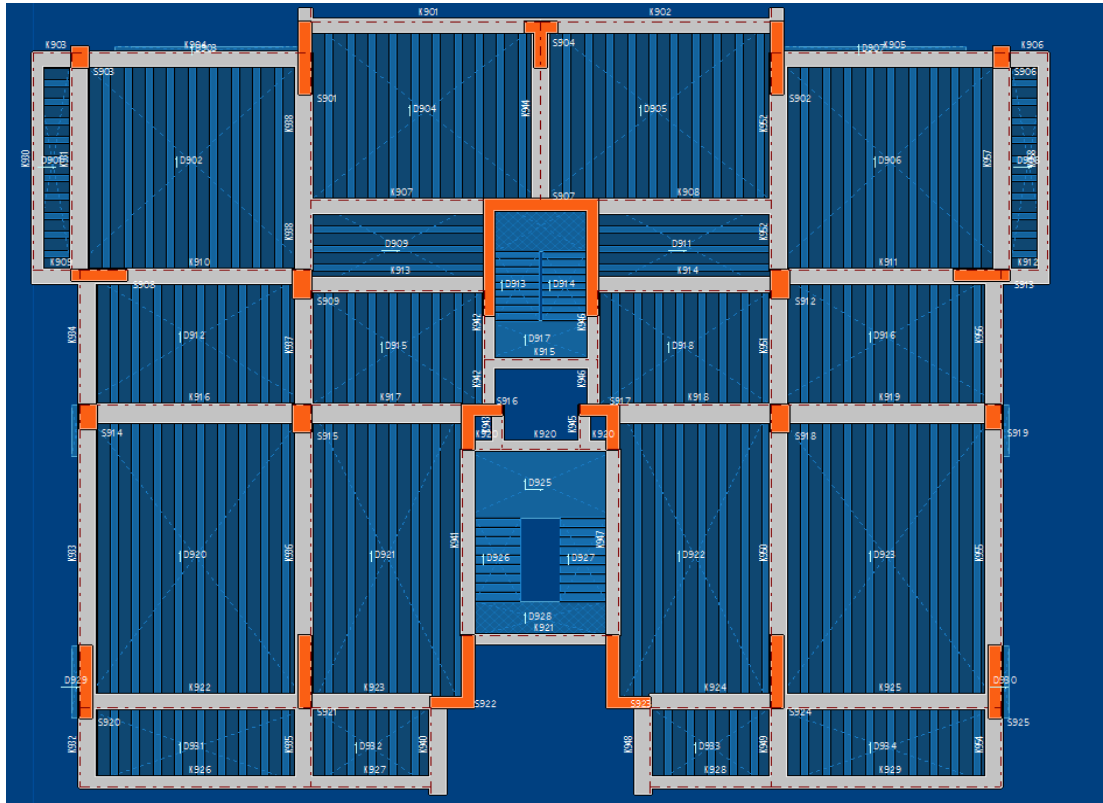
Şekil 3.45: 14 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.1.15 15 Nolu Bina Özellikleri

Betonarme çerçeve sistem şeklinde inşa edilen yapı bodrum, zemin, ve 10 normal kat olmak üzere toplam 12 katlıdır. Binanın yapımı 2017 yılında tamamlanmıştır. Şekil 3.46’da dıştan görünüşü verilen bina 26.00 m x 22.60 m ebatlarındadır. Binanın kat kalıp planı Şekil 3.47’de görülmektedir. Kat alanı 502.76 m² olan binanın tamamı 12291.76 m² dir. Bodrum katların yüksekliği 3.10 m, zemin ve normal katlar 3.05 m yüksekliğindedir. Binanın zemin üzerinden toplam yüksekliği 33.60 m’dir. Projesinde beton sınıfı C30, betonarme çeliği St420’dir. Bina projesine uygun olarak hazırlanan üç boyutlu modeli Şekil 3.48’de görülmektedir. En alttaki bodrum kat rijit bodrum perdeleri ile çevrili olduğu için bu kat ihmal edilerek kat sayısı 11 alınmıştır.



Şekil 3.46: 15 Nolu Binanın Dış Görünüşü



Şekil 3.47: 15 Nolu Binaya Ait Kalıp Planı.



Şekil 3.48: 15 Nolu Binanın Bilgisayar Modeli.

3.2 Modelleme İle Yapı Titreşim Periyodunun Elde Edilmesi

Mikrotremor ölçümleri alınan binaların betonarme projeleri temin edilmiştir. Projelerin yerindeki uygunluğu kontrol edilerek değişiklik varsa değişmiş şekli ile yoksa birebir olarak Sta4Cad ve İdeCad programında modellemesi yapılmıştır.

Yapılan dinamik analiz sonucunda yapının her iki yönü için yapı periyot değerleri elde edilmiştir. Örnek olarak modellenen bir binaya ait hesap edilen periyot değerleri programın betonarme hesap raporunda aşağıdaki Şekil 3.49’da gösterildiği gibi belirlenmiştir. Modelleme yapılamayan binalarda da yapının proje eki statik hesap raporları incelenerek tasarım aşamasında hesap edilen yapı periyot değerleri kullanılmıştır.

EŞDEĞER DEPREM HESABI 1. DOĞAL TİTREŞİM PERİYODUNUN KONTROLU
 $N = 21.00 > 13$
 $T_{1x} = 0.1 N = 2.100 \text{ s.} > T_x = 1.415 \text{ s.} \checkmark$
 $T_{1y} = 0.1 N = 2.100 \text{ s.} < T_y = 2.102 \text{ s.} >> T_{y1} = 2.100 \text{ s.} \checkmark$

Şekil 3.49: Örnek Bir Binaya Ait Modal Analiz Sonucu Bulunan Yapı Periyot Değeri.

Modal analiz sonuçlarına göre elde edilen güçlü ve zayıf her iki yöne ait yapı periyot değerleri ve kat sayıları Tablo 3.1’de görülmektedir. Bulunan yapı periyot değerleri 0.832 s ile 3.418 s arasında değişmektedir. Beklenildiği gibi en yüksek yapı periyot değeri en yüksek binaya aittir.

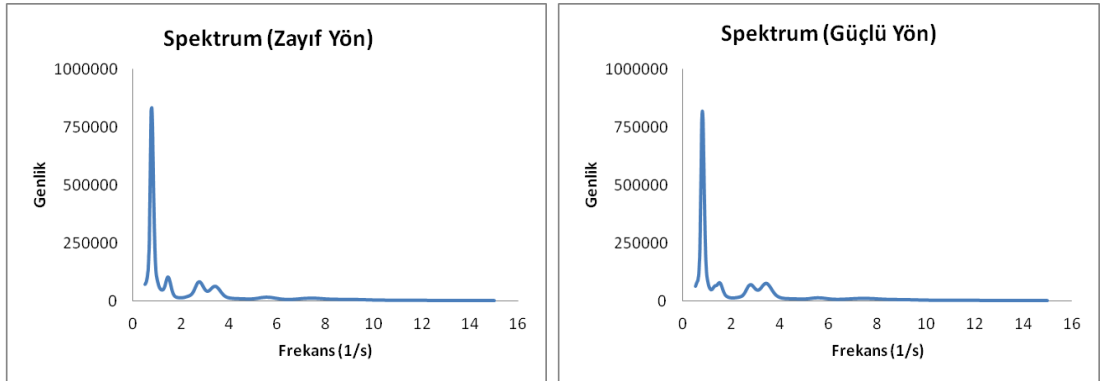
Tablo 3.1: Modal Analiz İle Bulunan Yapı Periyot Değerleri

Yapı	Kat Sayısı	Modal Analizle Elde Edilen Yapı Periyot Değeri (s)	
		Güçlü Yön	Zayıf Yön
01 Nolu Bina	18	1.415	2.102
02 Nolu Bina	9	0.982	1.019
03 Nolu Bina	12	1.319	1.389
04 Nolu Bina	11	0.978	0.996
05 Nolu Bina	13	1.320	1.770
06 Nolu Bina	30	3.402	3.418
07 Nolu Bina	17	1.314	1.701
08 Nolu Bina	12	1.165	1.382
09 Nolu Bina	19	1.026	1.225
10 Nolu Bina	13	0.845	0.905
11 Nolu Bina	13	0.900	1.010
12 Nolu Bina	18	1.330	1.760
13 Nolu Bina	15	1.748	1.789
14 Nolu Bina	9	0.832	0.920
15 Nolu Bina	11	1.330	1.252

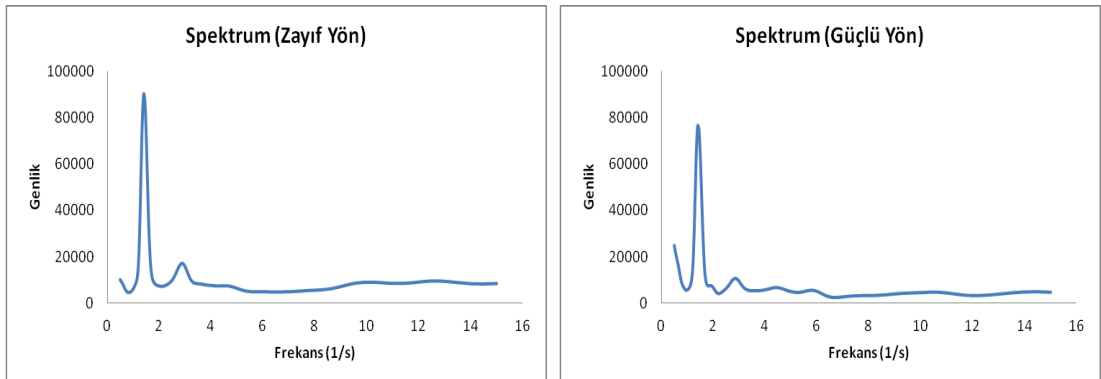
4. ÖLÇÜMLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

4.1 Denizli İl Merkezinde Orta Yükseklikteki Binalardan Alınan Ölçüm Sonuçları

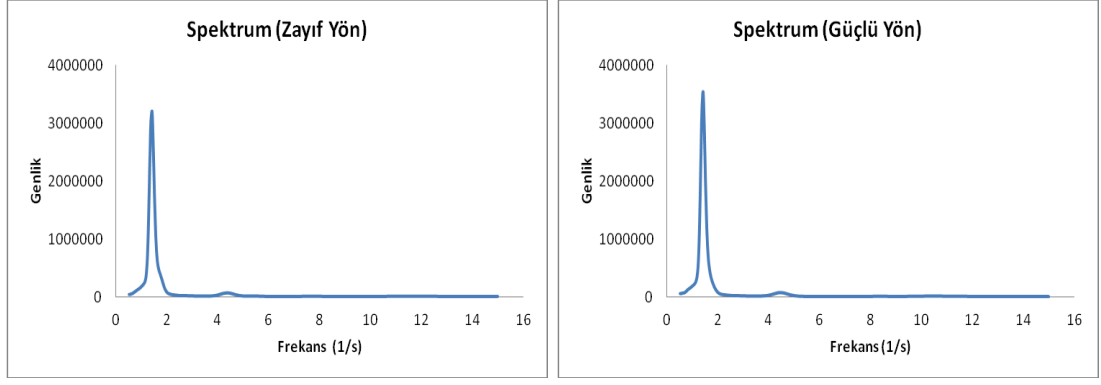
Binalardan alınan mikrotremor kayıtlarının Geopsy programı yardımıyla spektrumları her bir bina için zayıf ve güçlü yön olarak iki doğrultuda elde edilmiştir. Elde edilen değerler her iki yön için grafik ortamına aktarılarak pik noktaları tespit edilmiştir. Genliğin pik yaptığı noktaya denk gelen frekans yapının baskın frekansı olarak belirlenmiştir. Bu değerden de yapının baskın periyoduna ulaşılmıştır. Şekil 4.1- 4.15'te her iki yön için elde edilen spektrum grafikleri verilmektedir.



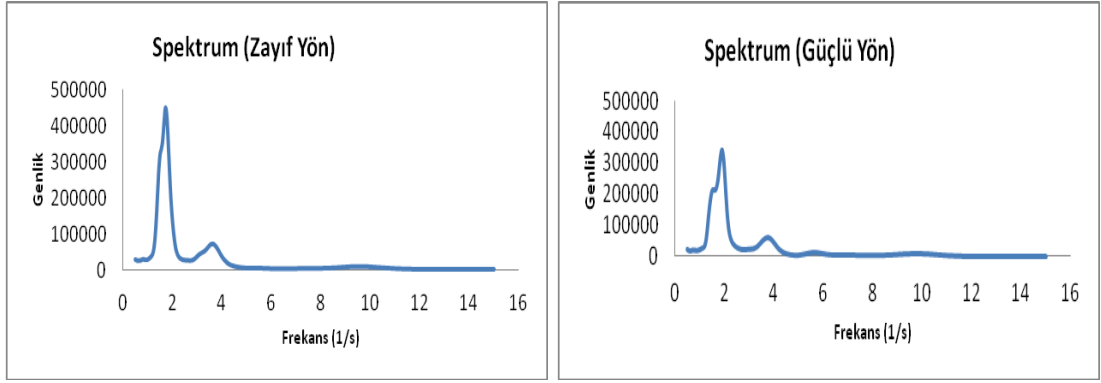
Şekil 4.1: 01 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



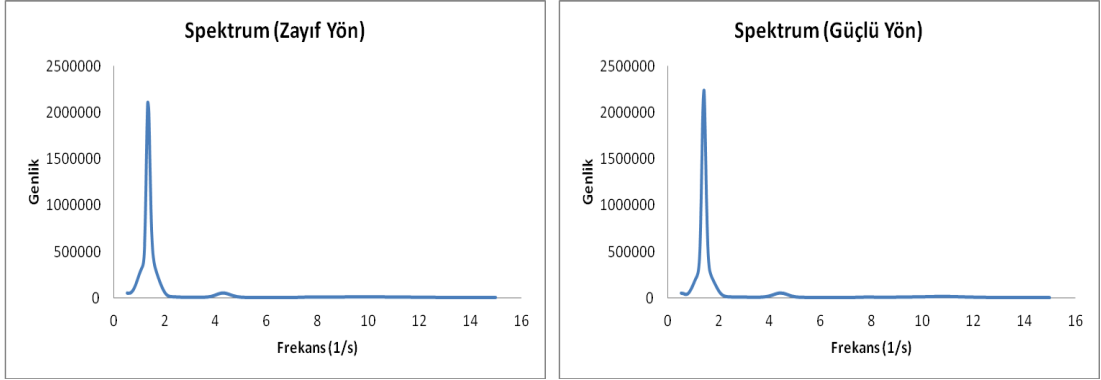
Şekil 4.2: 02 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



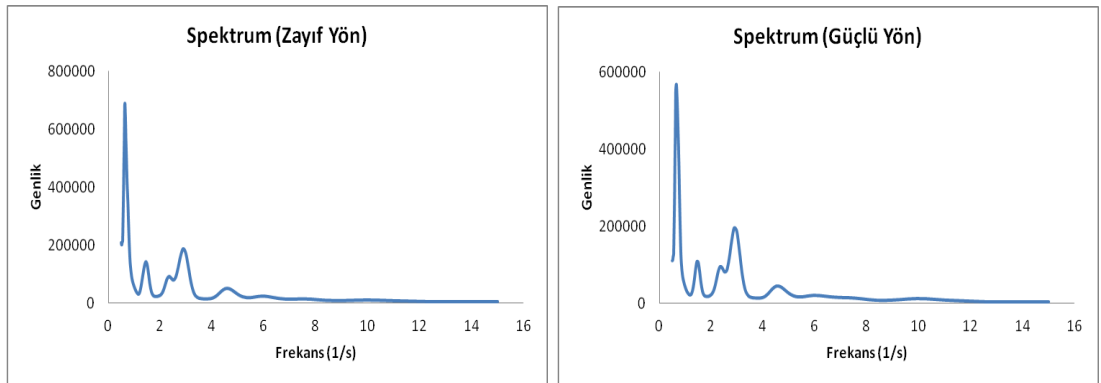
Şekil 4.3: 03 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



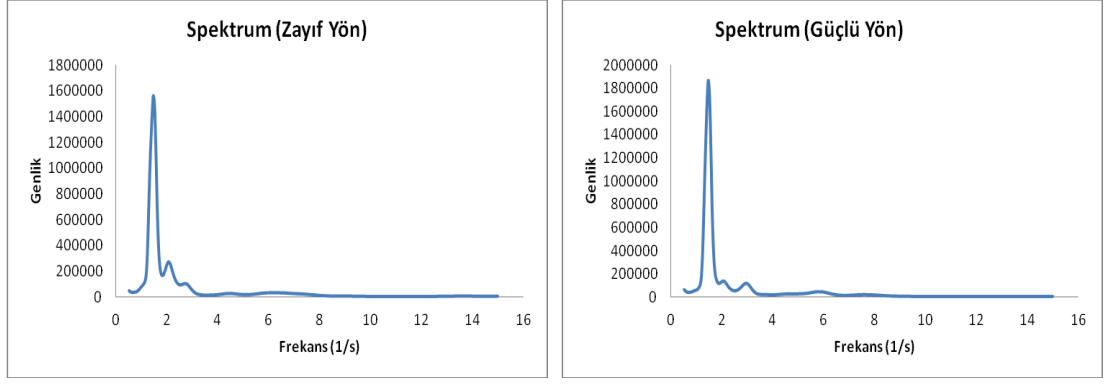
Şekil 4.4: 04 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



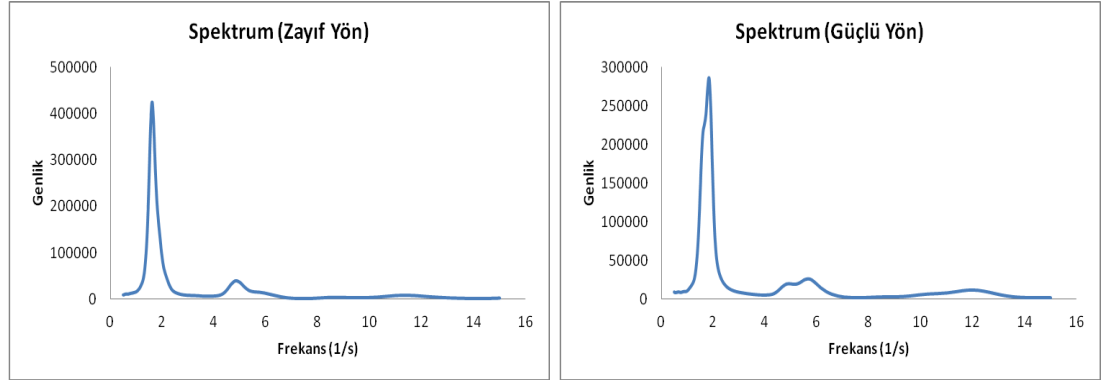
Şekil 4.5: 05 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



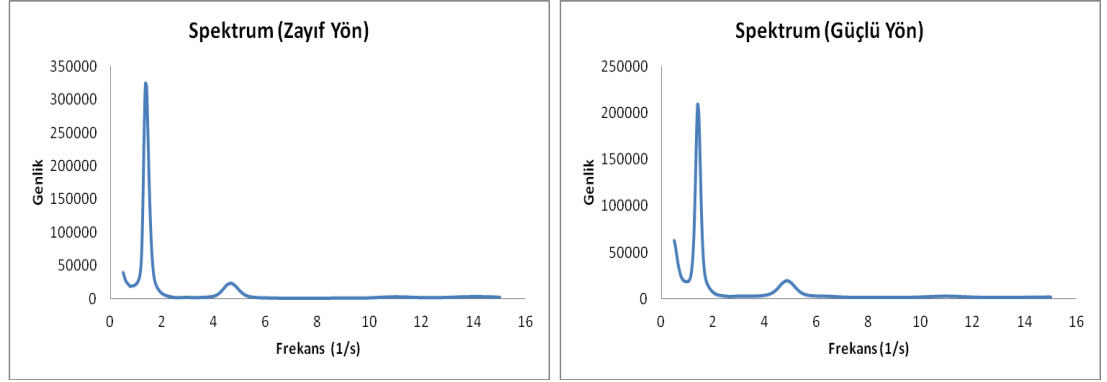
Şekil 4.6: 06 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



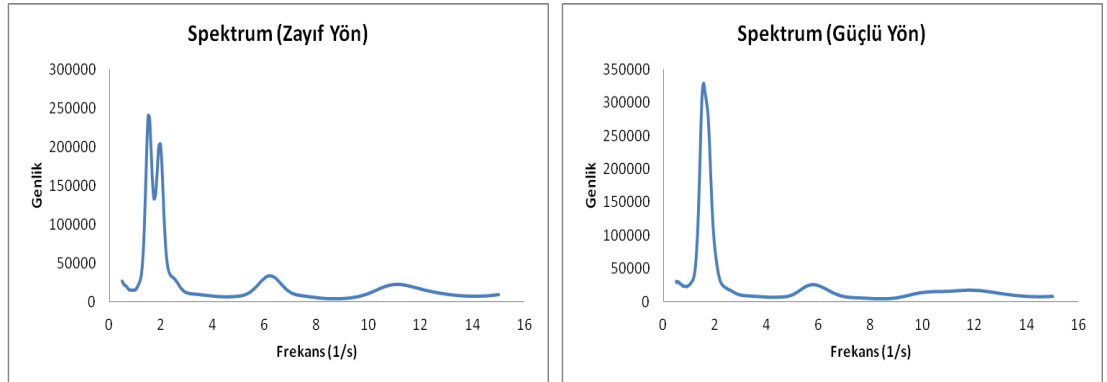
Şekil 4.7: 07 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



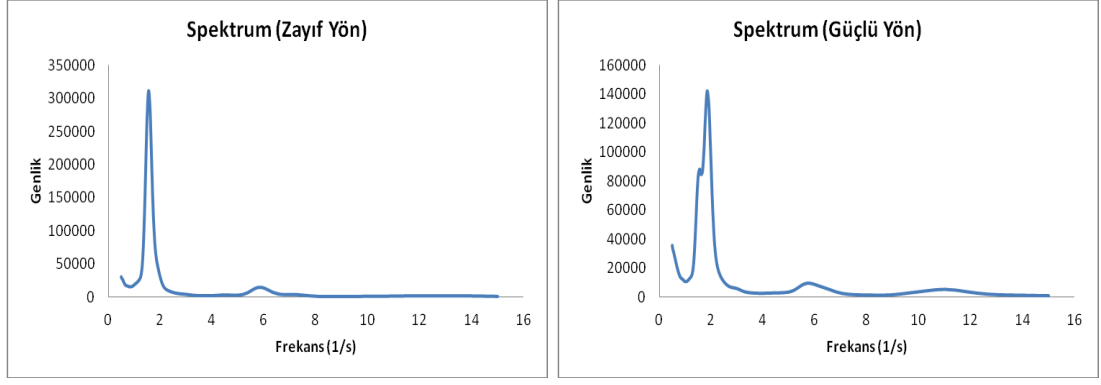
Şekil 4.8: 08 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



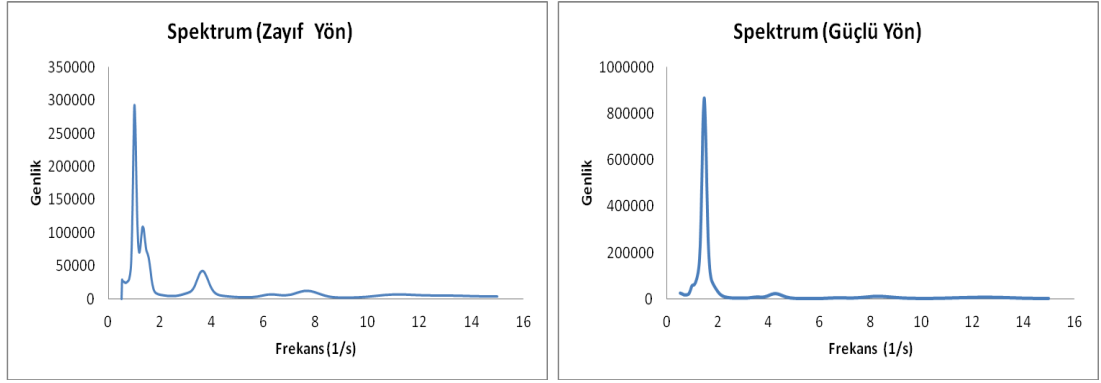
Şekil 4.9: 09 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



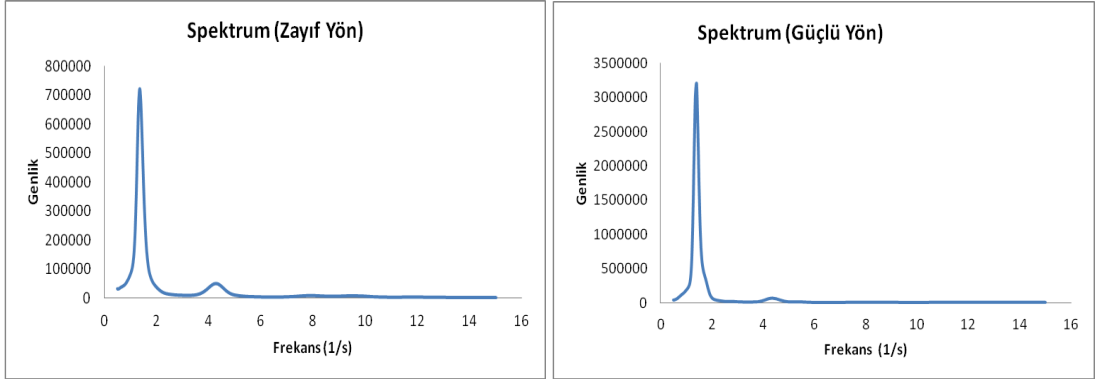
Şekil 4.10: 10 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



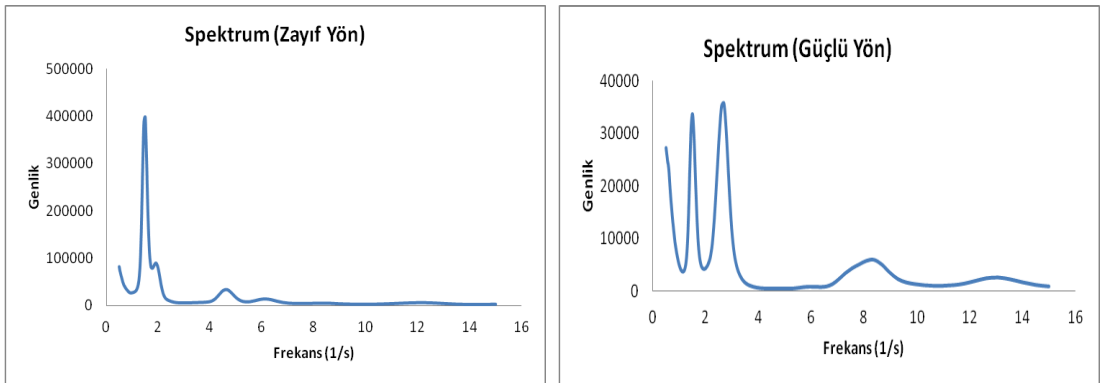
Şekil 4.11: 11 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



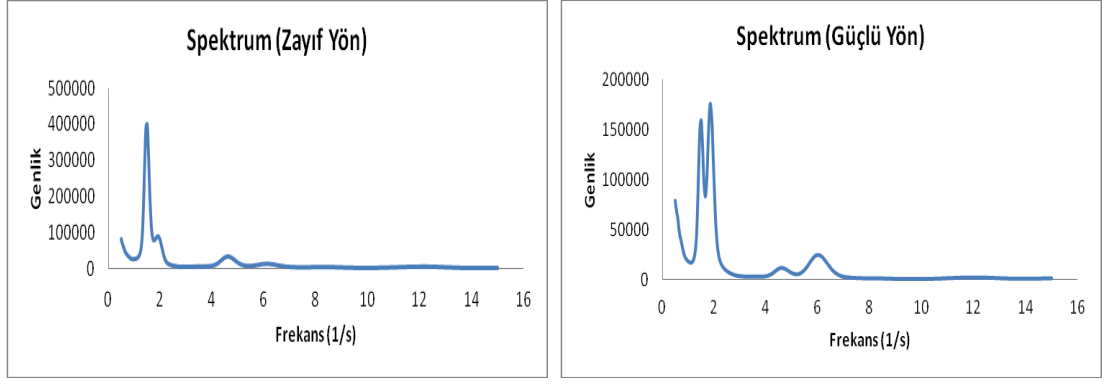
Şekil 4.12: 12 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



Şekil 4.13: 13 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



Şekil 4.14: 14 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.



Şekil 4.15: 15 Nolu Binanın Zayıf ve Güçlü Yön Spektrum Grafiği.

Sahada yapılan ölçümlerle deneysel olarak her iki yön için bulunan frekans-genlik değerleri aşağıda Tablo 4.1-4.15'te verilmektedir. Eğrilerin pik yaptığı yani en yüksek genliğe ulaştığı noktalara denk gelen frekans değerleri koyu olarak tablolarda belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde eğrilerin pik yaptığı noktalara denk gelen en küçük frekansın 102 m uzunluğundaki en yüksek binaya ait 0.635 1/s değeri olduğu görülmektedir. Tespit edilen en büyük frekans değeri ise 2.692 1/s olarak belirlenmiştir. Bu değerinde inceleme yapılan binalar arasında 27.50 m yüksekliğindeki en alçak olan binada ölçülen bir değerdir.

Tablo 4.1: 01 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri.

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	63847.6	2.78606	70648.1	0.5	72452	2.78606	82866.3
0.517476	68979.2	2.88344	62528.1	0.517476	74234.6	2.88344	68995.8
0.535563	74607.3	2.98423	50658.6	0.535563	78732.9	2.98423	50576.4
0.554283	79065.5	3.08853	46916.4	0.554283	82341	3.08853	42029.6
0.573656	84511.4	3.19648	55906.8	0.573656	91982.8	3.19648	47605.8
0.593707	88118.8	3.30821	70591.4	0.593707	102861	3.30821	59430
0.614458	100750	3.42384	76377.8	0.614458	120372	3.42384	63982.4
0.635935	117163	3.54351	65540.6	0.635935	139719	3.54351	54656.1
0.658163	163397	3.66737	45107.3	0.658163	193544	3.66737	37520
0.681167	220133	3.79555	27420.2	0.681167	259252	3.79555	23098.8
0.704976	384661	3.92821	17453	0.704976	451010	3.92821	15529.5
0.729616	562352	4.06551	12839.6	0.729616	637595	4.06551	12481.9
0.755118	762390	4.20761	10785.9	0.755118	821419	4.20761	11220.7
0.781512	819941	4.35468	9990.26	0.781512	834202	4.35468	10534.8
0.808827	784929	4.50689	9576.02	0.808827	761871	4.50689	9933
0.837098	630896	4.66441	9028.85	0.837098	602266	4.66441	9317.35
0.866357	448981	4.82745	8494.5	0.866357	434059	4.82745	9024
0.896638	291659	4.99618	8709.74	0.896638	287830	4.99618	9776.19
0.927978	176646	5.17081	10313.8	0.927978	179813	5.17081	12142.9
0.960413	117645	5.35154	12730.8	0.960413	122442	5.35154	15354.3
0.993982	90712.1	5.53859	14109.1	0.993982	99396.1	5.53859	17133.3
1.02872	72214.3	5.73218	13094.1	1.02872	82555.8	5.73218	15831.6
1.06468	60038.9	5.93253	10372.3	1.06468	68782.5	5.93253	12287.1
1.10189	52389.4	6.13989	7904.19	1.10189	58379.1	6.13989	8825.79
1.14041	48894.8	6.35449	7035.17	1.14041	51778.7	6.35449	7031.8
1.18027	50022.6	6.5766	7780.42	1.18027	48533.8	6.5766	7227.6
1.22152	55314	6.80647	9249.98	1.22152	47969.5	6.80647	8972.72
1.26422	61900.1	7.04437	10562.4	1.26422	50675.5	7.04437	11226.9
1.3084	65900.8	7.29059	11330.9	1.3084	59309.6	7.29059	12642.6
1.35414	67071.5	7.54541	11368.3	1.35414	75189	7.54541	12457.8
1.40147	70298.5	7.80914	10470.4	1.40147	94255.7	7.80914	10927.4
1.45045	76953.2	8.08209	8908.5	1.45045	104144	8.08209	9027.76
1.50115	79044.4	8.36458	7487.59	1.50115	97428.6	8.36458	7766.59
1.55362	70870.2	8.65694	6694.47	1.55362	76976.2	8.65694	7430.06
1.60792	54563.9	8.95953	6238.95	1.60792	52551.3	8.95953	7411.33
1.66412	38323	9.27268	5648.45	1.66412	33711.1	9.27268	6953.78
1.72228	26620.9	9.59679	4836.62	1.72228	22585.6	9.59679	5965.29
1.78248	20341.9	9.93222	4006.21	1.78248	17826.1	9.93222	4884.02
1.84479	16681.6	10.2794	3372.13	1.84479	15568.3	10.2794	4099.91
1.90927	14627.3	10.6387	3026.94	1.90927	14565.2	10.6387	3697.26
1.976	13563.3	11.0105	2924.89	1.976	14173	11.0105	3545.47
2.04506	13303.9	11.3954	2933.9	2.04506	14431.1	11.3954	3463.97
2.11654	13749.9	11.7937	2914.09	2.11654	15551.5	11.7937	3309.03
2.19052	14759.5	12.2059	2793.48	2.19052	17480.8	12.2059	3039.81
2.26709	16168.7	12.6325	2603.53	2.26709	19953	12.6325	2742.91
2.34633	18240.5	13.074	2425.46	2.34633	23159.8	13.074	2528.33
2.42834	22616.6	13.531	2291.43	2.42834	28966.2	13.531	2406.22
2.51321	32634.8	14.0039	2158.65	2.51321	41302.1	14.0039	2299.57
2.60106	49447.9	14.4934	1979.64	2.60106	61314.8	14.4934	2161.08
2.69197	65678.7	15	1774.47	2.69197	79652.4	15	2029.02

Tablo 4.2: 02 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri.

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	24926.5	2.78606	10451.6	0.5	10047.3	2.78606	16120.8
0.517476	23744.6	2.88344	10678.9	0.517476	9602.57	2.88344	17113
0.535563	22687.8	2.98423	9627.88	0.535563	9300.17	2.98423	15965.2
0.554283	21475.2	3.08853	7957.1	0.554283	8952.86	3.08853	13182.3
0.573656	20427.8	3.19648	6519.4	0.573656	8609.37	3.19648	10363.6
0.593707	19382.5	3.30821	5743.38	0.593707	8182.94	3.30821	8829.92
0.614458	18404.1	3.42384	5453.15	0.614458	7696.78	3.42384	8369.5
0.635935	17381.2	3.54351	5359.69	0.635935	7138.9	3.54351	8212.32
0.658163	16156.3	3.66737	5351.71	0.658163	6623.84	3.66737	8006.82
0.681167	14767.6	3.79555	5434.61	0.681167	6040.87	3.79555	7775.06
0.704976	13187.3	3.92821	5618.68	0.704976	5596.56	3.92821	7583.57
0.729616	11572	4.06551	5922.17	0.729616	5169.13	4.06551	7417.84
0.755118	10054.6	4.20761	6348.59	0.755118	4817.74	4.20761	7294.28
0.781512	8990.88	4.35468	6719.46	0.781512	4615.01	4.35468	7289.57
0.808827	8091.71	4.50689	6709.44	0.808827	4482.73	4.50689	7360.01
0.837098	7426.08	4.66441	6230.15	0.837098	4488.65	4.66441	7304.16
0.866357	6800.35	4.82745	5550.86	0.866357	4590.39	4.82745	6932.62
0.896638	6228.93	4.99618	4995.63	0.896638	4731.52	4.99618	6276.45
0.927978	5786.13	5.17081	4694.48	0.927978	4972.2	5.17081	5574.68
0.960413	5576.21	5.35154	4718.3	0.960413	5386.28	5.35154	5064.51
0.993982	5704.35	5.53859	5113.48	0.993982	5985.38	5.53859	4839.66
1.02872	5966.06	5.73218	5546.87	1.02872	6679.42	5.73218	4823.7
1.06468	6385.49	5.93253	5362.73	1.06468	7505.18	5.93253	4835.43
1.10189	7124.54	6.13989	4360.36	1.10189	8543.12	6.13989	4769.4
1.14041	8435.1	6.35449	3180.37	1.14041	10078.7	6.35449	4693.97
1.18027	11001.2	6.5766	2543.29	1.18027	13521.4	6.5766	4690.36
1.22152	16918.2	6.80647	2517.74	1.22152	21992.8	6.80647	4735.72
1.26422	29027.9	7.04437	2782.3	1.26422	38145.6	7.04437	4818.18
1.3084	47321	7.29059	3069.03	1.3084	59957.4	7.29059	4976.55
1.35414	65860.8	7.54541	3241.54	1.35414	79806.3	7.54541	5184.71
1.40147	76530.3	7.80914	3278.11	1.40147	90270.1	7.80914	5365.7
1.45045	75100.3	8.08209	3282.86	1.45045	87224	8.08209	5519.12
1.50115	64238	8.36458	3389.2	1.50115	72564.3	8.36458	5743.41
1.55362	47028.5	8.65694	3639.38	1.55362	50735.9	8.65694	6183.46
1.60792	28749.8	8.95953	3968.57	1.60792	30213.6	8.95953	6925.32
1.66412	15585.2	9.27268	4251.21	1.66412	17302.3	9.27268	7836.02
1.72228	9144.54	9.59679	4415.13	1.72228	11207.5	9.59679	8582.95
1.78248	7645.54	9.93222	4541.32	1.78248	9140.29	9.93222	8926.21
1.84479	7507.39	10.2794	4709.4	1.84479	8137.89	10.2794	8889.79
1.90927	7596.21	10.6387	4756.01	1.90927	7627.5	10.6387	8639.2
1.976	7117.55	11.0105	4435.77	1.976	7327.59	11.0105	8389.96
2.04506	5994.96	11.3954	3840.81	2.04506	7160.94	11.3954	8390.74
2.11654	4773.83	11.7937	3367.69	2.11654	7137.51	11.7937	8744.89
2.19052	4167.37	12.2059	3278.67	2.19052	7299.97	12.2059	9232.54
2.26709	4285.42	12.6325	3536.91	2.26709	7651.85	12.6325	9459.59
2.34633	4867	13.074	4000.95	2.34633	8176.98	13.074	9233.01
2.42834	5628.07	13.531	4512.25	2.42834	8901.62	13.531	8732.08
2.51321	6522.87	14.0039	4872.31	2.51321	10015.7	14.0039	8297.63
2.60106	7722.03	14.4934	4940.34	2.60106	11724.2	14.4934	8157.57
2.69197	9219.35	15	4722.82	2.69197	13967	15	8328.6

Tablo 4.3: 03 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	56739	2.78606	19455.7	0.5	40945.7	2.78606	18820.7
0.517476	54937.9	2.88344	17645	0.517476	39892.5	2.88344	17967.8
0.535563	56454.8	2.98423	15806.3	0.535563	42566.5	2.98423	16099.2
0.554283	57716.6	3.08853	14284.7	0.554283	44793.4	3.08853	14015.1
0.573656	61169.4	3.19648	13119.6	0.573656	48084.2	3.19648	12486.3
0.593707	64554.4	3.30821	12407.6	0.593707	51253.5	3.30821	11728.9
0.614458	65922.3	3.42384	12228	0.614458	55244.2	3.42384	11520.5
0.635935	65632.1	3.54351	12547.3	0.635935	59038.6	3.54351	11775.8
0.658163	69116.9	3.66737	13474.5	0.658163	66001.8	3.66737	12894.1
0.681167	73104	3.79555	15832.7	0.681167	72811.4	3.79555	16287.2
0.704976	81746.2	3.92821	21916.2	0.704976	80931.7	3.92821	25214.5
0.729616	91180.5	4.06551	34566.5	0.729616	88722	4.06551	41536.5
0.755118	102322	4.20761	53277.5	0.755118	96806.5	4.20761	59892.1
0.781512	114137	4.35468	69649.6	0.781512	106250	4.35468	68263.6
0.808827	125337	4.50689	71437.4	0.808827	115463	4.50689	59266.3
0.837098	135345	4.66441	56343	0.837098	124449	4.66441	39629
0.866357	144842	4.82745	34925.6	0.866357	132929	4.82745	22288.4
0.896638	154711	4.99618	18816	0.896638	142332	4.99618	13955.2
0.927978	165525	5.17081	10764	0.927978	153630	5.17081	12763.4
0.960413	178046	5.35154	7263.38	0.960413	167556	5.35154	13448.7
0.993982	190843	5.53859	5475.53	0.993982	182781	5.53859	12263.4
1.02872	203488	5.73218	4444.14	1.02872	198272	5.73218	9149.05
1.06468	220170	5.93253	3849.92	1.06468	216619	5.93253	6112.59
1.10189	247064	6.13989	3519.97	1.10189	242907	6.13989	4367.78
1.14041	296088	6.35449	3396.78	1.14041	291616	6.35449	3676.74
1.18027	402891	6.5766	3437.19	1.18027	414577	6.5766	3566.23
1.22152	662752	6.80647	3600.08	1.22152	719436	6.80647	4037.41
1.26422	1.24E+06	7.04437	3.92E+03	1.26422	1.33E+06	7.04437	5.32E+03
1.3084	2.20E+06	7.29059	4.52E+03	1.3084	2.21E+06	7.29059	7.13E+03
1.35414	3.19E+06	7.54541	5.57E+03	1.35414	3.01E+06	7.54541	8.44E+03
1.40147	3.54E+06	7.80914	6.93E+03	1.40147	3.20E+06	7.80914	8.45E+03
1.45045	2.92E+06	8.08209	7.88E+03	1.45045	2.57E+06	8.08209	7.57E+03
1.50115	1.93E+06	8.36458	7.80E+03	1.50115	1.68E+06	8.36458	6.84E+03
1.55362	1.11E+06	8.65694	7.03E+03	1.55362	9.80E+05	8.65694	6.73E+03
1.60792	666473	8.95953	6420.12	1.60792	621257	8.95953	6900.67
1.66412	450674	9.27268	6628.93	1.66412	472406	9.27268	6813.28
1.72228	322575	9.59679	7972.31	1.72228	389856	9.59679	6362.13
1.78248	238079	9.93222	10119.8	1.78248	308518	9.93222	5998.21
1.84479	169873	10.2794	11718.3	1.84479	215301	10.2794	6299.09
1.90927	117044	10.6387	11637.5	1.90927	134291	10.6387	7243.34
1.976	79218.8	11.0105	10385.8	1.976	83440.9	11.0105	8163.7
2.04506	55984.1	11.3954	9047.22	2.04506	57798.1	11.3954	8578.1
2.11654	43988.5	11.7937	7859.25	2.11654	45266	11.7937	8646.68
2.19052	37746	12.2059	6836.31	2.19052	37914.9	12.2059	8530.41
2.26709	33467.3	12.6325	6470.4	2.26709	32699.1	12.6325	7978.09
2.34633	29298.3	13.074	6870.41	2.34633	28159.4	13.074	7020.84
2.42834	25251.4	13.531	7216.72	2.42834	23903.6	13.531	6372.35
2.51321	22437.4	14.0039	6683.96	2.51321	20565	14.0039	6506.64
2.60106	21248.1	14.4934	5400.44	2.60106	18922.6	14.4934	6921.89
2.69197	20640.5	15	4069.21	2.69197	18782.5	15	6807.3

Tablo 4.4: 04 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	24573.9	2.78606	23567.1	0.5	28550.6	2.78606	26224.3
0.517476	23045.9	2.88344	23936.1	0.517476	27594.4	2.88344	29457.8
0.535563	22313.8	2.98423	24702.3	0.535563	27396.4	2.98423	36058.3
0.554283	21370	3.08853	25308.8	0.554283	26767.9	3.08853	42932.7
0.573656	20806.1	3.19648	26865.5	0.573656	26066.5	3.19648	47490.4
0.593707	20070.1	3.30821	31887.1	0.593707	25120.4	3.30821	52273.6
0.614458	19762.6	3.42384	40995.2	0.614458	25087.7	3.42384	60890.6
0.635935	19496.7	3.54351	51712.7	0.635935	25244.7	3.54351	70027.2
0.658163	20225.9	3.66737	59927.5	0.658163	25684	3.66737	71187.6
0.681167	20950.8	3.79555	61256.3	0.681167	25691.5	3.79555	61078.6
0.704976	21584.6	3.92821	53300.6	0.704976	26227.8	3.92821	45040.7
0.729616	21722.6	4.06551	38986.6	0.729616	26834.9	4.06551	30221.9
0.755118	21509.6	4.20761	24813.1	0.755118	27577.2	4.20761	19715.8
0.781512	21604.9	4.35468	15320.4	0.781512	28495.6	4.35468	13417
0.808827	21476.6	4.50689	10147.5	0.808827	29138.1	4.50689	9835.77
0.837098	21147.5	4.66441	7156.41	0.837098	29363.1	4.66441	7534.7
0.866357	20883.2	4.82745	5577.56	0.866357	28656.1	4.82745	5952.27
0.896638	20911.9	4.99618	5738.29	0.896638	27869.7	4.99618	5014.32
0.927978	21361.8	5.17081	7982.43	0.927978	27614.1	5.17081	4674.25
0.960413	22211.8	5.35154	11452	0.960413	27963.9	5.35154	4690.26
0.993982	23154.7	5.53859	13924.2	0.993982	28484.8	5.53859	4653
1.02872	24357	5.73218	13681	1.02872	29448.6	5.73218	4255.87
1.06468	26001.4	5.93253	11228.8	1.06468	31302.6	5.93253	3582.63
1.10189	27748.1	6.13989	8467.59	1.10189	33938.8	6.13989	3020.01
1.14041	29465.5	6.35449	6698.06	1.14041	36899.7	6.35449	2851.95
1.18027	32097.5	6.5766	6020.42	1.18027	40651.3	6.5766	3035.74
1.22152	39230.5	6.80647	5914.37	1.22152	48203.5	6.80647	3311.43
1.26422	56678.7	7.04437	5909.35	1.26422	65019.4	7.04437	3475.8
1.3084	87083.7	7.29059	5860.37	1.3084	96615.7	7.29059	3566.43
1.35414	124655	7.54541	5785.11	1.35414	145562	7.54541	3760.39
1.40147	160984	7.80914	5638.41	1.40147	210888	7.80914	4088.3
1.45045	190924	8.08209	5465.14	1.45045	276088	8.08209	4459.1
1.50115	209971	8.36458	5547.44	1.50115	317786	8.36458	5030.9
1.55362	214664	8.65694	6258.94	1.55362	334623	8.65694	6168.94
1.60792	212161	8.95953	7693.21	1.60792	358006	8.95953	7780.98
1.66412	217332	9.27268	9383.28	1.66412	408660	9.27268	9075.09
1.72228	236265	9.59679	10525	1.72228	448647	9.59679	9313.63
1.78248	274269	9.93222	10489.7	1.78248	418846	9.93222	8445.53
1.84479	319267	10.2794	9153.99	1.84479	332496	10.2794	6894.26
1.90927	340398	10.6387	6955.19	1.90927	234821	10.6387	5130.94
1.976	304373	11.0105	4714.51	1.976	158835	11.0105	3551.34
2.04506	220555	11.3954	3107.06	2.04506	103683	11.3954	2384.57
2.11654	134131	11.7937	2250.41	2.11654	65926.8	11.7937	1645.15
2.19052	81240.3	12.2059	1883.96	2.19052	45131.7	12.2059	1233.05
2.26709	55709.4	12.6325	1731.65	2.26709	35111.3	12.6325	1033.17
2.34633	42758.8	13.074	1626.89	2.34633	30051.9	13.074	959.903
2.42834	34999.1	13.531	1527.2	2.42834	27661.5	13.531	980.378
2.51321	29876.5	14.0039	1479.98	2.51321	26797.5	14.0039	1098.76
2.60106	26400.4	14.4934	1532.67	2.60106	26333.2	14.4934	1299.42
2.69197	24322	15	1637.37	2.69197	25818.9	15	1504.32

Tablo 4.5: 05 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN		GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	52793.1	2.78606	7268.16	0.5	52389.5	2.78606	9104.47
0.517476	50807.1	2.88344	7169.62	0.517476	50370	2.88344	9527.87
0.535563	50871.5	2.98423	6951.52	0.535563	49658.3	2.98423	9335.91
0.554283	50905.3	3.08853	6538.74	0.554283	48756.4	3.08853	8233.49
0.573656	51113.3	3.19648	6124.02	0.573656	47914.5	3.19648	6874.36
0.593707	51056.4	3.30821	6044.62	0.593707	46532	3.30821	6155.2
0.614458	52883.4	3.42384	6535.74	0.614458	44073	3.42384	6272.4
0.635935	55190.7	3.54351	7776.13	0.635935	40828.9	3.54351	7088.54
0.658163	60050.6	3.66737	10273.1	0.658163	39228.7	3.66737	8721.46
0.681167	65107	3.79555	15707.1	0.681167	37588.7	3.79555	11857.7
0.704976	73172.1	3.92821	26449.5	0.704976	38764.6	3.92821	17945.7
0.729616	82523.6	4.06551	40980.5	0.729616	40588.2	4.06551	28415.4
0.755118	94163.7	4.20761	51810.8	0.755118	43877.4	4.20761	42170.4
0.781512	109060	4.35468	51208.8	0.781512	49963.4	4.35468	52406.2
0.808827	125438	4.50689	39453.7	0.808827	57987.4	4.50689	50730.9
0.837098	144053	4.66441	24482.3	0.837098	69004.4	4.66441	37433.8
0.866357	166187	4.82745	13307.1	0.866357	83068.8	4.82745	21682.5
0.896638	190167	4.99618	7465.18	0.896638	98877.2	4.99618	11410
0.927978	215523	5.17081	5099.32	0.927978	116553	5.17081	7069.29
0.960413	241982	5.35154	4220.58	0.960413	135994	5.35154	5468.32
0.993982	268020	5.53859	3961.83	0.993982	157605	5.53859	4810.26
1.02872	292449	5.73218	3981.64	1.02872	180090	5.73218	4601.46
1.06468	315554	5.93253	4049.7	1.06468	202109	5.93253	4605.78
1.10189	338734	6.13989	3997.89	1.10189	223605	6.13989	4559.72
1.14041	377032	6.35449	3746.67	1.14041	249008	6.35449	4242.91
1.18027	521593	6.5766	3422.47	1.18027	297000	6.5766	3695.16
1.22152	938737	6.80647	3462.8	1.22152	426098	6.80647	3362.16
1.26422	1.61E+06	7.04437	4.43E+03	1.26422	7.56E+05	7.04437	3.87E+03
1.3084	2.11E+06	7.29059	6.39E+03	1.3084	1.36E+06	7.29059	5.39E+03
1.35414	2.00E+06	7.54541	8.40E+03	1.35414	2.03E+06	7.54541	7.25E+03
1.40147	1.40E+06	7.80914	9.27E+03	1.40147	2.24E+06	7.80914	8.36E+03
1.45045	831570	8.08209	8795.66	1.45045	1743870	8.08209	8222.97
1.50115	525003	8.36458	8086.29	1.50115	1032090	8.36458	7536.01
1.55362	390849	8.65694	8345.87	1.55362	525826	8.65694	7431.63
1.60792	321770	8.95953	9799.91	1.60792	322919	8.95953	8249.9
1.66412	270067	9.27268	11522.5	1.66412	254407	9.27268	9358.95
1.72228	222029	9.59679	12212.6	1.72228	213269	9.59679	10292.7
1.78248	176243	9.93222	11576.4	1.78248	178784	9.93222	11642.2
1.84479	132658	10.2794	10624.7	1.84479	144062	10.2794	13906.5
1.90927	93535.3	10.6387	10195	1.90927	109813	10.6387	15866.6
1.976	60559.2	11.0105	9872.89	1.976	78025.4	11.0105	15485.5
2.04506	35977.3	11.3954	8982.53	2.04506	51220.9	11.3954	12550.9
2.11654	21615.2	11.7937	7780.83	2.11654	31987.7	11.7937	9024.81
2.19052	15442.4	12.2059	6776.4	2.19052	20577.2	12.2059	6637.07
2.26709	13152.1	12.6325	5904.81	2.26709	14785.1	12.6325	5407.44
2.34633	11706.6	13.074	5044.23	2.34633	12083.1	13.074	4577.89
2.42834	10118.3	13.531	4528.41	2.42834	10596	13.531	3820.34
2.51321	8727.67	14.0039	4575.21	2.51321	9641.76	14.0039	3294.08
2.60106	7871.92	14.4934	4792.36	2.60106	9055.68	14.4934	3170.33
2.69197	7455.54	15	4637.32	2.69197	8846.95	15	3327.65

Tablo 4.6: 06 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN		GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	207771	2.78606	161621	0.5	110845	2.78606	160898
0.517476	200226	2.88344	186662	0.517476	112316	2.88344	195837
0.535563	208389	2.98423	171974	0.535563	121542	2.98423	187665
0.554283	214624	3.08853	122122	0.554283	128942	3.08853	136361
0.573656	302699	3.19648	66718.9	0.573656	201786	3.19648	74869.3
0.593707	417412	3.30821	32807.4	0.593707	297591	3.30821	35868.4
0.614458	548580	3.42384	19667.1	0.614458	420598	3.42384	20322.7
0.635935	684350	3.54351	15612.7	0.635935	553890	3.54351	15634.2
0.658163	648790	3.66737	14151.8	0.658163	568495	3.66737	14158.2
0.681167	561578	3.79555	13864	0.681167	541970	3.79555	13776.9
0.704976	483204	3.92821	14899.6	0.704976	496397	3.92821	14374.9
0.729616	403768	4.06551	18801.3	0.729616	434775	4.06551	17779.4
0.755118	347705	4.20761	27701.2	0.755118	367934	4.20761	26162.1
0.781512	274529	4.35468	40234.6	0.781512	276796	4.35468	37515.9
0.808827	202622	4.50689	49454.1	0.808827	187875	4.50689	44896.4
0.837098	147020	4.66441	49129.7	0.837098	121990	4.66441	43477.9
0.866357	115771	4.82745	40347.7	0.866357	91151.7	4.82745	35354.7
0.896638	93133.3	4.99618	29469.9	0.896638	71986.4	4.99618	26159.5
0.927978	77646.9	5.17081	21559	0.927978	60568.5	5.17081	19682.1
0.960413	66385.2	5.35154	18168.6	0.960413	51431.1	5.35154	16860.1
0.993982	57263.8	5.53859	18986.9	0.993982	43433	5.53859	17307.3
1.02872	48936.1	5.73218	21911.4	1.02872	36605.6	5.73218	19435.5
1.06468	41591.6	5.93253	23604.8	1.06468	31090.2	5.93253	20926.9
1.10189	35491.4	6.13989	22212.9	1.10189	26785	6.13989	20522.4
1.14041	31289	6.35449	18849.4	1.14041	23599.4	6.35449	18912.9
1.18027	31324.2	6.5766	15578	1.18027	21853.2	6.5766	17220.4
1.22152	39737.7	6.80647	13519.3	1.22152	22984.1	6.80647	15928
1.26422	58035.1	7.04437	13016.2	1.26422	29038.6	7.04437	15185.5
1.3084	82404.4	7.29059	13631.3	1.3084	42014.7	7.29059	14715.5
1.35414	107575	7.54541	13985.6	1.35414	62813.9	7.54541	13723.7
1.40147	130571	7.80914	12974.4	1.40147	89255.6	7.80914	11865.8
1.45045	141863	8.08209	10993.2	1.45045	108564	8.08209	9764.74
1.50115	130519	8.36458	9208.42	1.50115	106826	8.36458	8267.48
1.55362	98258	8.65694	8271.63	1.55362	83549.6	8.65694	7828.41
1.60792	62259	8.95953	8178.22	1.60792	53203.4	8.95953	8467.08
1.66412	38296.1	9.27268	8721.48	1.66412	31814.8	9.27268	9903.12
1.72228	26587.8	9.59679	9573.63	1.72228	21423.9	9.59679	11583.8
1.78248	23024	9.93222	10101.4	1.78248	18575	9.93222	12585.6
1.84479	22241	10.2794	9727.65	1.84479	17845.5	10.2794	12087.2
1.90927	23136.6	10.6387	8657.42	1.90927	18581.1	10.6387	10378.8
1.976	25366.3	11.0105	7600.3	1.976	21191.9	11.0105	8630.94
2.04506	30229.4	11.3954	6770.63	2.04506	26491.4	11.3954	7390.13
2.11654	41662.3	11.7937	5873.67	2.11654	37499.9	11.7937	6272.36
2.19052	61873.3	12.2059	4906.18	2.19052	57506.6	12.2059	5037.88
2.26709	83033.1	12.6325	4274.31	2.26709	81533.1	12.6325	4072.74
2.34633	91506.2	13.074	4114.03	2.34633	95534	13.074	3715.64
2.42834	84805.6	13.531	4148.71	2.42834	91626.8	13.531	3850.08
2.51321	78667.1	14.0039	4187.29	2.51321	81738.3	14.0039	4099.13
2.60106	89487.7	14.4934	4326.2	2.60106	85979.8	14.4934	4181.38
2.69197	121206	15	4732.02	2.69197	115368	15	4295.7

Tablo 4.7: 07 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	67203.8	2.78606	99484.1	0.5	52564.3	2.78606	101475
0.517476	63694.6	2.88344	118962	0.517476	46671.6	2.88344	79765
0.535563	59800.5	2.98423	119946	0.535563	45457.6	2.98423	54651.9
0.554283	54762.1	3.08853	96783.3	0.554283	43814.1	3.08853	36046.7
0.573656	51318.7	3.19648	63297.8	0.573656	42376.5	3.19648	25367.4
0.593707	48169.5	3.30821	39137.8	0.593707	40748.4	3.30821	20219.9
0.614458	46785	3.42384	28393.1	0.614458	39514.9	3.42384	18077
0.635935	45270.6	3.54351	25068.1	0.635935	38070	3.54351	17283
0.658163	45123	3.66737	24249.8	0.658163	38549.5	3.66737	17364.3
0.681167	44631	3.79555	23877.9	0.681167	39045.7	3.79555	18446.9
0.704976	45067.3	3.92821	23382	0.704976	40158.7	3.92821	20399.8
0.729616	45333.1	4.06551	23631.2	0.729616	40956	4.06551	23135.9
0.755118	46048.7	4.20761	25491.8	0.755118	41589.8	4.20761	26833.1
0.781512	47651	4.35468	28216.7	0.781512	43504.9	4.35468	30176
0.808827	49473.4	4.50689	30058.8	0.808827	46270.6	4.50689	30634.4
0.837098	51494.1	4.66441	30510	0.837098	50210.4	4.66441	27769.7
0.866357	54461.3	4.82745	30522.8	0.866357	55362.5	4.82745	23873.5
0.896638	57692.1	4.99618	30961.4	0.896638	61743.8	4.99618	21379.2
0.927978	60636.2	5.17081	32539.8	0.927978	69394.1	5.17081	21235.6
0.960413	62716.4	5.35154	36625.2	0.960413	77801.8	5.35154	23505.9
0.993982	65235.4	5.53859	43557.4	0.993982	85594.4	5.53859	27822.3
1.02872	70584.2	5.73218	49526.9	1.02872	93158.1	5.73218	32617.9
1.06468	79910.6	5.93253	48549.7	1.06468	102177	5.93253	35695
1.10189	93842.5	6.13989	39466.7	1.10189	114188	6.13989	36464.3
1.14041	118540	6.35449	27941.9	1.14041	135608	6.35449	36015.3
1.18027	187255	6.5766	20073.8	1.18027	199380	6.5766	34574.9
1.22152	359053	6.80647	17510.2	1.22152	364534	6.80647	31816.9
1.26422	657941	7.04437	18991.8	1.26422	643915	7.04437	28862.7
1.3084	1020870.0	7.29059	22202.5	1.3084	951586	7.29059	26526.9
1.35414	1368990.0	7.54541	24323.4	1.35414	1.20E+06	7.54541	23449
1.40147	1688660.0	7.80914	23527.2	1.40147	1.41E+06	7.80914	18744.9
1.45045	1870760.0	8.08209	20191.3	1.45045	1.56E+06	8.08209	14051.9
1.50115	1731570.0	8.36458	15980.2	1.50115	1.49E+06	8.36458	11200.3
1.55362	1260060.0	8.65694	12497.5	1.55362	1.13E+06	8.65694	10148.2
1.60792	713530	8.95953	10529.5	1.60792	674974	8.95953	9844.08
1.66412	360061	9.27268	9702.28	1.66412	363393	9.27268	9410.15
1.72228	198870	9.59679	9125.95	1.72228	215046	9.59679	8554.98
1.78248	145077	9.93222	8507.63	1.78248	173878	9.93222	7555.99
1.84479	123119	10.2794	8100.88	1.84479	173819	10.2794	6802.1
1.90927	123903	10.6387	7966.95	1.90927	205724	10.6387	6398.46
1.976	135034	11.0105	7849.44	1.976	249492	11.0105	6205.23
2.04506	141881	11.3954	7619.47	2.04506	275637	11.3954	6061.52
2.11654	131777	11.7937	7413.4	2.11654	259345	11.7937	6012.8
2.19052	108052	12.2059	7417.89	2.19052	211033	12.2059	6429.76
2.26709	84456.6	12.6325	7732.36	2.26709	160669	12.6325	7637.08
2.34633	68555.7	13.074	8242.04	2.34633	124840	13.074	9158.69
2.42834	59683.7	13.531	8654.15	2.42834	103681	13.531	9934.89
2.51321	57233.6	14.0039	8790.07	2.51321	96166.2	14.0039	9585.79
2.60106	63175.9	14.4934	8780.1	2.60106	101517	14.4934	8933.13
2.69197	78066.8	15	9075.53	2.69197	108245	15	9330.31

Tablo 4.8: 08 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN		GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	10093.6	2.78606	10350.6	0.5	9387.45	2.78606	10883.8
0.517476	9875.78	2.88344	9571.73	0.517476	8632.01	2.88344	9836.31
0.535563	10508.7	2.98423	9116.71	0.535563	8598.67	2.98423	9055.49
0.554283	11041	3.08853	8878.28	0.554283	8545.91	3.08853	8420.73
0.573656	11449.7	3.19648	8705.11	0.573656	8691	3.19648	7806.27
0.593707	11691.4	3.30821	8423.7	0.593707	8807.07	3.30821	7226.21
0.614458	11767.5	3.42384	7992.31	0.614458	9016.61	3.42384	6728.82
0.635935	11622.7	3.54351	7499.73	0.635935	9222.53	3.54351	6257.28
0.658163	11649.8	3.66737	7113.79	0.658163	9354.2	3.66737	5809.54
0.681167	11597.4	3.79555	7002.21	0.681167	9320.48	3.79555	5496.88
0.704976	12014.4	3.92821	7221.53	0.704976	9108.99	3.92821	5372.3
0.729616	12395	4.06551	7796.57	0.729616	8894.25	4.06551	5443.63
0.755118	12781	4.20761	9159.54	0.755118	8781.28	4.20761	5910.95
0.781512	13222.7	4.35468	13001.5	0.781512	9042.27	4.35468	7476.04
0.808827	13571.7	4.50689	21620.3	0.808827	9320.28	4.50689	11101.9
0.837098	13837.1	4.66441	33284.1	0.837098	9626.59	4.66441	16151.5
0.866357	14247	4.82745	40290.9	0.866357	9824.48	4.82745	19643.3
0.896638	14663.6	4.99618	36783.1	0.896638	9899.84	4.99618	19798.9
0.927978	15108.3	5.17081	26920.2	0.927978	9906.02	5.17081	19253.2
0.960413	15663.1	5.35154	19244.6	0.960413	10010.3	5.35154	21518.9
0.993982	16564.6	5.53859	16622.4	0.993982	10604.7	5.53859	25459.1
1.02872	17894.3	5.73218	15849.5	1.02872	11699.1	5.73218	25907.2
1.06468	19700.3	5.93253	14099.5	1.06468	13169.9	5.93253	21200.8
1.10189	22142.7	6.13989	11480.2	1.10189	14807.1	6.13989	14834
1.14041	25408.9	6.35449	8632.04	1.14041	16562.9	6.35449	9830.28
1.18027	29591.9	6.5766	5902.52	1.18027	18587.5	6.5766	6402.11
1.22152	34985.1	6.80647	3792.96	1.22152	21122.4	6.80647	4084.32
1.26422	42586.8	7.04437	2627.63	1.26422	24981.5	7.04437	2808.92
1.3084	56114.3	7.29059	2151.83	1.3084	32255.2	7.29059	2234.82
1.35414	80579	7.54541	2070.6	1.35414	44993.7	7.54541	2002.47
1.40147	119775	7.80914	2476.55	1.40147	65085.2	7.80914	2070.72
1.45045	181953	8.08209	3414.11	1.45045	96260.7	8.08209	2431.72
1.50115	272128	8.36458	4419.96	1.50115	139401	8.36458	2869.66
1.55362	372280	8.65694	4824.79	1.55362	186069	8.65694	3092.53
1.60792	423907	8.95953	4512.76	1.60792	215754	8.95953	3103.69
1.66412	387643	9.27268	4040.08	1.66412	225651	9.27268	3359.27
1.72228	300176	9.59679	3879.95	1.72228	238990	9.59679	4285.6
1.78248	223803	9.93222	4164.59	1.78248	270007	9.93222	5642.06
1.84479	174605	10.2794	5162.6	1.84479	284996	10.2794	6703.24
1.90927	137239	10.6387	6967.24	1.90927	243710	10.6387	7254.56
1.976	100508	11.0105	8755.88	1.976	165449	11.0105	8137.77
2.04506	72679.2	11.3954	9293.34	2.04506	95430.6	11.3954	9924
2.11654	56340.6	11.7937	8250.87	2.11654	57118.1	11.7937	11646
2.19052	43804.3	12.2059	6489.94	2.19052	39659.9	12.2059	11494
2.26709	32159.3	12.6325	4871.48	2.26709	30081	12.6325	8952.47
2.34633	23374.5	13.074	3586.18	2.34633	23913.1	13.074	5613.58
2.42834	18134.8	13.531	2635.13	2.42834	19529.8	13.531	3251.4
2.51321	15082	14.0039	2142.25	2.51321	16283.8	14.0039	2208.99
2.60106	13009.2	14.4934	2236.83	2.60106	13934	14.4934	1919.31
2.69197	11480	15	3040.61	2.69197	12221	15	1930.86

Tablo 4.9: 09 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	62739.2	2.78606	2612.36	0.5	39982.8	2.78606	2361.97
0.517476	60311.3	2.88344	2818.28	0.517476	36752.8	2.88344	2588.53
0.535563	57929.1	2.98423	2945.95	0.535563	34568.5	2.98423	2605
0.554283	54951.7	3.08853	2929.35	0.554283	32111.8	3.08853	2428.44
0.573656	51470.1	3.19648	2843.53	0.573656	29857.6	3.19648	2249.83
0.593707	47469.6	3.30821	2799.59	0.593707	27525.7	3.30821	2227.92
0.614458	43627.6	3.42384	2808.76	0.614458	26038.5	3.42384	2340.2
0.635935	39334.1	3.54351	2840.46	0.635935	24814.5	3.54351	2512.25
0.658163	36115	3.66737	2910.33	0.658163	24013.8	3.66737	2750.56
0.681167	32746.3	3.79555	3087.22	0.681167	23066.1	3.79555	3147.25
0.704976	29977.7	3.92821	3464.35	0.704976	21877	3.92821	3880.35
0.729616	27116.7	4.06551	4159.89	0.729616	20615.3	4.06551	5429.43
0.755118	24550.3	4.20761	5395.78	0.755118	19421.9	4.20761	8976.12
0.781512	22919.8	4.35468	7740.76	0.781512	19211	4.35468	15213.7
0.808827	21443.5	4.50689	11858.4	0.808827	19291	4.50689	21716
0.837098	20345.8	4.66441	16818.5	0.837098	19678.1	4.66441	23736.3
0.866357	19539.9	4.82745	19467.5	0.866357	19962.3	4.82745	19441.4
0.896638	18965.2	4.99618	17420.3	0.896638	20283.5	4.99618	12262.5
0.927978	18669.1	5.17081	12156.9	0.927978	20657.3	5.17081	6646.85
0.960413	18576.5	5.35154	7290.06	0.960413	21288.9	5.35154	3800.64
0.993982	18508	5.53859	4594.61	0.993982	22468.3	5.53859	2672.86
1.02872	18635.6	5.73218	3495.93	1.02872	23997.3	5.73218	2180.45
1.06468	19393	5.93253	3053.92	1.06468	26185.8	5.93253	1879.16
1.10189	21195.2	6.13989	2864.85	1.10189	29672.9	6.13989	1663.82
1.14041	25146.6	6.35449	2745.65	1.14041	35781	6.35449	1511.67
1.18027	33285.1	6.5766	2527.27	1.18027	49092.6	6.5766	1402.59
1.22152	47811	6.80647	2166.83	1.22152	83934.1	6.80647	1312.38
1.26422	73287.3	7.04437	1797.02	1.26422	157063	7.04437	1228.22
1.3084	116276	7.29059	1553.04	1.3084	254687	7.29059	1155.35
1.35414	171004	7.54541	1433.37	1.35414	323399	7.54541	1108.5
1.40147	209313	7.80914	1376.27	1.40147	317901	7.80914	1108.42
1.45045	196577	8.08209	1364.01	1.45045	250201	8.08209	1189.24
1.50115	145731	8.36458	1394.48	1.50115	172752	8.36458	1363.9
1.55362	88573.8	8.65694	1433.19	1.55362	109111	8.65694	1566.5
1.60792	49640.7	8.95953	1444.02	1.60792	65381.6	8.95953	1676.66
1.66412	29737.8	9.27268	1454.45	1.66412	39613.5	9.27268	1645.43
1.72228	20128.9	9.59679	1552.91	1.72228	26224.1	9.59679	1596.84
1.78248	15453.9	9.93222	1821.63	1.78248	19620.5	9.93222	1791.62
1.84479	12072.3	10.2794	2265.68	1.84479	14945.9	10.2794	2389.1
1.90927	9504.82	10.6387	2700.3	1.90927	11565.7	10.6387	3126.41
1.976	7486.29	11.0105	2809.94	1.976	9042.47	11.0105	3434.28
2.04506	5943.02	11.3954	2494.91	2.04506	7155.03	11.3954	3084.67
2.11654	4834.01	11.7937	1996.1	2.11654	5793.21	11.7937	2466.48
2.19052	4088.17	12.2059	1613.9	2.19052	4790.89	12.2059	2103.44
2.26709	3617.55	12.6325	1451.29	2.26709	3982.69	12.6325	2198.29
2.34633	3292.96	13.074	1460.03	2.34633	3286.23	13.074	2694.05
2.42834	2999.48	13.531	1555.03	2.42834	2693.28	13.531	3372.69
2.51321	2722.82	14.0039	1638.38	2.51321	2259.03	14.0039	3790.94
2.60106	2526.79	14.4934	1707.12	2.60106	2054.37	14.4934	3557.28
2.69197	2484.86	15	1916.01	2.69197	2118.97	15	2762.9

Tablo 4.10: 10 Nolu Binaya Spektrum Ait Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN		GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	26936.2	2.78606	16856.2	0.5	30386.3	2.78606	12443
0.517476	25317.2	2.88344	13670.9	0.517476	28584.4	2.88344	10765.1
0.535563	24370.5	2.98423	11901	0.535563	29282.2	2.98423	9739.79
0.554283	23180.2	3.08853	10963.9	0.554283	29869.7	3.08853	9110.23
0.573656	22483.6	3.19648	10466	0.573656	29849.4	3.19648	8699.61
0.593707	21812.1	3.30821	10151.3	0.593707	29280.5	3.30821	8419.47
0.614458	21362.1	3.42384	9798.04	0.614458	28348.8	3.42384	8148.06
0.635935	20885.2	3.54351	9362.96	0.635935	26944.3	3.54351	7829.32
0.658163	20149.9	3.66737	8914.52	0.658163	26607.2	3.66737	7501.31
0.681167	19143.8	3.79555	8445.31	0.681167	26299.6	3.79555	7177.69
0.704976	18182.9	3.92821	7936.35	0.704976	25422.9	3.92821	6852.71
0.729616	17125.5	4.06551	7441.2	0.729616	24328	4.06551	6556.1
0.755118	16104.1	4.20761	7048.99	0.755118	23208.9	4.20761	6397.66
0.781512	15673	4.35468	6840.71	0.781512	23338.5	4.35468	6479.46
0.808827	15339	4.50689	6801.92	0.808827	23402.4	4.50689	6744.38
0.837098	15393.5	4.66441	6853.44	0.837098	23201.2	4.66441	7142.46
0.866357	15539.2	4.82745	7063.34	0.866357	22783.4	4.82745	8093.98
0.896638	15498.4	4.99618	7626.17	0.896638	22560.3	4.99618	10388.1
0.927978	15398.3	5.17081	8817.62	0.927978	22776.7	5.17081	14373.6
0.960413	15303	5.35154	11261.1	0.960413	23588.3	5.35154	19269.4
0.993982	15562	5.53859	15729.5	0.993982	24838.6	5.53859	23508.1
1.02872	16524.7	5.73218	22273.8	1.02872	26153.6	5.73218	25501.9
1.06468	18308.6	5.93253	29434	1.06468	27857.6	5.93253	24614.2
1.10189	20755.6	6.13989	33794.3	1.10189	30014.1	6.13989	21382.2
1.14041	23601.8	6.35449	32142	1.14041	32618.1	6.35449	16940.9
1.18027	26885.7	6.5766	24964.7	1.18027	37233.5	6.5766	12468.2
1.22152	32382.2	6.80647	16682.2	1.22152	47036.6	6.80647	8913.79
1.26422	43825.1	7.04437	11231.9	1.26422	64917.4	7.04437	6837.1
1.3084	65229.1	7.29059	8856.11	1.3084	93388	7.29059	5973.59
1.35414	99329	7.54541	7630.53	1.35414	135049	7.54541	5508.1
1.40147	148099	7.80914	6439.82	1.40147	193482	7.80914	4957.6
1.45045	203825	8.08209	5288.7	1.45045	262778	8.08209	4370.82
1.50115	240623	8.36458	4455.22	1.50115	314760	8.36458	4030.89
1.55362	237030	8.65694	4107.89	1.55362	329080	8.65694	4225.72
1.60792	197895	8.95953	4331.9	1.60792	315582	8.95953	5336.52
1.66412	156570	9.27268	5233.41	1.66412	301162	9.27268	7676.28
1.72228	133230	9.59679	7040.82	1.72228	281827	9.59679	10777.2
1.78248	139014	9.93222	10301.3	1.78248	236768	9.93222	13409.8
1.84479	167841	10.2794	15173.6	1.84479	174126	10.2794	14707.2
1.90927	201641	10.6387	20233.2	1.90927	119671	10.6387	14985.5
1.976	203676	11.0105	22872	1.976	84770.7	11.0105	15425.4
2.04506	163399	11.3954	21858.4	2.04506	61324	11.3954	16498.4
2.11654	104987	11.7937	18565.2	2.11654	43165.8	11.7937	17220.8
2.19052	63079.4	12.2059	15002.2	2.19052	31472.2	12.2059	16470.9
2.26709	42936.3	12.6325	12004.4	2.26709	25569.8	12.6325	14285.6
2.34633	35375.3	13.074	9698.57	2.34633	22364.8	13.074	11615.2
2.42834	32444.7	13.531	8145.98	2.42834	20020.5	13.531	9289.53
2.51321	30034.2	14.0039	7375.98	2.51321	18244	14.0039	7692.58
2.60106	26252.2	14.4934	7789.49	2.60106	16594.8	14.4934	7147.35
2.69197	21377.5	15	9604.13	2.69197	14574.3	15	7678.48

Tablo 4.11: 11 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	35558.8	2.78606	6615.09	0.5	30772	2.78606	5115.4
0.517476	33088.1	2.88344	6290.72	0.517476	28518.1	2.88344	4806.09
0.535563	32096.5	2.98423	5847.29	0.535563	27790.4	2.98423	4465.68
0.554283	30809.9	3.08853	5082	0.554283	26854.6	3.08853	3962.23
0.573656	29317.3	3.19648	4190.18	0.573656	25167.2	3.19648	3388.74
0.593707	27650.2	3.30821	3496.19	0.593707	23002.8	3.30821	2946.99
0.614458	26043.7	3.42384	3080.25	0.614458	21248.2	3.42384	2689.88
0.635935	24320.8	3.54351	2842.12	0.635935	19540.2	3.54351	2536.95
0.658163	22662.6	3.66737	2695.46	0.658163	18669.9	3.66737	2419.59
0.681167	20850.4	3.79555	2605.89	0.681167	17685.3	3.79555	2341.82
0.704976	19263.1	3.92821	2566.85	0.704976	17499.5	3.92821	2341.35
0.729616	17615.3	4.06551	2584.83	0.729616	17147.8	4.06551	2515.35
0.755118	16080.5	4.20761	2652.99	0.755118	16705	4.20761	2946.33
0.781512	14808.2	4.35468	2732.51	0.781512	16299.7	4.35468	3442.66
0.808827	13753.3	4.50689	2791.89	0.808827	15880.8	4.50689	3603.81
0.837098	13002.2	4.66441	2872.95	0.837098	15821.6	4.66441	3332.34
0.866357	12664.2	4.82745	3045.73	0.866357	15900.4	4.82745	3004.33
0.896638	12234.3	4.99618	3437.41	0.896638	16102	4.99618	3096.28
0.927978	11690	5.17081	4456.34	0.927978	16517.2	5.17081	4060.9
0.960413	11027.3	5.35154	6426.19	0.960413	17341.3	5.35154	6591.66
0.993982	10628.4	5.53859	8610.43	0.993982	18512.8	5.53859	10762.8
1.02872	10544.5	5.73218	9567.69	1.02872	19722.1	5.73218	14460.5
1.06468	10778.7	5.93253	8925.48	1.06468	20901.2	5.93253	14740.3
1.10189	11333.3	6.13989	7653.17	1.10189	22115.1	6.13989	11385.8
1.14041	12100.5	6.35449	6402.31	1.14041	23647	6.35449	7242.1
1.18027	12944.7	6.5766	5002.42	1.18027	25616.3	6.5766	4768.17
1.22152	13926.3	6.80647	3525.52	1.22152	28262	6.80647	4068.54
1.26422	15702.3	7.04437	2442.27	1.26422	33664.9	7.04437	4078.87
1.3084	20417.4	7.29059	1867.92	1.3084	48007.8	7.29059	3847.88
1.35414	30902.2	7.54541	1567.41	1.35414	79258.8	7.54541	3050.28
1.40147	48445.7	7.80914	1397.51	1.40147	133223	7.80914	2047.76
1.45045	68748.5	8.08209	1309.68	1.45045	206385	8.08209	1351.77
1.50115	83685.3	8.36458	1251.55	1.50115	276265	8.36458	1065.5
1.55362	88053.3	8.65694	1250.9	1.55362	311315	8.65694	1002.69
1.60792	84323.6	8.95953	1469.64	1.60792	285747	8.95953	1047.37
1.66412	86256.5	9.27268	2013.33	1.66412	215485	9.27268	1167.43
1.72228	101389	9.59679	2738.23	1.72228	138945	9.59679	1303.28
1.78248	125932	9.93222	3459.05	1.78248	88062.3	9.93222	1403.05
1.84479	141947	10.2794	4205.07	1.84479	60463.4	10.2794	1480.76
1.90927	132689	10.6387	4936.4	1.90927	45842.9	10.6387	1596.24
1.976	102138	11.0105	5231.84	1.976	34191.8	11.0105	1785.41
2.04506	66399.2	11.3954	4752.26	2.04506	24292.1	11.3954	2007.23
2.11654	40088.2	11.7937	3747.48	2.11654	17180	11.7937	2156.41
2.19052	26019.8	12.2059	2726.74	2.19052	13133.9	12.2059	2168.21
2.26709	18960	12.6325	1971.26	2.26709	10918	12.6325	2119.04
2.34633	14849.4	13.074	1532.42	2.34633	9410.21	13.074	2128.28
2.42834	12054.3	13.531	1326.85	2.42834	8172.69	13.531	2149.32
2.51321	9963.1	14.0039	1180.73	2.51321	7135.08	14.0039	2010.33
2.60106	8348.85	14.4934	1000.29	2.60106	6274.75	14.4934	1663.3
2.69197	7233.55	15	833.51	2.69197	5589.31	15	1242.99

Tablo 4.12: 12 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN		GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	29140	2.78606	7227.67	0.5	25641.5	2.78606	4012.64
0.517476	26760	2.88344	8463.59	0.517476	24656.7	2.88344	4121.89
0.535563	26636.6	2.98423	9841.51	0.535563	24075.3	2.98423	4102.79
0.554283	26316.1	3.08853	12381.2	0.554283	23226.2	3.08853	4114.27
0.573656	25987	3.19648	18716.3	0.573656	22388.4	3.19648	4755.38
0.593707	25272.8	3.30821	29943.1	0.593707	21272.6	3.30821	6384.67
0.614458	24870.8	3.42384	40463.8	0.614458	20140.9	3.42384	8120.44
0.635935	24356.8	3.54351	41735.1	0.635935	18937.5	3.54351	8632.08
0.658163	24981.9	3.66737	32223.8	0.658163	18163.5	3.66737	8080.2
0.681167	25523.1	3.79555	19455.9	0.681167	17372.9	3.79555	8655.59
0.704976	26395.7	3.92821	10709.9	0.704976	17448.5	3.92821	12641.2
0.729616	27406.1	4.06551	6762.11	0.729616	17530.8	4.06551	19021.1
0.755118	29032.7	4.20761	5200.22	0.755118	17957.8	4.20761	23232.1
0.781512	33343	4.35468	4430.23	0.781512	18826.1	4.35468	21578.1
0.808827	40471.4	4.50689	3849.22	0.808827	20033.4	4.50689	15352.1
0.837098	52447.8	4.66441	3303.34	0.837098	21969.8	4.66441	8948.88
0.866357	90186.5	4.82745	2867.85	0.866357	27317.8	4.82745	4957.5
0.896638	153938	4.99618	2613.58	0.896638	35809.4	4.99618	3130.02
0.927978	231875	5.17081	2552.87	0.927978	46390.4	5.17081	2375.43
0.960413	292581	5.35154	2798.73	0.960413	56293.8	5.35154	2022
0.993982	264677	5.53859	3663.27	0.993982	59565.5	5.53859	1861.39
1.02872	194018	5.73218	5208.67	1.02872	60340.4	5.73218	1853.51
1.06468	125575	5.93253	6667.63	1.06468	63050	5.93253	2069.04
1.10189	83400.5	6.13989	6945.28	1.10189	70482.6	6.13989	2731.54
1.14041	70339.6	6.35449	6071.32	1.14041	82834.7	6.35449	3895.6
1.18027	77800.2	6.5766	5492.96	1.18027	99923.2	6.5766	4959.16
1.22152	95682.3	6.80647	6713.93	1.22152	125211	6.80647	5135.49
1.26422	109205	7.04437	9709.53	1.26422	175942	7.04437	4592.65
1.3084	105773	7.29059	12254.4	1.3084	294639	7.29059	4496.41
1.35414	89047.5	7.54541	11836.1	1.35414	512948	7.54541	5825.49
1.40147	74564.5	7.80914	8561.78	1.40147	767700	7.80914	8491.48
1.45045	68608	8.08209	4923.19	1.45045	864676	8.08209	11142.1
1.50115	60565.8	8.36458	2782.89	1.50115	730329	8.36458	11846.9
1.55362	45176	8.65694	2036.98	1.55362	465794	8.65694	9929.14
1.60792	27862.7	8.95953	1995.19	1.60792	243333	8.95953	6803.21
1.66412	16286.1	9.27268	2416.68	1.66412	131441	9.27268	4365.05
1.72228	10641.7	9.59679	3324.43	1.72228	86140.2	9.59679	3142.89
1.78248	8503.46	9.93222	4665.65	1.78248	68491.5	9.93222	2625.83
1.84479	7307.98	10.2794	6067.59	1.84479	55347.1	10.2794	2517.15
1.90927	6586.45	10.6387	6904.3	1.90927	43657.5	10.6387	2979.36
1.976	6057.85	11.0105	6831.45	1.976	32817.3	11.0105	4030.41
2.04506	5602.22	11.3954	6153.56	2.04506	23503.8	11.3954	5269.3
2.11654	5180.75	11.7937	5538.67	2.11654	16528.4	11.7937	6369.19
2.19052	4834.63	12.2059	5346.51	2.19052	11873.8	12.2059	7283.47
2.26709	4610.78	12.6325	5311.71	2.26709	8896.24	12.6325	7664.45
2.34633	4510.62	13.074	4971.94	2.34633	7011.95	13.074	6947.51
2.42834	4555.46	13.531	4374.23	2.42834	5746.19	13.531	5269.21
2.51321	4826.6	14.0039	3990.41	2.51321	4830.68	14.0039	3540.71
2.60106	5359.46	14.4934	3859.43	2.60106	4228.74	14.4934	2509.52
2.69197	6161.97	15	3560	2.69197	3981.73	15	2273.37

Tablo 4.13: 13 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	31589.1	2.78606	9680.25	0.5	36464.4	2.78606	10053.4
0.517476	30212.9	2.88344	9190.89	0.517476	36607	2.88344	9371.47
0.535563	30803.7	2.98423	8805.43	0.535563	35796.7	2.98423	8845.55
0.554283	31206.9	3.08853	8480.96	0.554283	34270.3	3.08853	8380.87
0.573656	32460.6	3.19648	8353.22	0.573656	34475.8	3.19648	8055.96
0.593707	33663.5	3.30821	8629.66	0.593707	35132.9	3.30821	8036.42
0.614458	35091.4	3.42384	9430.3	0.614458	36007.3	3.42384	8458.83
0.635935	36543.1	3.54351	11033.2	0.635935	36555.6	3.54351	9649.19
0.658163	37806.1	3.66737	14294.8	0.658163	37611.8	3.66737	12519.3
0.681167	38402.5	3.79555	20263	0.681167	38183.5	3.79555	17756.9
0.704976	40097.4	3.92821	29390.9	0.704976	39397.6	3.92821	23847.4
0.729616	41707.4	4.06551	40346.6	0.729616	40878.8	4.06551	27261.3
0.755118	43073.9	4.20761	48577.6	0.755118	42830.3	4.20761	26906.1
0.781512	45340.9	4.35468	48037.9	0.781512	46525.7	4.35468	26309.3
0.808827	48032.6	4.50689	37826.4	0.808827	50643.8	4.50689	28597.9
0.837098	51708.7	4.66441	24482	0.837098	54843.5	4.66441	30677.2
0.866357	56219.5	4.82745	14680.7	0.866357	59087	4.82745	27436.2
0.896638	61143.5	4.99618	9633.41	0.896638	62849.3	4.99618	19397.5
0.927978	66729.9	5.17081	7152.62	0.927978	66185.3	5.17081	11645.8
0.960413	73374	5.35154	5580.55	0.960413	68933.5	5.35154	7152.92
0.993982	80654.5	5.53859	4473.66	0.993982	74104.9	5.53859	5182.09
1.02872	89305	5.73218	3692.48	1.02872	83702.4	5.73218	4194.16
1.06468	101992	5.93253	3144.84	1.06468	98131.5	5.93253	3516.45
1.10189	122799	6.13989	2756.89	1.10189	120847	6.13989	2980.44
1.14041	160257	6.35449	2532.16	1.14041	163807	6.35449	2607.57
1.18027	230226	6.5766	2574.97	1.18027	242108	6.5766	2481.66
1.22152	349047	6.80647	2950.04	1.22152	351564	6.80647	2561.17
1.26422	509586	7.04437	3680.43	1.26422	451598	7.04437	2630.06
1.3084	658556	7.29059	4929.38	1.3084	500845	7.29059	2522.35
1.35414	722364	7.54541	6595.75	1.35414	516205	7.54541	2427.47
1.40147	669864	7.80914	7756.97	1.40147	555269	7.80914	2872.96
1.45045	537640	8.08209	7469.04	1.45045	606612	8.08209	4156.83
1.50115	392838	8.36458	6111.58	1.50115	581878	8.36458	5729.39
1.55362	267847	8.65694	5160.22	1.55362	454612	8.65694	6646.54
1.60792	177855	8.95953	5543.69	1.60792	291984	8.95953	6814.84
1.66412	121626	9.27268	6676.03	1.66412	176964	9.27268	6864.51
1.72228	88244.1	9.59679	7060.22	1.72228	116375	9.59679	6753.69
1.78248	69308.6	9.93222	5917.69	1.78248	89074.9	9.93222	5818.12
1.84479	55857.2	10.2794	3993.53	1.84479	70959.7	10.2794	4210.32
1.90927	46395.2	10.6387	2569.06	1.90927	57431.7	10.6387	2907.32
1.976	38841.8	11.0105	2156.23	1.976	46289.5	11.0105	2369.17
2.04506	32258.4	11.3954	2373.53	2.04506	36882.9	11.3954	2240.77
2.11654	26406.8	11.7937	2559.03	2.11654	29374.5	11.7937	2158.03
2.19052	21470.2	12.2059	2357.52	2.19052	23623.5	12.2059	2168.58
2.26709	17708.6	12.6325	1929.85	2.26709	19165.4	12.6325	2343
2.34633	15076.9	13.074	1577.82	2.34633	15886.5	13.074	2482.6
2.42834	13322.8	13.531	1338.78	2.42834	13800.2	13.531	2343.19
2.51321	12130	14.0039	1105.45	2.51321	12627.5	14.0039	1938.24
2.60106	11184.1	14.4934	894.51	2.60106	11775	14.4934	1496.17
2.69197	10351.8	15	786.446	2.69197	10900.8	15	1207.1

Tablo 4.14: 14 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	27331	2.78606	29961.1	0.5	28157	2.78606	17107.5
0.517476	26518.9	2.88344	20414.4	0.517476	28004.8	2.88344	11779
0.535563	25807.4	2.98423	12051.5	0.535563	27433.5	2.98423	7730.05
0.554283	24972.9	3.08853	7035.4	0.554283	26584.2	3.08853	5086.98
0.573656	24379.4	3.19648	4457.16	0.573656	25333.9	3.19648	3488.32
0.593707	23774.5	3.30821	2985.39	0.593707	23792.8	3.30821	2455.9
0.614458	22551.6	3.42384	2071.94	0.614458	22299.7	3.42384	1777.47
0.635935	20942.1	3.54351	1514.4	0.635935	20725.7	3.54351	1348.65
0.658163	19317.9	3.66737	1168.96	0.658163	19196.3	3.66737	1075.23
0.681167	17602.2	3.79555	936.549	0.681167	17528.9	3.79555	878
0.704976	16190.9	3.92821	776.95	0.704976	15895.9	3.92821	725.473
0.729616	14730.8	4.06551	675.358	0.729616	14202.4	4.06551	618.683
0.755118	13337.7	4.20761	613.802	0.755118	12553	4.20761	555.164
0.781512	12024.3	4.35468	579.918	0.781512	11156	4.35468	526.013
0.808827	10710.4	4.50689	569.155	0.808827	9897.96	4.50689	522.759
0.837098	9462.55	4.66441	572.479	0.837098	8880.26	4.66441	538.828
0.866357	8441.28	4.82745	575.725	0.866357	8045.99	4.82745	565.269
0.896638	7506.83	4.99618	571.546	0.896638	7268	4.99618	593.158
0.927978	6651.57	5.17081	575.258	0.927978	6539.05	5.17081	632.537
0.960413	5840.76	5.35154	627.105	0.960413	5859.68	5.35154	718.089
0.993982	5151.92	5.53859	748.676	0.993982	5297.91	5.53859	867.648
1.02872	4572.2	5.73218	885.416	1.02872	4833.56	5.73218	1035.04
1.06468	4128.76	5.93253	944.797	1.06468	4486.95	5.93253	1144.52
1.10189	3856.05	6.13989	910.95	1.10189	4302.47	6.13989	1186.37
1.14041	3781.82	6.35449	880.206	1.14041	4331.76	6.35449	1268.01
1.18027	3944.96	6.5766	1000.4	1.18027	4608.23	6.5766	1602.69
1.22152	4517.06	6.80647	1457.96	1.22152	5260.15	6.80647	2529.28
1.26422	5897.39	7.04437	2375.67	1.26422	6777.44	7.04437	4233.06
1.3084	8999.5	7.29059	3515.74	1.3084	10548.6	7.29059	6077.77
1.35414	14933.4	7.54541	4446.63	1.35414	18357.9	7.54541	6854
1.40147	23581.8	7.80914	5165.39	1.40147	30036.3	7.80914	6222.05
1.45045	31281.5	8.08209	5854.24	1.45045	39567.2	8.08209	5099.09
1.50115	33741.2	8.36458	6064.56	1.50115	40517	8.36458	4242.02
1.55362	29978.7	8.65694	5214.51	1.55362	32661.1	8.65694	3500.16
1.60792	22311.8	8.95953	3684.67	1.60792	21577.6	8.95953	2667.99
1.66412	14691.4	9.27268	2413.95	1.66412	13287.4	9.27268	1986.12
1.72228	9050.3	9.59679	1754.63	1.72228	8647.55	9.59679	1642.71
1.78248	6107.66	9.93222	1434.9	1.78248	6568.61	9.93222	1559.88
1.84479	4759.69	10.2794	1222.08	1.84479	5456.47	10.2794	1703.71
1.90927	4335.18	10.6387	1113.4	1.90927	4999.37	10.6387	2126.71
1.976	4354.7	11.0105	1124.4	1.976	5014.14	11.0105	2646.49
2.04506	4745.55	11.3954	1242.34	2.04506	5541.38	11.3954	2847.52
2.11654	5510.19	11.7937	1534.01	2.11654	6800	11.7937	2565.99
2.19052	6923.12	12.2059	2042.56	2.19052	9485.94	12.2059	2124.47
2.26709	9929.82	12.6325	2550.87	2.26709	15027.4	12.6325	1884.02
2.34633	15203.2	13.074	2692.52	2.34633	23584.6	13.074	1796.26
2.42834	22161.1	13.531	2351.48	2.42834	31521.2	13.531	1599.95
2.51321	29522	14.0039	1779.45	2.51321	33936.5	14.0039	1248.3
2.60106	35173	14.4934	1286.3	2.60106	30058.4	14.4934	927.916
2.69197	35763.4	15	995.463	2.69197	23425.6	15	770.869

Tablo 4.15: 15 Nolu Binaya Ait Spektrum Genlik Değerleri

SPEKTRUM				SPEKTRUM			
GÜÇLÜ YÖN		GÜÇLÜ YÖN		ZAYIF YÖN		ZAYIF YÖN	
FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK	FREKANS (1/s)	GENLİK
0.5	79696.3	2.78606	5436.7	0.5	82190	2.78606	5732.34
0.517476	74943.6	2.88344	4786.54	0.517476	75581.6	2.88344	5574.75
0.535563	71904.1	2.98423	4371.98	0.535563	71363.3	2.98423	5597.72
0.554283	68313.2	3.08853	4120.29	0.554283	66772.7	3.08853	5685.21
0.573656	65684.6	3.19648	3980.19	0.573656	62776.5	3.19648	5780.65
0.593707	62837.3	3.30821	3908.73	0.593707	58516	3.30821	5892.34
0.614458	58300.4	3.42384	3873.7	0.614458	54301.7	3.42384	6056.38
0.635935	52685.1	3.54351	3843.46	0.635935	49637.8	3.54351	6243.32
0.658163	48508.9	3.66737	3813.14	0.658163	46382.3	3.66737	6442.66
0.681167	44332.5	3.79555	3835.82	0.681167	42917.5	3.79555	6766.82
0.704976	41975.1	3.92821	4024.12	0.704976	40759.6	3.92821	7512.17
0.729616	39100.3	4.06551	4664.54	0.729616	38270	4.06551	9512.31
0.755118	35795.6	4.20761	6390.5	0.755118	35946.3	4.20761	14603.1
0.781512	32527.2	4.35468	9366.7	0.781512	34178.2	4.35468	23481.5
0.808827	29279.9	4.50689	12079.6	0.808827	32318	4.50689	31983
0.837098	26222.6	4.66441	12382.2	0.837098	30360.9	4.66441	33439.9
0.866357	24039.1	4.82745	10096.5	0.866357	28689.1	4.82745	26496.9
0.896638	22427.4	4.99618	7356.91	0.896638	27422.2	4.99618	16881.7
0.927978	21255.8	5.17081	6192.53	0.927978	26791.5	5.17081	10355.7
0.960413	20145.4	5.35154	7563.92	0.960413	26644.2	5.35154	7834.41
0.993982	19171	5.53859	12336.1	0.993982	26908.4	5.53859	8097.1
1.02872	18458.4	5.73218	19710.4	1.02872	27386.4	5.73218	10233.1
1.06468	17958.7	5.93253	25167.9	1.06468	28043.3	5.93253	12893.3
1.10189	17740.1	6.13989	23962	1.10189	29103.9	6.13989	13910.4
1.14041	18046.9	6.35449	17021.1	1.14041	31025.3	6.35449	12238.3
1.18027	19278.2	6.5766	9648.84	1.18027	34728.5	6.5766	9079.6
1.22152	22188.7	6.80647	5267.97	1.22152	42064	6.80647	6370.03
1.26422	27962.6	7.04437	3469.56	1.26422	56900.1	7.04437	4877.81
1.3084	40472.2	7.29059	2735.86	1.3084	91474.5	7.29059	4265.44
1.35414	67149.8	7.54541	2347.18	1.35414	165747	7.54541	4112.6
1.40147	111107	7.80914	2154.51	1.40147	285167	7.80914	4336.34
1.45045	151417	8.08209	2094.92	1.45045	388731	8.08209	4765.51
1.50115	159579	8.36458	2040.85	1.50115	398543	8.36458	4928.86
1.55362	132439	8.65694	1886.77	1.55362	309300	8.65694	4505.36
1.60792	95998.4	8.95953	1666.58	1.60792	190588	8.95953	3706.36
1.66412	83821.7	9.27268	1501.39	1.66412	113404	9.27268	3002.13
1.72228	104894	9.59679	1445.32	1.72228	81548.8	9.59679	2615.96
1.78248	148091	9.93222	1469.44	1.78248	78855.6	9.93222	2507.29
1.84479	176060	10.2794	1592.37	1.84479	84929.4	10.2794	2669.05
1.90927	159880	10.6387	1874.45	1.90927	89763.9	10.6387	3138.8
1.976	112835	11.0105	2276.64	1.976	83595.4	11.0105	3895.66
2.04506	65086.1	11.3954	2667.8	2.04506	65421	11.3954	4862.94
2.11654	35993.9	11.7937	2927.21	2.11654	42646.7	11.7937	5760.19
2.19052	22853.2	12.2059	2951.94	2.19052	25460.9	12.2059	6035
2.26709	16688.7	12.6325	2674.61	2.26709	16325.6	12.6325	5330.43
2.34633	13139.7	13.074	2195.77	2.34633	12345.4	13.074	3976.16
2.42834	10712.9	13.531	1805.07	2.42834	10108.7	13.531	2716.95
2.51321	8912.84	14.0039	1718.41	2.51321	8378.03	14.0039	2043.71
2.60106	7500.71	14.4934	1905.87	2.60106	7057.03	14.4934	2047.26
2.69197	6349.41	15	2238.72	2.69197	6196.75	15	2648.93

Spektrum kayıtlarından belirlenen en yüksek frekans değerinden (1/frekans) her bir yapıya ait elde edilen güçlü ve zayıf her iki yöndeki deneysel yapı periyot değerleri ve bu yapılara ait zemin seviyesi üzerindeki kat sayıları Tablo 4.16'da görülmektedir.

Tablo 4.16: Mikrotremor Kayıtlarından Elde Edilen Yapı Periyot Değerleri

Yapı	Kat Sayısı	Mikrotremordan Elde Edilen Yapı Periyot Değeri (s)	
		Güçlü Yön	Zayıf Yön
01 Nolu Bina	18	1.276	1.279
02 Nolu Bina	9	0.713	0.716
03 Nolu Bina	12	0.714	0.738
04 Nolu Bina	11	0.524	0.581
05 Nolu Bina	13	0.713	0.764
06 Nolu Bina	30	1.519	1.572
07 Nolu Bina	17	0.685	0.689
08 Nolu Bina	12	0.542	0.622
09 Nolu Bina	19	0.713	0.738
10 Nolu Bina	13	0.643	0.666
11 Nolu Bina	13	0.542	0.643
12 Nolu Bina	18	0.689	1.042
13 Nolu Bina	15	0.689	0.738
14 Nolu Bina	9	0.371	0.668
15 Nolu Bina	11	0.542	0.666

Dikkate alınan kat sayıları 9 ile 30 arasında değişen binalardan arazi deneyleri ile bulunan en düşük yapı periyot değeri 0.371 s olup, en yüksek belirlenen periyot ise en yüksek katlı yapıya ait olan 1.572 s'dir. Üç binada alınan ölçüm değerlerine göre belirlenen periyot 1 saniyenin üzerindedir. Bu değerlere 1, 6 ve 12 numaralı yapılarda ulaşılmış olup, bu yapılar diğer binalara göre yüksek olan binalardır. 7 ve 9 numaralı binalarda 12 numaralı binaya yakın kat sayısı ve yükseklikte olmasına rağmen belirlenen periyot değeri diğerlerine göre belirgin bir oranda düşüktür. İlk yapılan değerlendirmede bu sonucun temel nedeninin tünel kalıp sistemine göre inşa edilmiş olmaları nedeniyle 12 nolu yapıya göre daha rijit olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

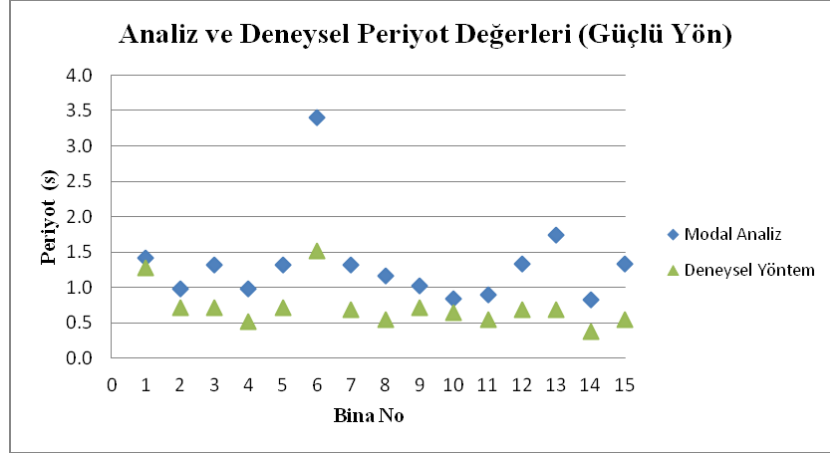
5.1 Mikrotremor Kayıtları ve Modelleme Sonucu Hesaplanan Yapı Periyotlarının Karşılaştırılması

İncelenen 15 adet betonarme binanın kat sayıları, doğal zeminden itibaren yükseklikleri ve yapının güçlü ve zayıf her iki yönü için modal analiz ve mikrotremor kayıtlarından elde edilen yapı periyot değerleri aşağıda Tablo 5.1’de görülmektedir.

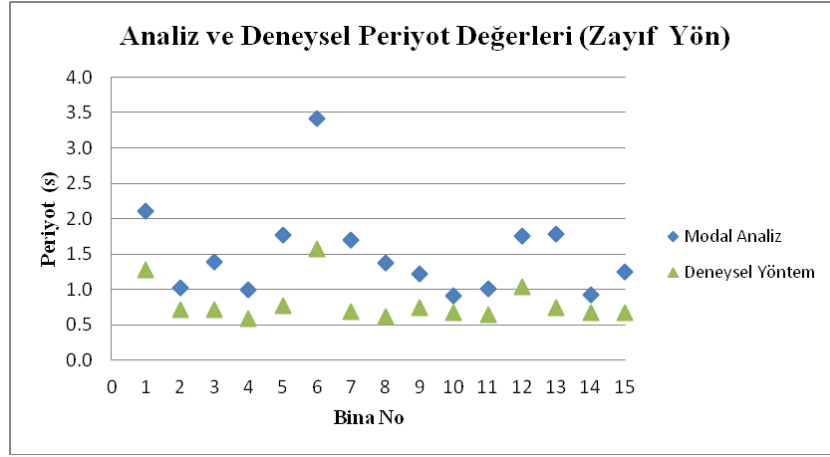
Tablo 5.1: Mikrotremor ve Model Analizle Elde Edilen Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması.

Yapı	Kat Sayısı	Bina Yüksekliği (m)	Modal Analizle Elde Edilen Yapı Periyot Değeri (s)		Mikrotremordan Elde Edilen Yapı Periyot Değeri (s)	
			Güçlü Yön	Zayıf Yön	Güçlü Yön	Zayıf Yön
01 Nolu Bina	18	69.10	1.415	2.102	1.276	1.279
02 Nolu Bina	9	31.60	0.982	1.019	0.713	0.716
03 Nolu Bina	12	36.00	1.319	1.389	0.714	0.738
04 Nolu Bina	11	36.90	0.978	0.996	0.524	0.581
05 Nolu Bina	13	42.80	1.320	1.770	0.713	0.764
06 Nolu Bina	30	102.00	3.402	3.418	1.519	1.572
07 Nolu Bina	17	51.00	1.314	1.701	0.689	0.689
08 Nolu Bina	12	37.80	1.165	1.382	0.542	0.622
09 Nolu Bina	19	57.00	1.026	1.225	0.713	0.738
10 Nolu Bina	13	42.10	0.845	0.905	0.643	0.666
11 Nolu Bina	13	41.40	0.900	1.010	0.542	0.643
12 Nolu Bina	18	56.20	1.330	1.760	0.689	1.042
13 Nolu Bina	15	46.50	1.748	1.789	0.689	0.738
14 Nolu Bina	9	27.50	0.832	0.920	0.371	0.668
15 Nolu Bina	11	33.60	1.330	1.252	0.542	0.666

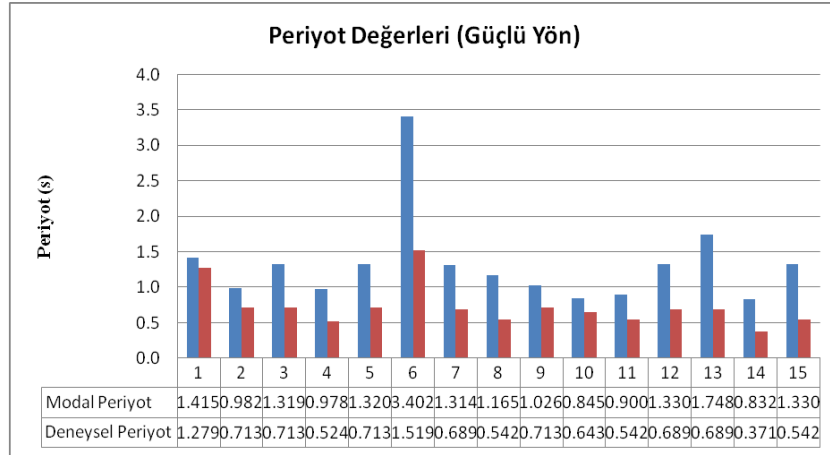
Yukarıdaki veriler ışığında her bir yapının her iki yöntemle bulunan hakim yapı periyot değerleri her iki yön için Şekil 5.1-5.4’te grafiksel olarak görülmektedir.



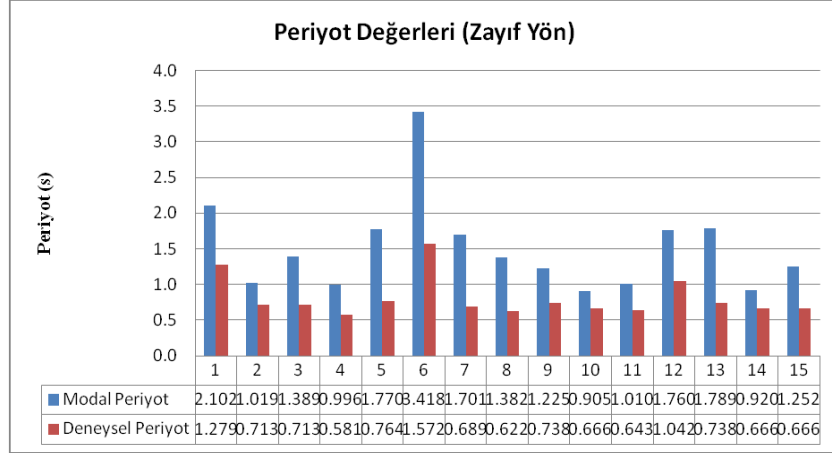
Şekil 5.1: Güçlü Yöne Ait Her İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerleri.



Şekil 5.2: Zayıf Yöne Ait Her İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerleri.

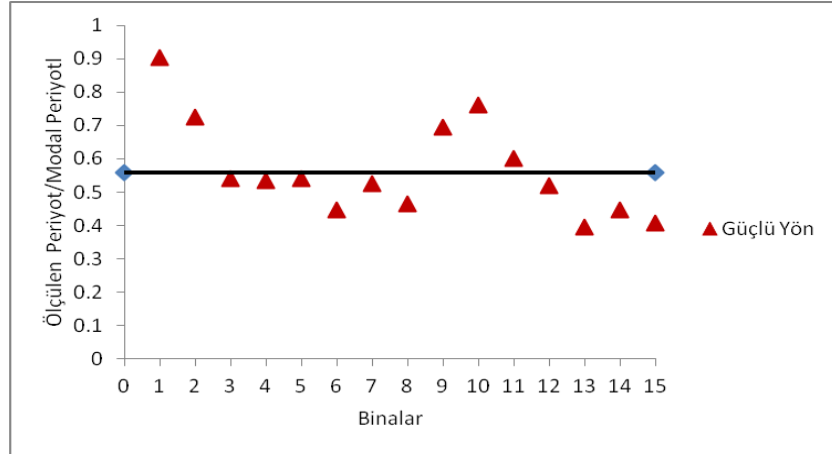


Şekil 5.3: Güçlü Yöne Ait İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması.



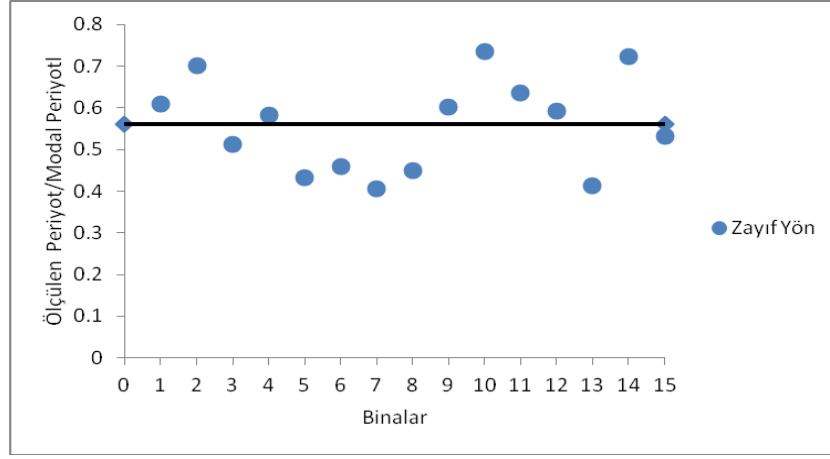
Şekil 5.4: Zayıf Yön Ait İki Yöntemle Bulunan Periyot Değerlerinin Karşılaştırılması.

Modal analizle hesaplanan değerler ölçümlerle elde edilen değerlerden her iki yön için ortalama 1.80 kat daha büyüktür. Diğer bir ifade ile ölçümle elde edilen değerler modal yöntemle elde edilenlerin yaklaşık ortalama olarak %56'sı kadardır. En büyük fark 0.394 oranıyla güçlü yönde 13 nolu binada, zayıf yönde ise 0.405 kat olarak 7 nolu binada görülmüştür. Modal analizle elde edilen periyot değerine en yakın elde edilen periyot değerleri ise güçlü yönde 0.904 kat olarak 1 nolu binada, 0.736 kat ile zayıf yönde 10 nolu binadadır.



Şekil 5.5: Güçlü Yön Ait Ölçülen Periyot/Modal Periyot Oranları

Şekil 5.5 ve 5.6'da ortalama oranı göstermesi için çizilen değerler de sırası ile 0.57 ve 0.56 olarak görülmektedir. Yerinde mikrotremor ile ölçülen periyot değerleri modal analiz ile elde edilen periyot değerlerinin yarısından biraz fazla bir mertebede tespit edilmiştir. Bu değerlerin ölçülmesinde modelleme sırasında yapılan kabuller, bina üzerindeki yüklemeler ve yapısal olmayan elemanların bina periyodu üzerinde olumlu veya olumsuz etkilerinin olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 5.6: Zayıf Yön Ait Ölçülen Periyot/Modal Periyot Oranları

Bu verileri daha iyi değerlendirebilmek için yapı periyot değerlerine etki edebilecek olan yapı rijitliği, kat sayısı, yapının yüksekliği ve dolgu duvar alanı gibi parametreler ayrı ayrı incelenmiştir.

5.2 Yapı Rijitliği ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi

Yapı hakim periyodunu etkileyen parametrelerin en önemlilerinden olan yapı rijitliğinin etkisini gözlemleyebilmek için yapıların her iki yönde kat rijitlik değerleri hesaplanarak, modal ve mikrotremor ölçümleri ile belirlenen periyot değerleri ile ilişkisi irdelenmiştir. Yapıların rijitlikleri hesaplanırken kat kalıp planları değişmeyen binalarda herhangi bir katın, kat kalıp planı değişen binalarda ise farklı ebat ve sayılardaki kolon ve taşıyıcı perde elemanların dağılımına göre hesap edilen kat rijitlik değerleri kullanılmıştır. Hesaplanan ortalama kat rijitlikleri yine aynı şekilde hesap edilen ortalama kat alanlarına bölünmüş, bulunan birim rijitlik rakamı çok küçük olduğu için değerlendirmeyi kolaylaştırmak için her binanın 100 metrekarelik birimindeki rijitliği kıyaslanmış, bu değerde kat rijitliği olarak tanımlanmıştır.

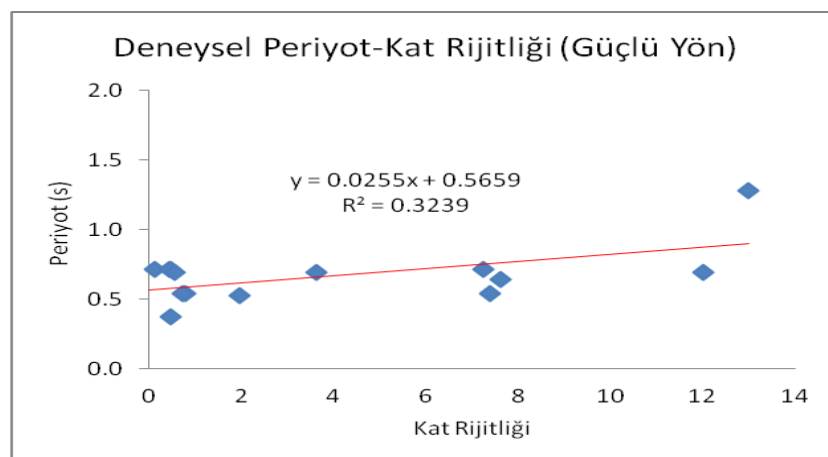
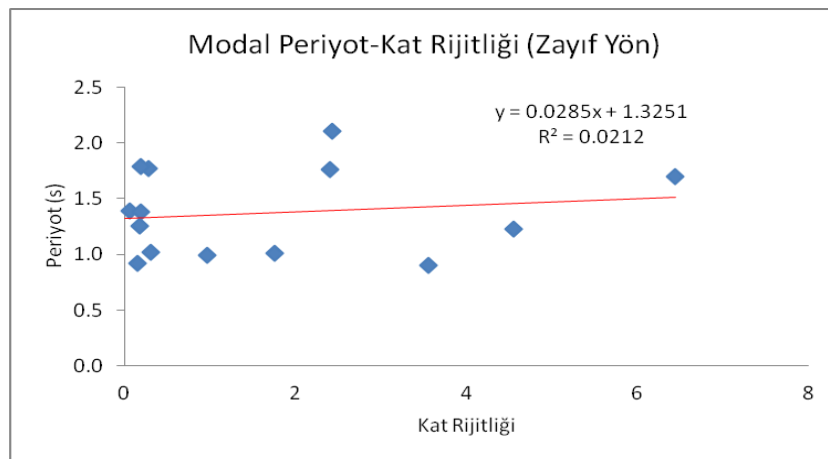
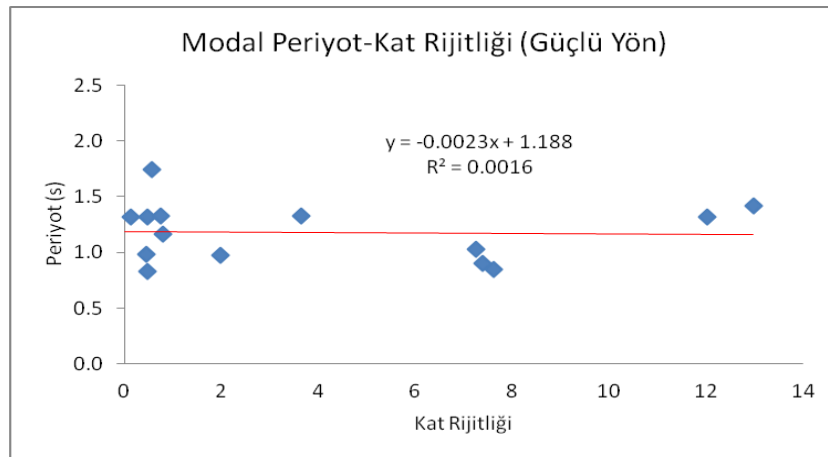
Tablo 5.2’de yapıların hesaplanan kat rijitlikleri gösterilmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi binaların rijitlikleri arasında çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Binaların betonarme projeleri incelendiğinde bazı yapıların tünel kalıba göre projelendirilmesinden kaynaklı çok sayıda taşıyıcı perde olması, bazı yapılarında tasarım aşamasında 1 nolu binada olduğu gibi çekirdek bölgesinde yoğun ve çok büyük taşıyıcı perde elemanı kullanılmasının bu duruma yol açtığı düşünülmektedir.

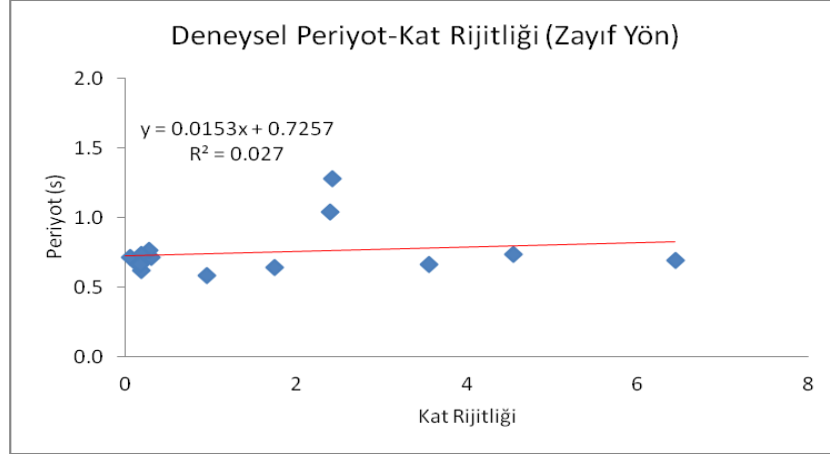
Ayrıca rijitlikleri yüksek olan yapıların güçlü ve zayıf yönlerindeki rijitlik farkıda oldukça dikkat çekicidir.

Tablo 5.2: Yapıların Kat Rijitlik Değerleri

Yapı	Rijitlik (m4)		Kat Alanı (m2)	Kat Rijitliği	
	Güçlü Yön	Zayıf Yön		Güçlü Yön	Zayıf Yön
01 Nolu Bina	101.52	18.96	782.00	12.98	2.42
02 Nolu Bina	3.81	2.24	720.96	0.53	0.31
03 Nolu Bina	0.56	0.28	436.42	0.13	0.06
04 Nolu Bina	12.86	6.26	651.74	1.97	0.96
05 Nolu Bina	2.19	1.27	459.41	0.48	0.28
06 Nolu Bina	203.93	58.88	920.17	22.16	6.40
07 Nolu Bina	64.77	34.69	538.87	12.02	6.44
08 Nolu Bina	3.13	0.75	395.89	0.79	0.19
09 Nolu Bina	50.05	31.41	690.07	7.25	4.55
10 Nolu Bina	38.52	17.95	505.06	7.63	3.55
11 Nolu Bina	37.05	8.79	502.12	7.38	1.75
12 Nolu Bina	33.39	22.03	918.45	3.64	2.40
13 Nolu Bina	3.72	1.27	659.89	0.56	0.19
14 Nolu Bina	3.18	1.03	663.35	0.48	0.16
15 Nolu Bina	3.73	0.86	502.76	0.74	0.17

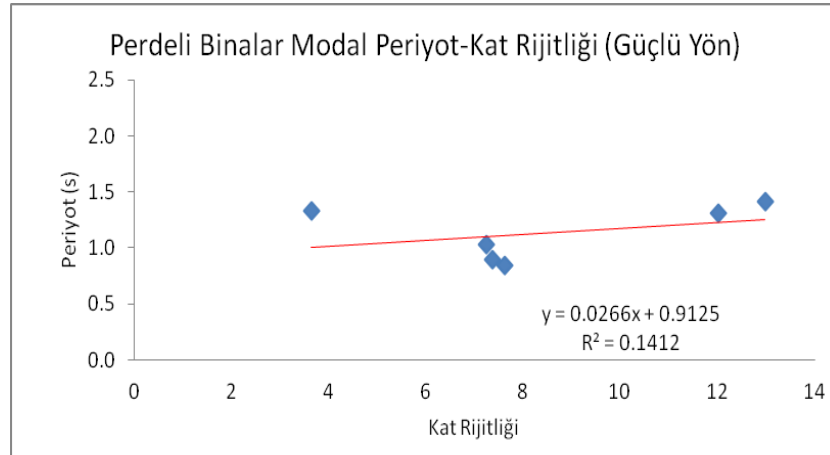
Yapıların her iki yönde kat rijitlik değerleri göz önünde bulundurularak, hem analitik yolla hem de mikrotremor ölçümüyle deneysel olarak elde edilen periyot değerlerinin rijitlikle değişimi grafik haline getirilmiştir. Hemen hemen aynı yükseklikteki yapıların rijitlikleri arasında çok büyük farklar olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca hem rijitlik hem de yükseklik bakımından diğerlerine göre çok farklı olan 6 numaralı bina grafiklerin daha iyi yorumlanabilmesi için değerlendirmeye alınmamıştır.



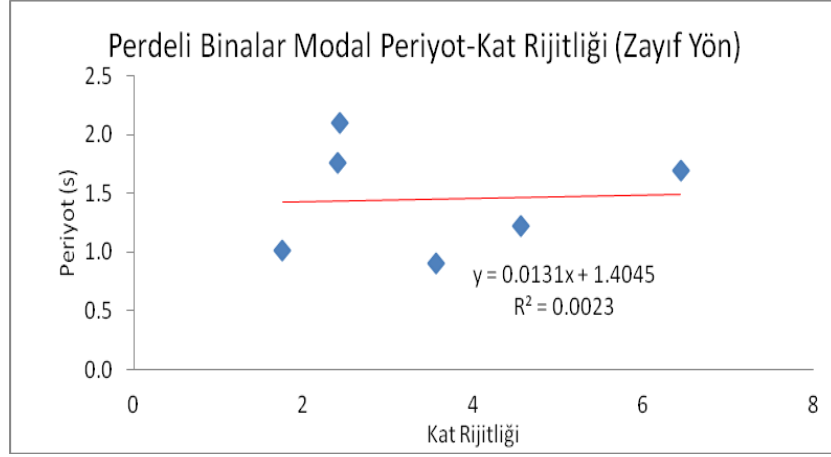


Şekil 5.10: Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği- Deneysel Periyot Grafiği

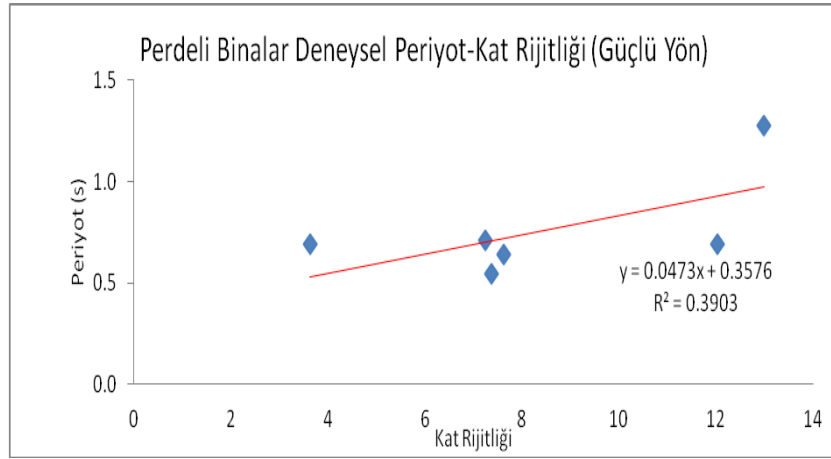
Şekil 5.7 - 5.10'da iki yöne ait ölçülen periyot değerlerinin yapının rijitliği ile ilişkisi görülmektedir. Grafik incelendiğinde rijitlik arttıkça periyot değerinin azalması beklenirken, azalmayarak az da olsa arttığı görülebilmektedir. İncelenen yapılar arasındaki çok büyük rijitlik farklılıklarının olması, birbirine çok yakın rijitlikteki yapıların bulunmasından kaynaklanan bazı bölgelerde yığılmalar gözlemlenmektedir. Grafiklerin daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için yapılar taşıyıcı sistemindeki perde yoğunluğuna göre perdeli ve perdesiz olarak gruplandırılarak grafikler tekrar çizdirilmiştir. 1, 7, 9, 10, 11 ve 12 numaralı rijitliği yüksek olan 6 adet bina perdeli binalar olarak adlandırılmıştır.



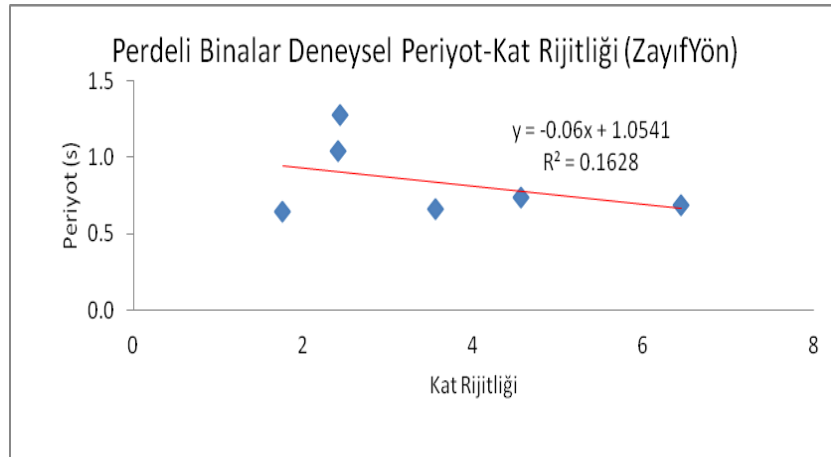
Şekil 5.11: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.12: Perdeli Binalar Zayıf Yönü Ait Kat Rijitliği - Modal Periyot Grafiği



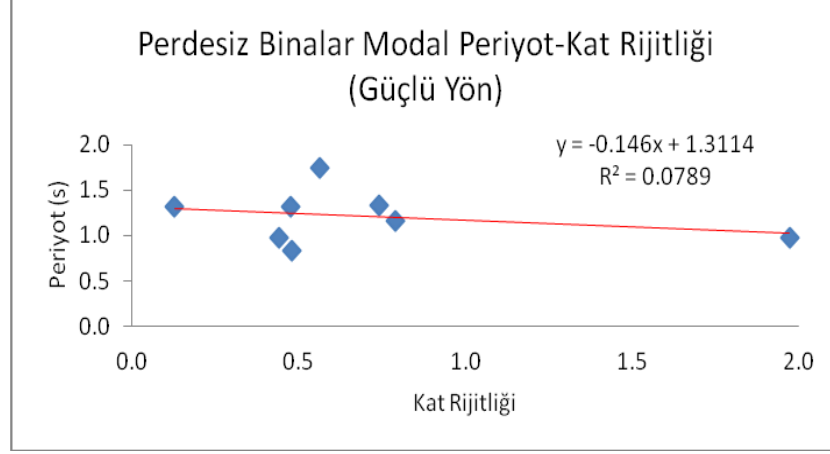
Şekil 5.13: Perdeli Binalar Güçlü Yönü Ait Kat Rijitliği - Deneysel Periyot Grafiği



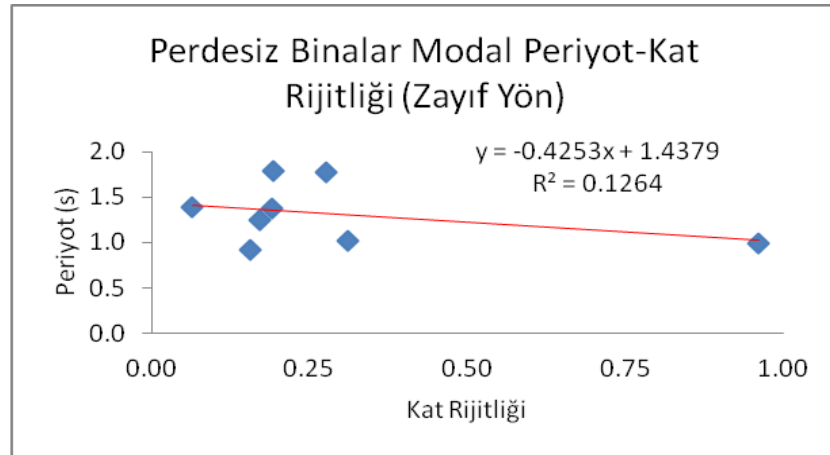
Şekil 5.14: Perdeli Binalar Zayıf Yönü Ait Kat Rijitliği - Deneysel Periyot Grafiği

Şekil 5.11- 5.14'te iki yöne ait belirlenen periyot değerlerinin perdeli yapıların rijitliği ile ilişkisi görülmektedir.

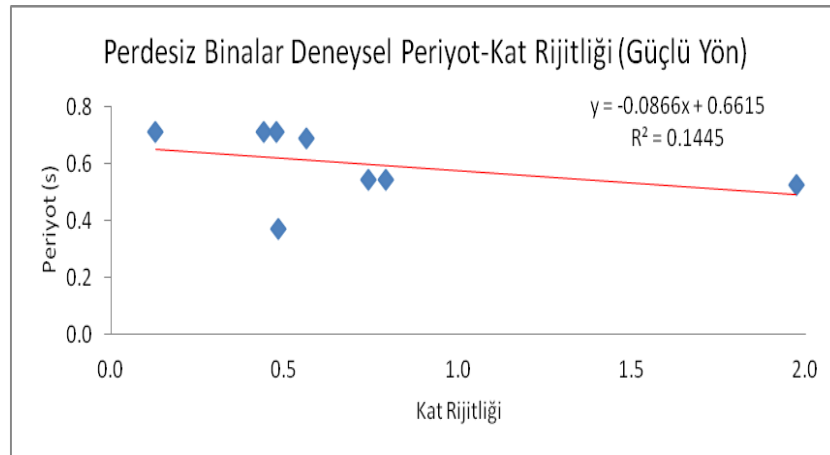
Rijitliği daha düşük olan 2, 3, 4, 5, 8, 13, 14 ve 15 numaralı binalarda perdesiz binalar olarak nitelendirilmiş olup, bu yapılara ait elde edilen periyot rijitlik ilişkisini gösterir grafikler Şekil 5.15 - 5.18’de verilmektedir.



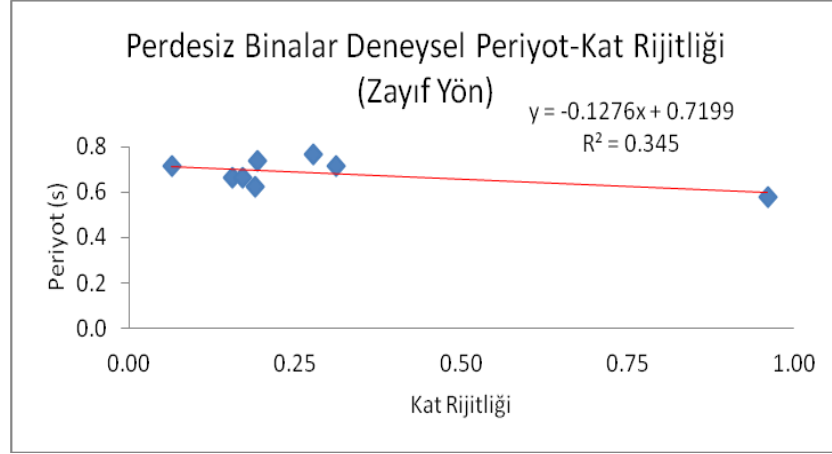
Şekil 5.15: Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği- Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.16: Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği - Modal Periyot Grafiği



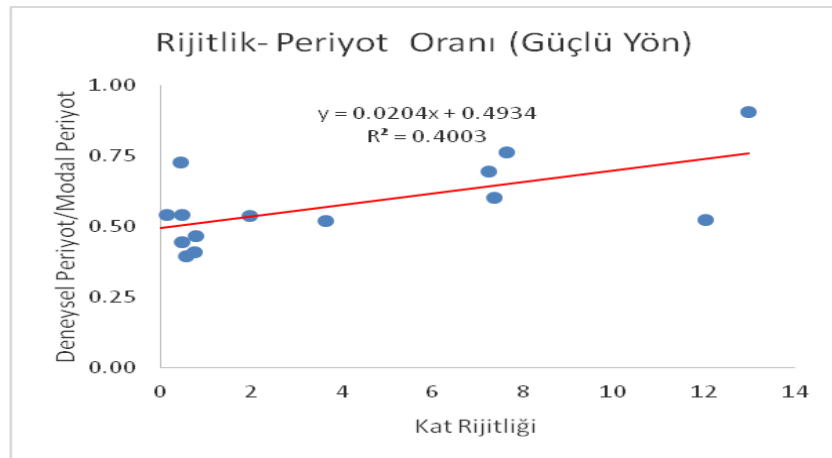
Şekil 5.17: Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Kat Rijitliği - DeneySEL Periyot Grafiği



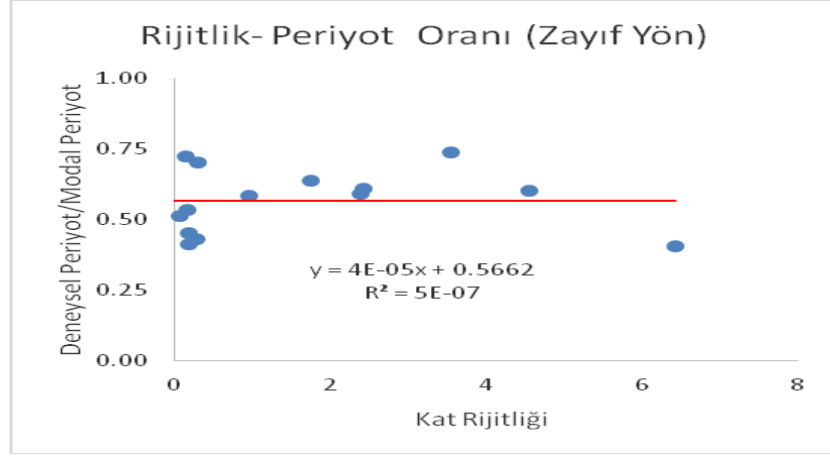
Şekil 5.18: Perdesiz Binalar Zayıf Yönü Ait Kat Rijitliği - Deneysel Periyot Grafiği

Grafikler incelendiğinde rijitlik artışıyla beraber periyot değerinin azalması beklentisinin tersi yönünde perdeli binalarda rijitliklerin artışıyla periyot değerlerinin de arttığı görülmekte iken perdesiz binalarda ise tam tersi olarak rijitlik değerlerindeki artışla beraber periyot değerlerinde azalma görülmektedir. Yapı periyodunu etkileyen en önemli faktörlerden olan rijitliğin orta yükseklikteki yapılarda tek başına periyot değerini belirleyici olamayacağı görülmüştür.

Deneysel olarak bulunan periyot değerlerinin, analitik olarak bulunan yapı periyot değerlerine oranının rijitlikle değişimi Şekil 5.19 ve 5.20'deki gibidir. Görüldüğü üzere yapılan periyot oranlamasının rijitlikle değişiminde de anlamlı bir ilişki çıkarılamamaktadır. Güçlü yönde oranda artış gözlemlenirken zayıf yönde ise oranda azalma eğilimi görülebilmektedir.



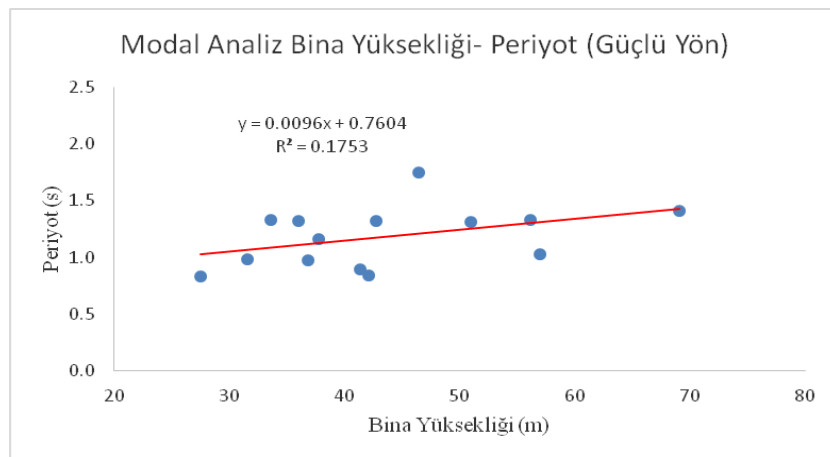
Şekil 5.19: Güçlü Yönü Ait Kat Rijitliği - Periyot Oranı Grafiği



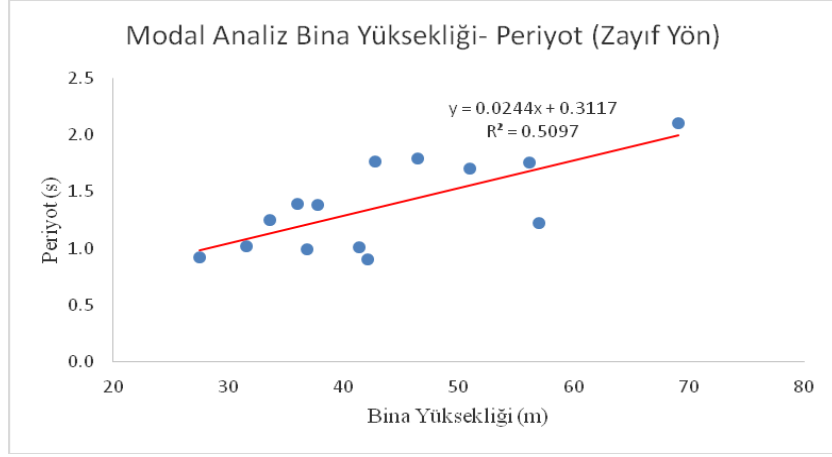
Şekil 5.20: Zayıf Yöne Ait Kat Rijitliği - Periyot Oranı Grafiği

5.3 Yapı Yüksekliği ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi

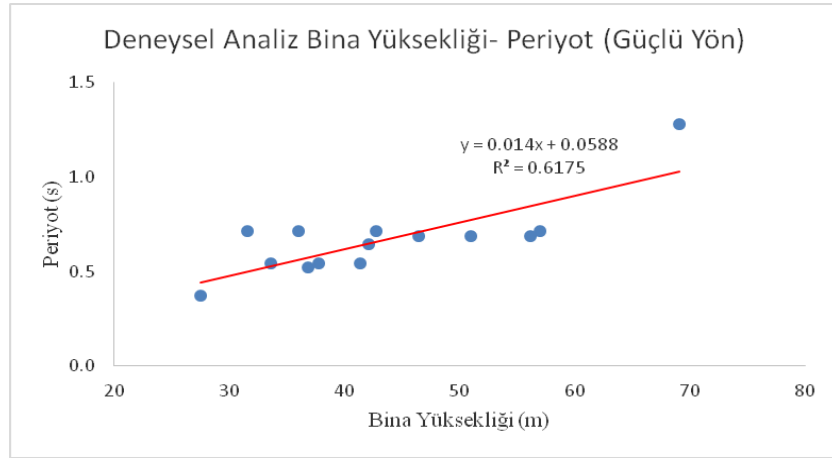
Bina yüksekliğiyle elde edilen periyot değerlerinin ilişkisini görebilmek için her iki yönde Şekil 5.21-5.24'te görülen bina yüksekliği yapı periyot değerleri grafikleri çizilmiştir. Daha önceden de belirtildiği gibi yapıların etrafı bodrum perdeleri ile çevrili olan katlarının rijit kabulü ile yapının bu katlar üzerindeki yüksekliği hesaplarda dikkate alınmıştır. Ayrıca 102 m yüksekliğindeki ve 30 katlı 6 numaralı bina diğerlerine göre kat sayısı, yükseklik hem de periyot açısından diğerlerinden çok farklı olduğu için grafiklerin daha doğru yorumlanabilmesi için değerlendirmeye alınmamıştır.



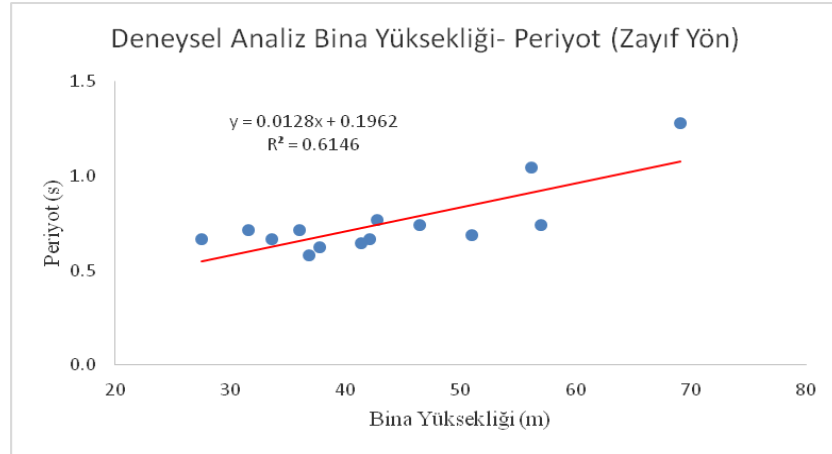
Şekil 5.21: Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği



Şekil 5.22: Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği



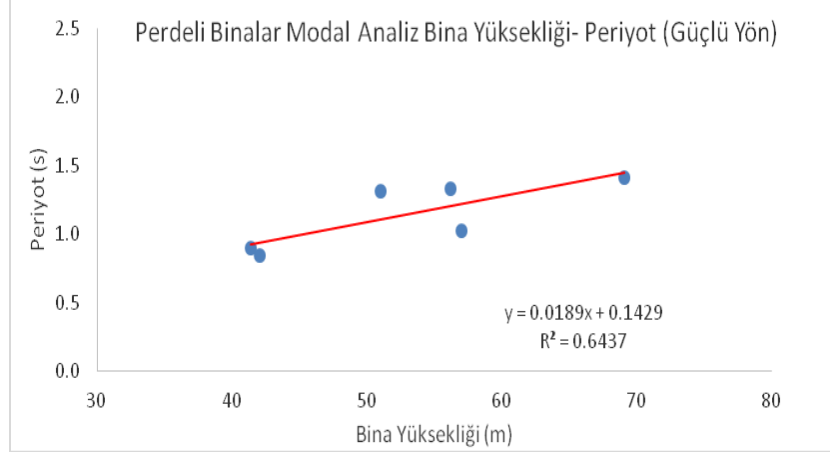
Şekil 5.23: Güçlü Yöne Ait Deneyisel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği



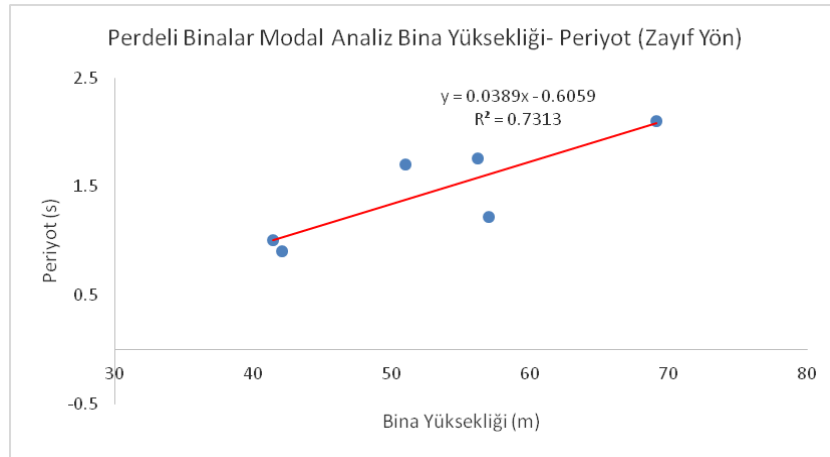
Şekil 5.24: Zayıf Yöne Ait Deneyisel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Yüksekliği Grafiği

Bina yüksekliği ile elde edilen periyot değerleri incelendiğinde her iki yönde yapı yüksekliği arttıkça periyot değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Deneyisel ölçüm yöntemiyle elde edilen periyot değerlerindeki bu artış oranı analitik olarak hesaplanan değere göre daha belirgindir. Bazı binaların daha yüksek olmasına karşın hesaplanan periyot değerlerinin kendinden alçak yükseklikte olanlara göre düşük

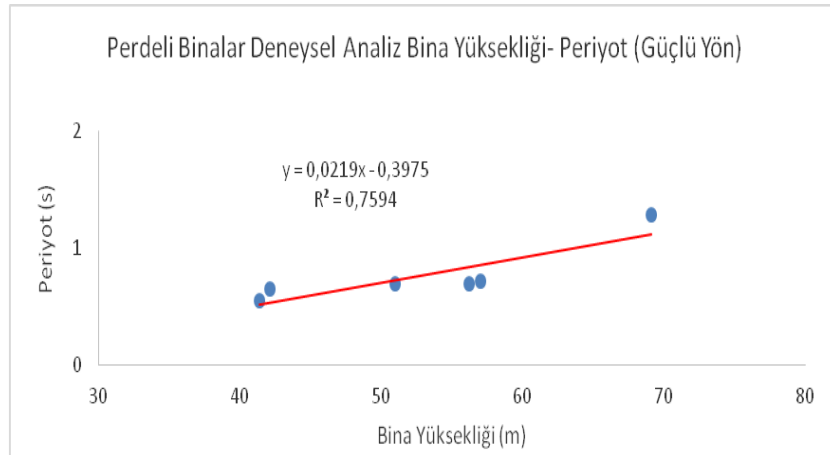
olduğu görülmüştür. Bu durumunda yapıların periyodunu etkileyen rijitlik, ağırlık v.b. diğer özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle perdeli perdesiz duruma göre grafikler yeniden çizdirilmiştir.



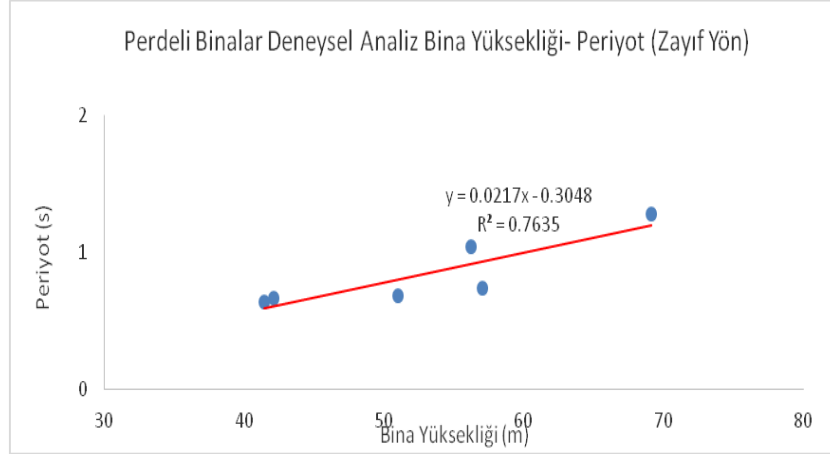
Şekil 5.25: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.26: Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği-Modal Periyot Grafiği

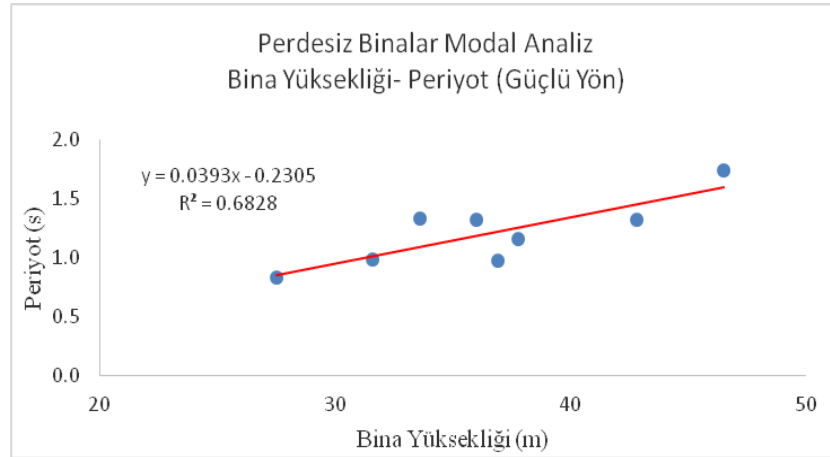


Şekil 5.27: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği

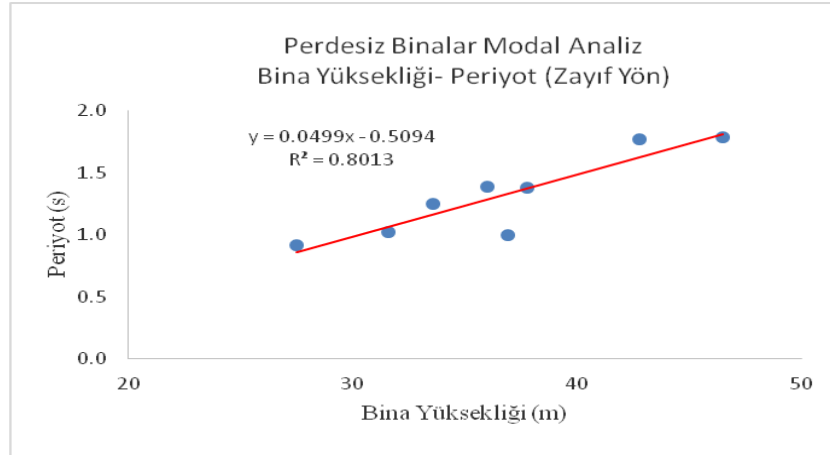


Şekil 5.28: Perdeli Binalar Zayıf Yön Ait Bina Yüksekliği- Deneysel Periyot Grafiği

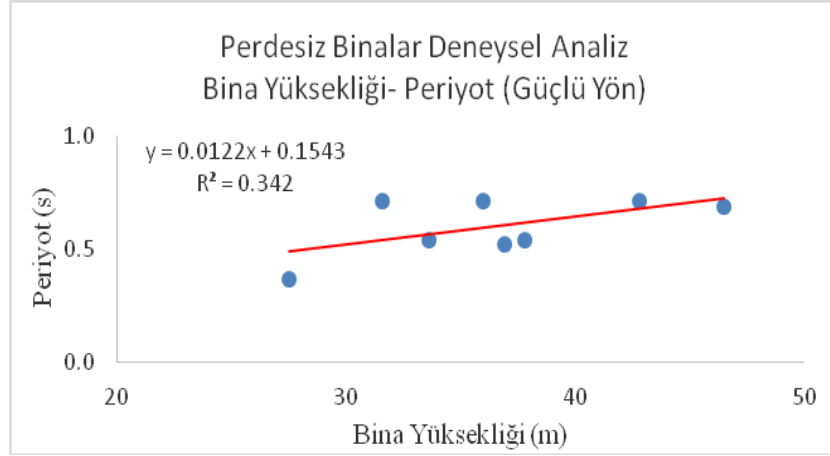
Şekil 5.25 - 5.28’de perdeli yapılara ait periyot değerlerinin yükseklikle olan ilişkisi görülmektedir.



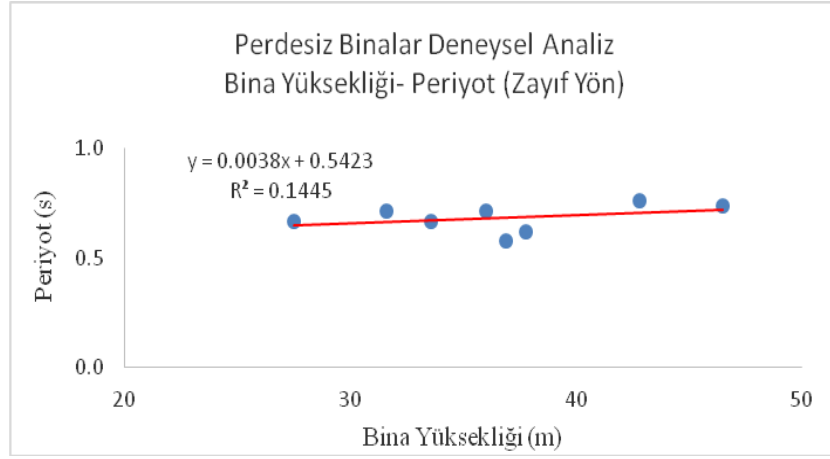
Şekil 5.29: Perdesiz Binalar Güçlü Yön Ait Bina Yüksekliği-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.30: Perdesiz Binalar Zayıf Yön Ait Bina Yüksekliği-Modal Periyot Grafiği



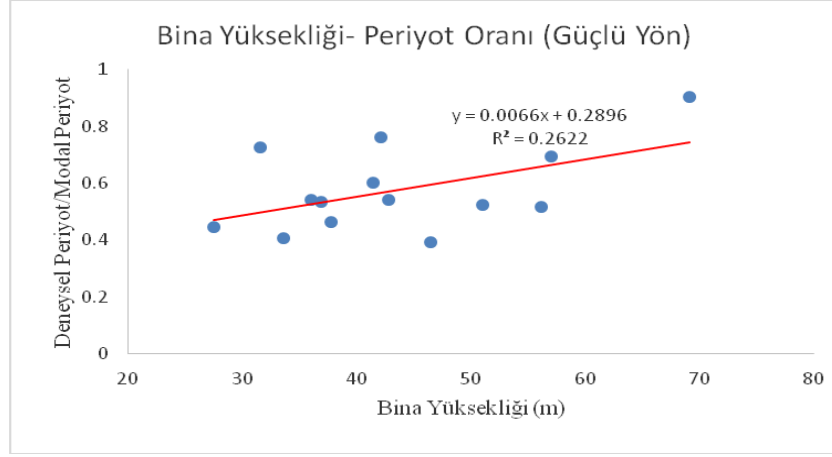
Şekil 5.31: Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Deneysel Periyot Grafiği



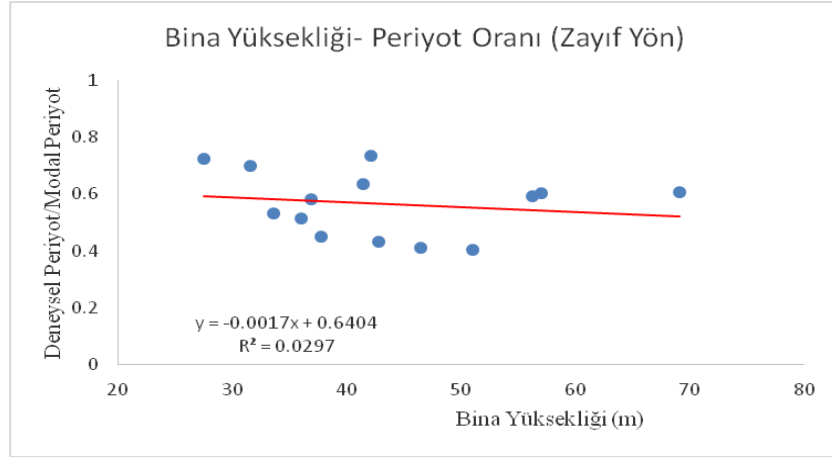
Şekil 5.32: Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği- Deneysel Periyot Grafiği

Şekil 5.29 - 5.32’de perdesiz olarak adlandırılmış yapılara ait periyot değerlerinin bina yüksekliği ile olan ilişkisi görülmektedir. Perdeli ve perdesiz her iki yön için yapı yüksekliği ile beraber belirlenen yapı periyodunda da artış olduğu görülmektedir. Yapı periyodunun yükseklikle beraber artış eğiliminde olması, yapı periyodunun hesaplanmasında yüksekliğe bağlı verilen formüllerdeki ilişkiyi teyit etmektedir.

Deneysel periyodun analitik periyoda oranı ise Şekil 5.33’te görüldüğü gibi güçlü yönde bina yüksekliği ile artarken Şekil 5.34’teki gibi zayıf yönde ise azalmaktadır.



Şekil 5.33: Güçlü Yöne Ait Bina Yüksekliği-Periyot Oranı Grafiği

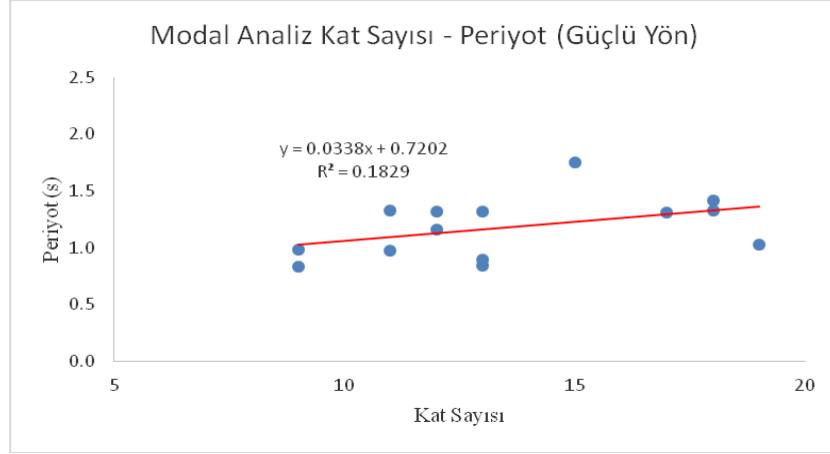


Şekil 5.34: Zayıf Yöne Ait Bina Yüksekliği-Periyot Oranı Grafiği

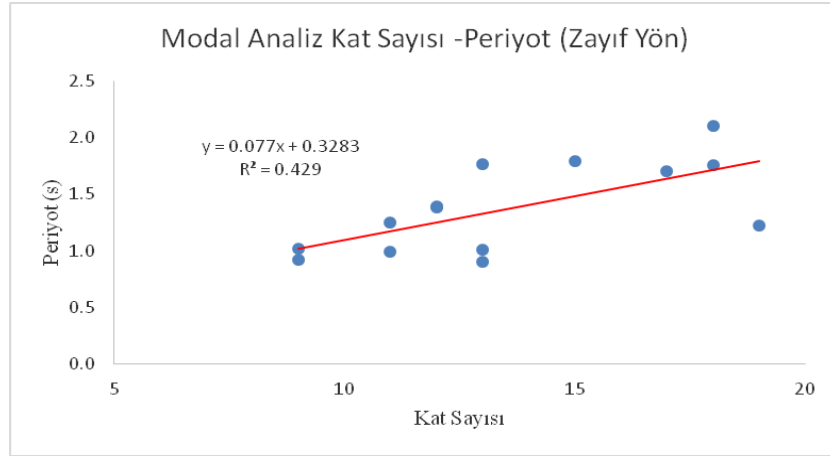
5.4 Yapı Kat Sayısı ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi

Bina kat sayısı ile elde edilen periyot değerlerinin ilişkisini görebilmek için her iki yönde Şekil 5.35-5.38’de görülen kat sayısı periyot grafikleri oluşturulmuştur.

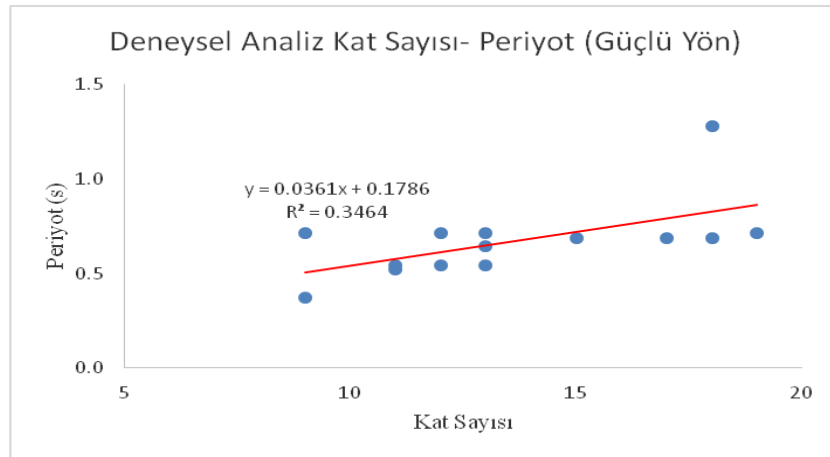
Kat sayısı ile elde edilen periyot değerleri incelendiğinde her iki yönde yapı kat sayısı arttıkça periyot değeri de artmaktadır. Kat sayısı periyot ilişkisinde beklenildiği gibi bina yüksekliği ile benzer değerler elde edilmiştir. Farklı kat sayılarındaki yapıların periyotları birbirine yakın değerler belirlenebilmektedir.



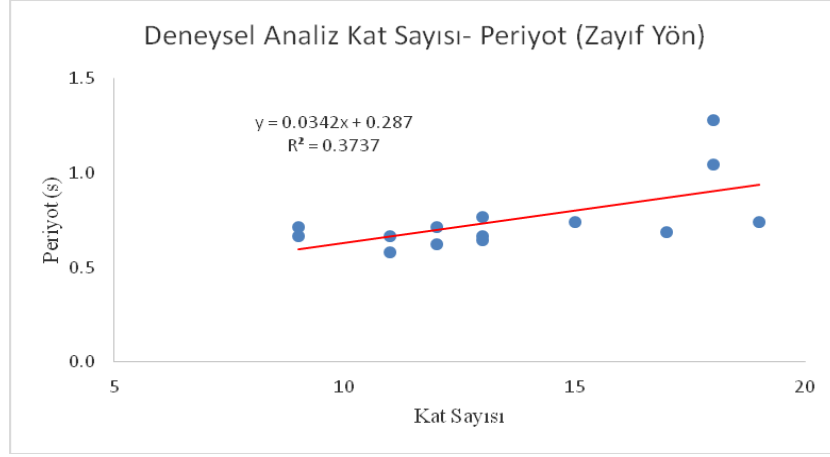
Şekil 5.35: Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Kat Sayısı Grafiği



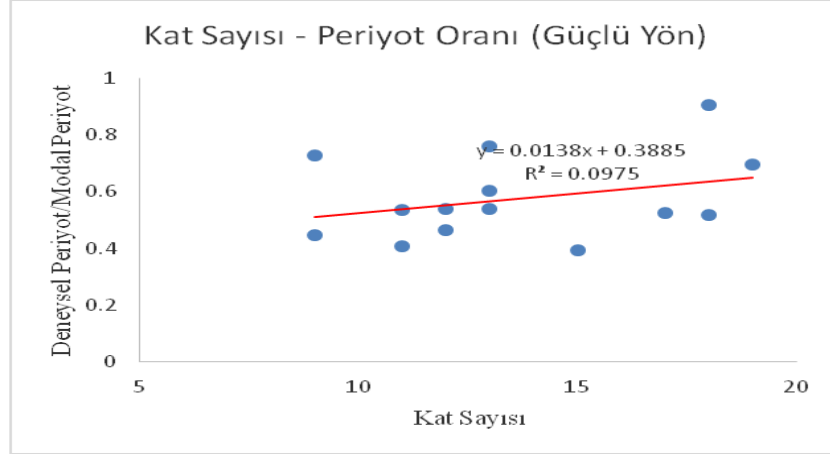
Şekil 5.36: Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Kat Sayısı Grafiği



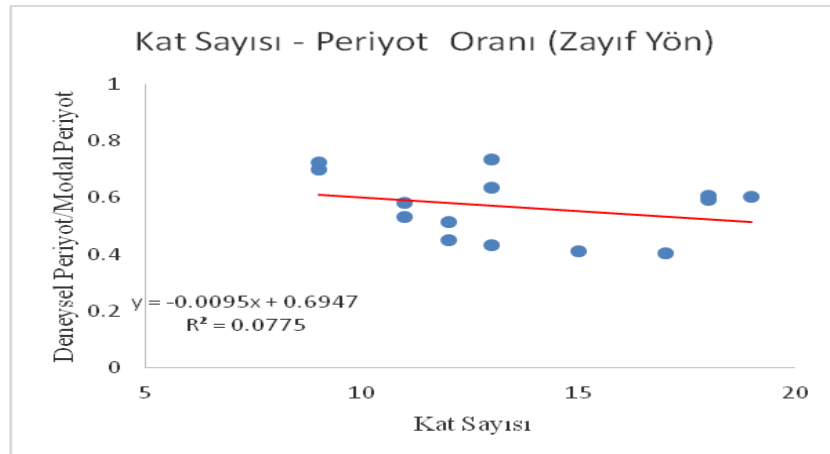
Şekil 5.37: Güçlü Yöne Ait Deneyisel Yöntemle Bulunan Periyot-Bina Kat Sayısı Grafiği



Şekil 5.38: Zayıf Yöne Ait Deneysel Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Kat Sayısı Grafiği



Şekil 5.39: Güçlü Yöne Ait Kat Sayısı- Periyot Oranı Grafiği

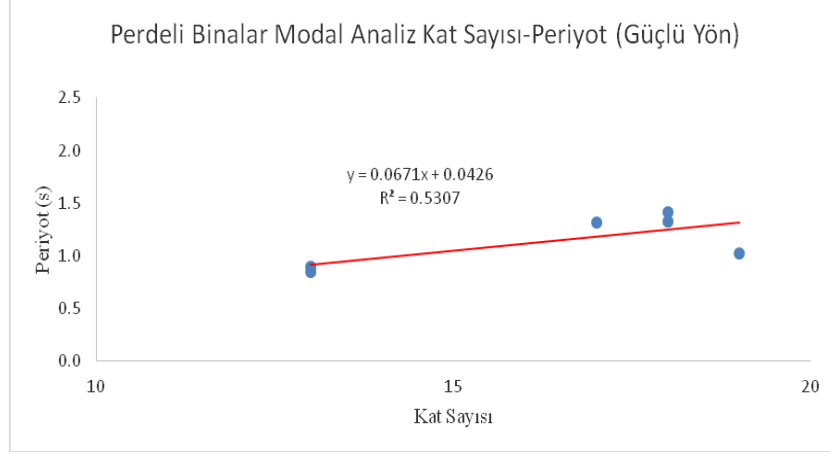


Şekil 5.40: Zayıf Yöne Ait Kat Sayısı-Periyot Oranı Grafiği

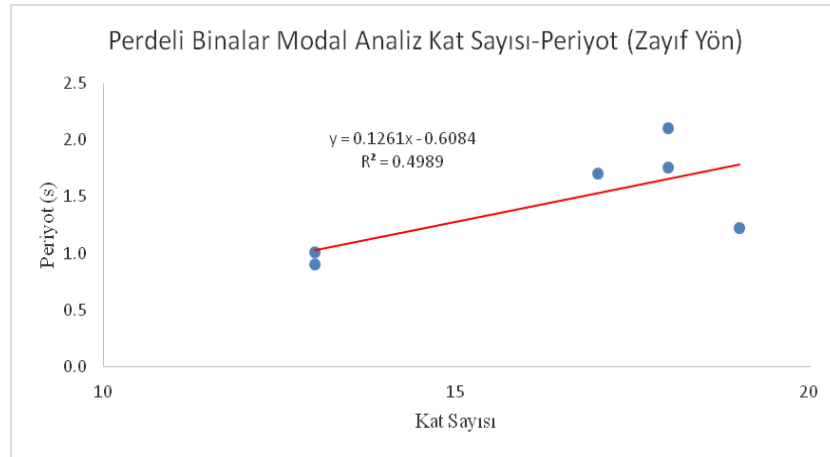
Şekil 5.39 ve Şekil 5.40'da güçlü ve zayıf yöne ait bulunan periyot değerlerinin birbirine olan oranları ile kat sayıları arasındaki bağıntı görülmektedir.

Rijitlik ve bina yüksekliğinde olduğu gibi güçlü yönde artış yönünde bir eğilim söz konusu iken zayıf yönde azalış eğilimi görülmektedir.

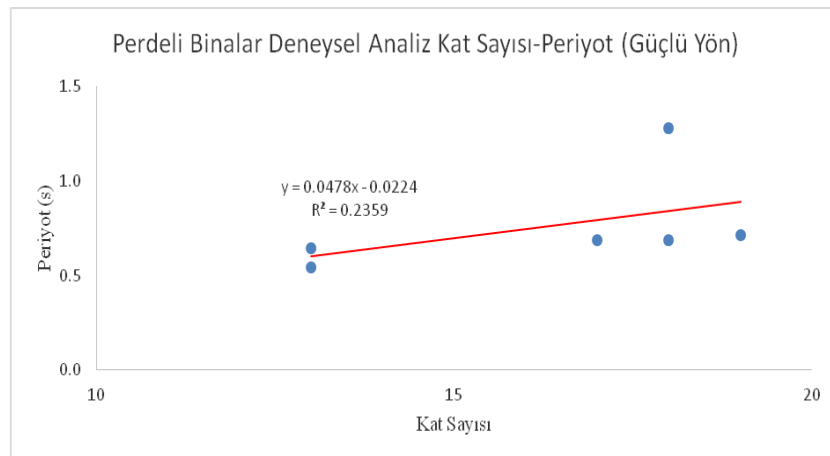
Şekil 5.41 - 5.44'te perdeli yapılara ait periyot değerlerinin kat sayısı ile olan ilişkisi görülmektedir.



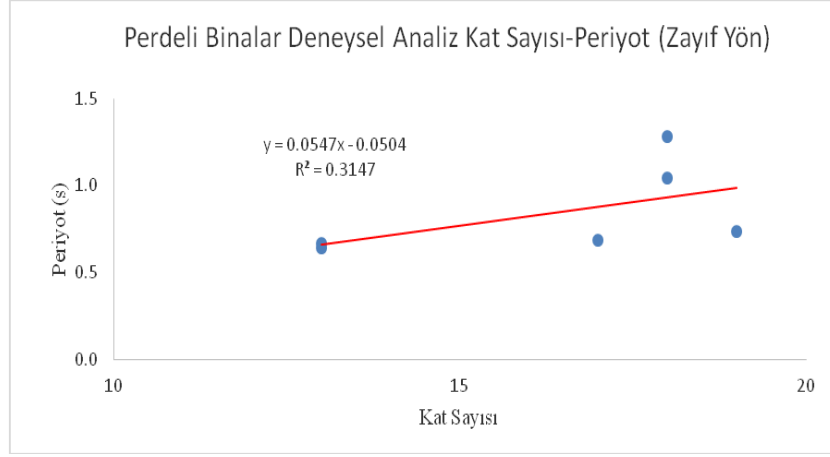
Şekil 5.41: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.42: Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Modal Periyot Grafiği

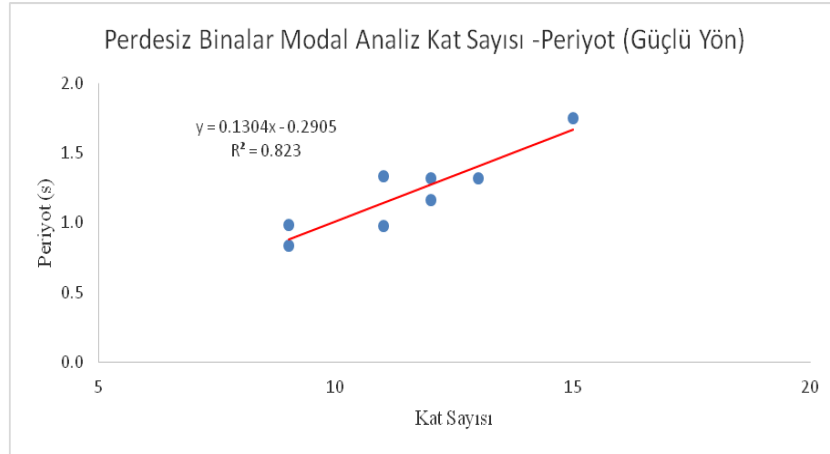


Şekil 5.43: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı-DeneySEL Periyot Grafiği

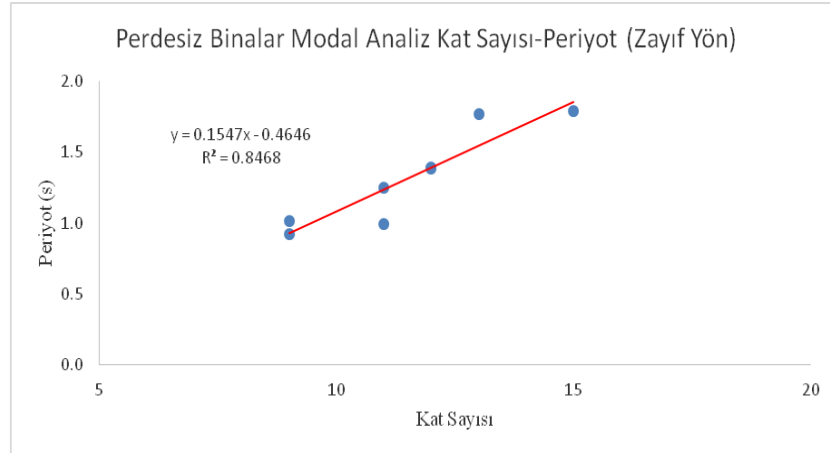


Şekil 5.44: Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Deneysel Periyot Grafiği

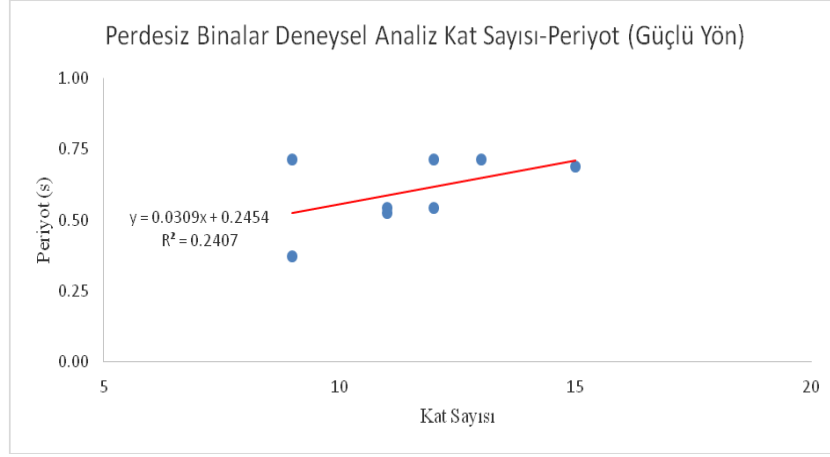
Şekil 5.45-5.48’de ise perdesiz binaların kat sayısı periyot grafikleri verilmiştir. Hem perdeli hem perdesiz durum için grafikler incelendiğinde yapı periyot değerinin kat sayısı ile arttığı perdesiz binalarda deneysel yöntemle bulunan yapı periyot değerlerinin kat sayısı ile korelasyonunun düşük olduğu görülmüştür.



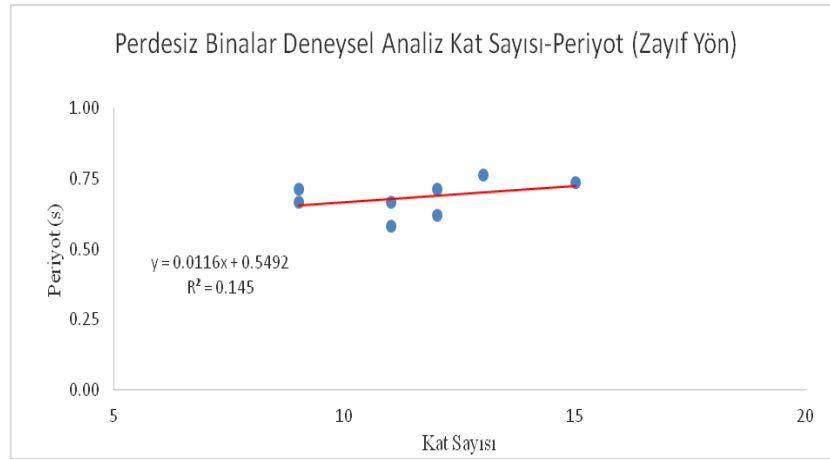
Şekil 5.45: Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.46: Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.47: Perdesiz Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Deneysel Periyot Grafiği



Şekil 5.48: Perdesiz Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Kat Sayısı-Deneysel Periyot Grafiği

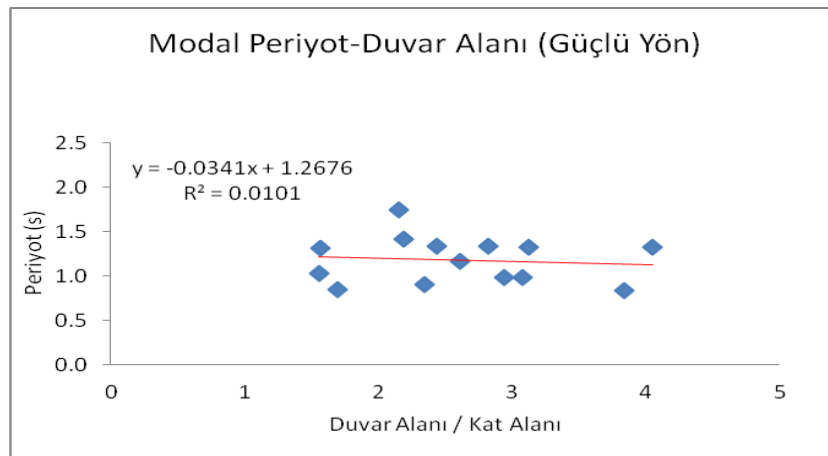
5.5 Yapı Dolgu Duvar Oranı ve Belirlenen Yapı Periyodu İlişkisi

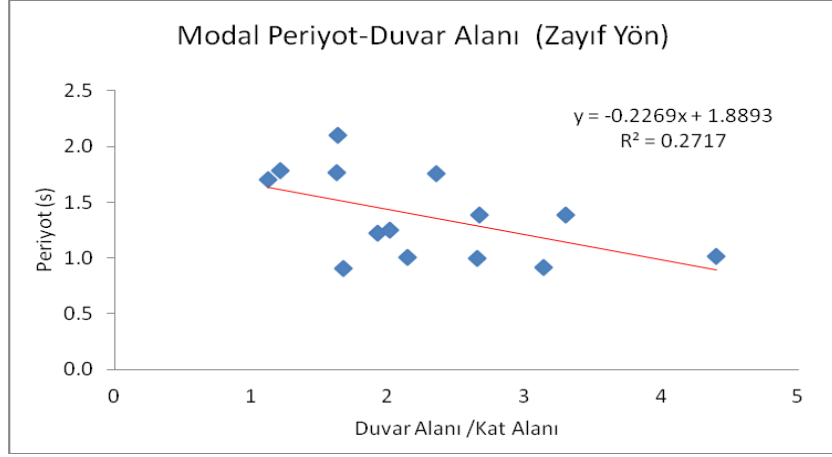
Yapı periyot değerini etkileyen diğer bir parametre diğerlerine göre az da olsa dolgu duvar alanıdır. Statik hesap programlarında dolgu duvarların etkisi hesaba alınmamaktadır. Binaların dolgu duvarlarının yapı periyoduna etkisini değerlendirmek için yapılara ait mimari projeler bulunarak güçlü ve zayıf yönde dolgu duvar alanları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler o yapının kat alanına bölünmek suretiyle yapının istenilen yöndeki duvar oranı bulunmuştur. Hesaplanan dolgu duvar alanı, kat alanı ve dolgu duvar oranları Tablo 5.3'te verilmektedir.

Tablo 5.3: Yapıların Dolgu Duvar Alanları

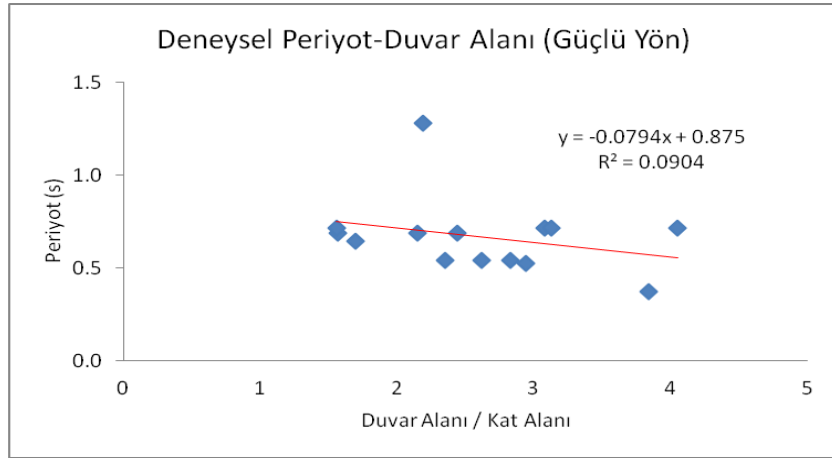
Yapı	Kat Duvar Alanı (m ²)		Kat Alanı	Duvar Alanı / Kat Alanı	
	Güçlü Yön	Zayıf Yön		Güçlü Yön	Zayıf Yön
01 Nolu Bina	17.12	12.80	782.00	0.022	0.016
02 Nolu Bina	22.18	31.71	720.96	0.031	0.044
03 Nolu Bina	13.63	11.63	436.42	0.031	0.027
04 Nolu Bina	19.16	17.28	651.74	0.029	0.027
05 Nolu Bina	18.60	7.47	459.41	0.040	0.016
06 Nolu Bina	22.97	28.02	920.17	0.025	0.030
07 Nolu Bina	8.45	6.05	538.87	0.016	0.011
08 Nolu Bina	10.34	13.07	395.89	0.026	0.033
09 Nolu Bina	10.72	13.28	690.07	0.016	0.019
10 Nolu Bina	8.54	8.46	505.06	0.017	0.017
11 Nolu Bina	11.78	10.77	502.12	0.023	0.021
12 Nolu Bina	22.37	21.61	918.45	0.024	0.024
13 Nolu Bina	14.18	8.021	659.89	0.021	0.012
14 Nolu Bina	25.47	20.83	663.35	0.038	0.031
15 Nolu Bina	14.20	10.14	502.76	0.028	0.020

Elde edilen veriler ışığında oluşturulan grafikler Şekil 5.49-5.52’de görülmektedir. Grafiklerden de görülebileceği gibi perdesiz binalarda dolgu duvar oranı arttıkça yapı periyodunun azaldığı görülmektedir.

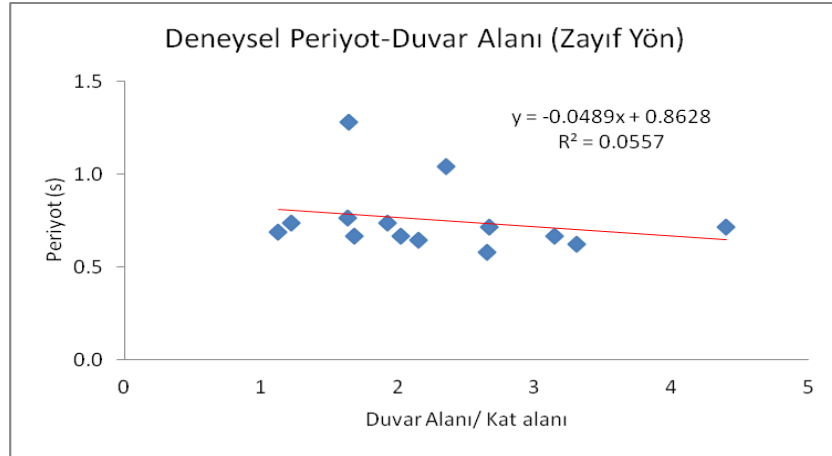
**Şekil 5.49:** Güçlü Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Duvar Oranı Grafiği



Şekil 5.50: Zayıf Yöne Ait Modal Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Duvar Oranı Grafiği

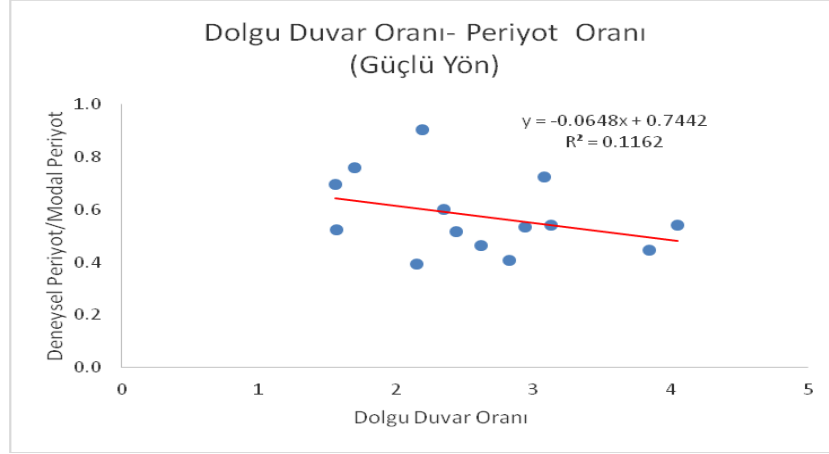


Şekil 5.51: Güçlü Yöne Ait Deneyisel Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Duvar Oranı Grafiği

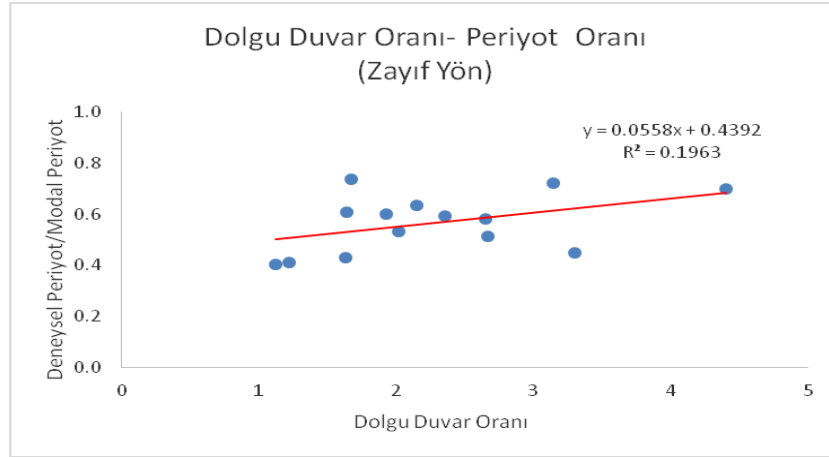


Şekil 5.52: Zayıf Yöne Ait Deneyisel Yöntemle Bulunan Periyot- Bina Duvar Oranı Grafiği

Rijitlik, kat sayısı, bina yüksekliği periyot oranı grafiklerinin tam tersi şekilde dolgu duvar alanı periyot oranı grafikleri Şekil 5.53-5.54'te görüldüğü gibi güçlü yönde azalım eğilimi gösterirken zayıf yönde artmıştır.

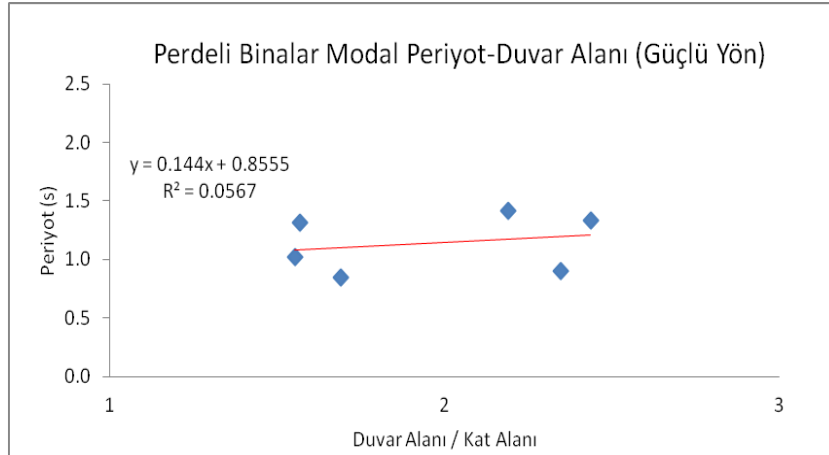


Şekil 5.53: Güçlü Yöne Ait Duvar Oranı- Periyot Oranı Grafiği

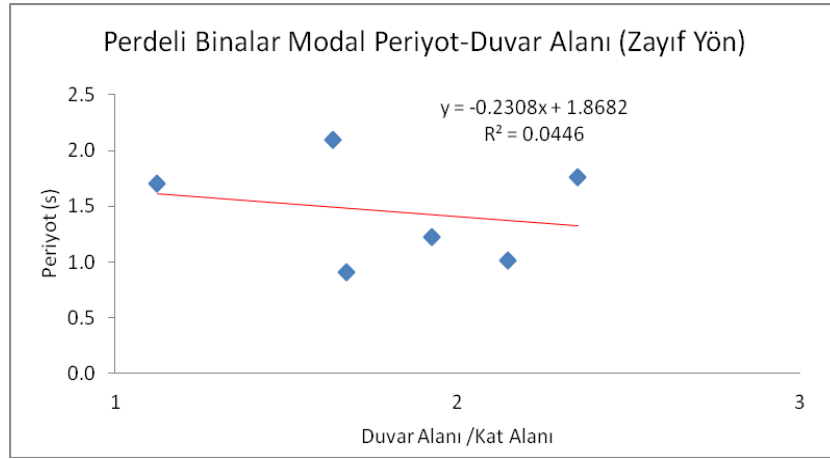


Şekil 5.54: Zayıf Yöne Ait Duvar Oranı-Periyot Oranı Grafiği

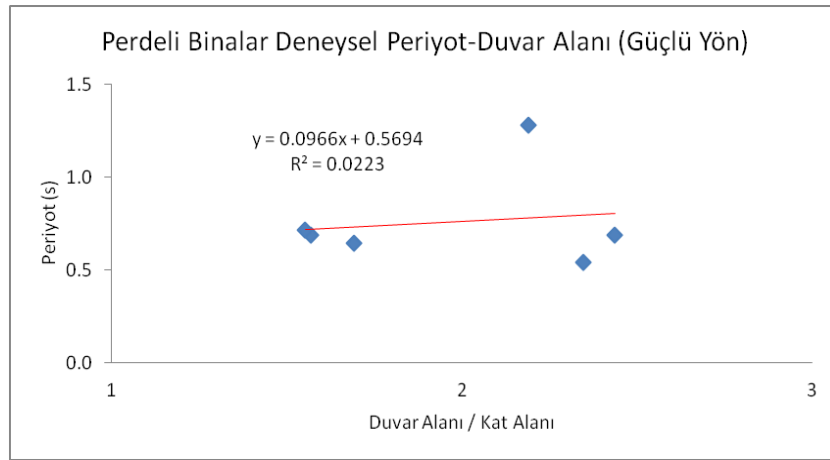
Şekil 5.55-5.58’de perdeli binalar için, Şekil 5.59-5.62’de perdesiz binalar için güçlü ve zayıf yöne ait dolgu duvar oranları ile periyot arasındaki bağlantıyı gösteren grafikler hazırlanmıştır.



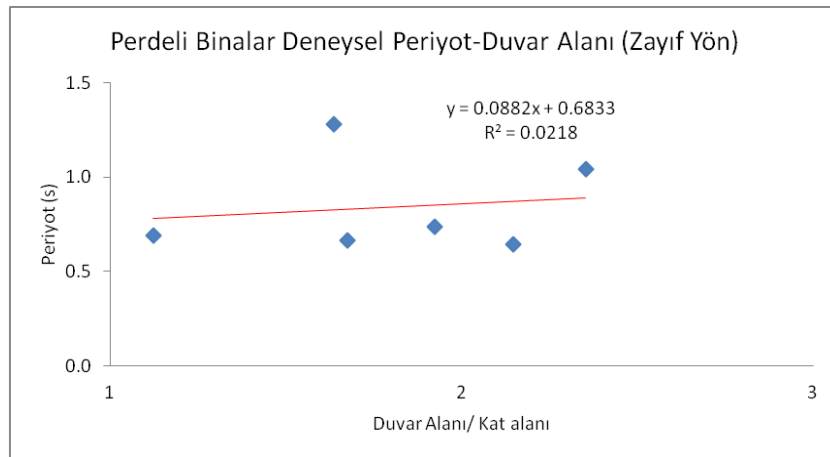
Şekil 5.55: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı-Modal Periyot Grafiği



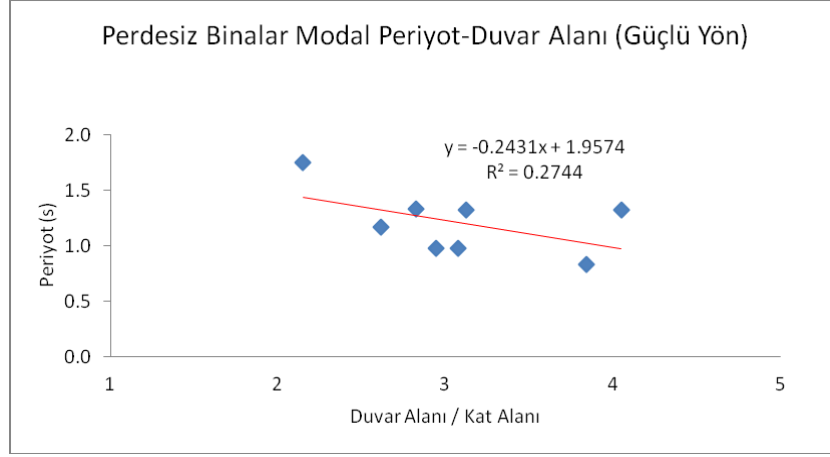
Şekil 5.56: Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı-Modal Periyot Grafiği



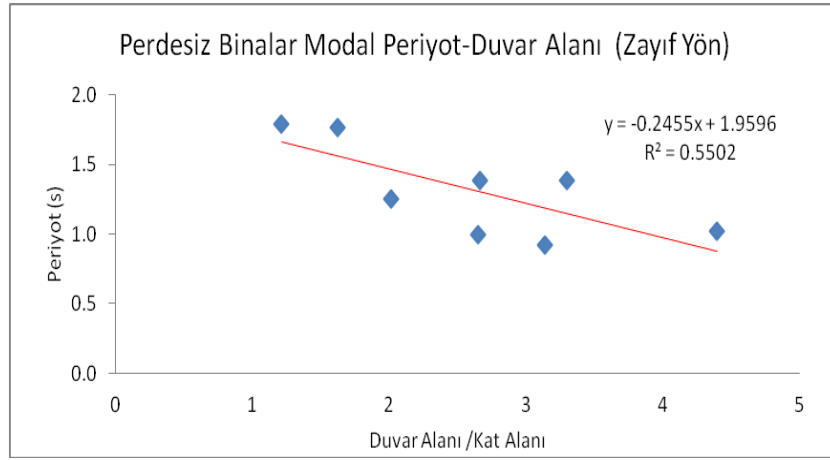
Şekil 5.57: Perdeli Binalar Güçlü Yöne Ait Bina Duvar Oranı-Deneysel Periyot Grafiği



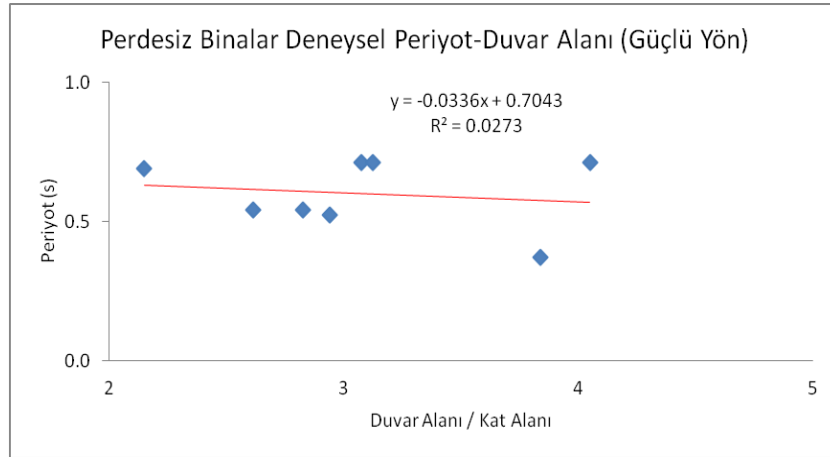
Şekil 5.58: Perdeli Binalar Zayıf Yöne Ait Bina Duvar Oranı-Deneysel Periyot Grafiği



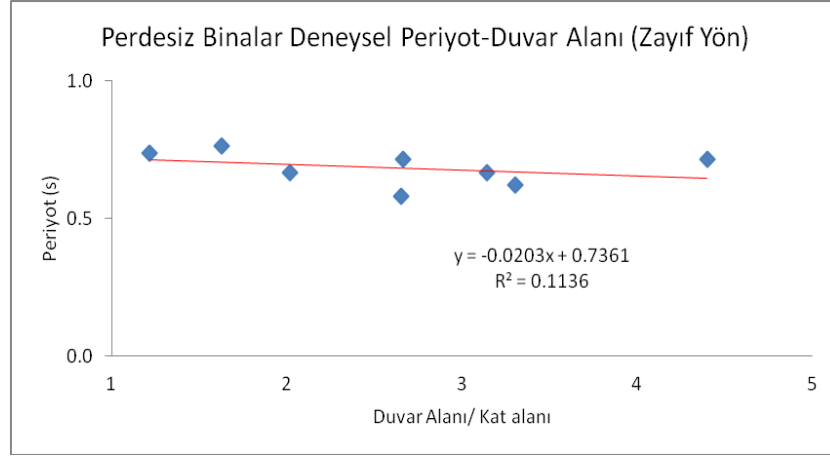
Şekil 5.59: Perdesiz Binalar Güçlü Yönü Ait Bina Duvar Oranı-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.60: Perdesiz Binalar Zayıf Yönü Ait Bina Duvar Oranı-Modal Periyot Grafiği



Şekil 5.61: Perdesiz Binalar Güçlü Yönü Ait Bina Duvar Oranı-Deneyisel Periyot Grafiği



Şekil 5.62: Perdesiz Binalar Zayıf Yönüne Ait Bina Duvar Oranı-Deneyisel Periyot Grafiği

Grafikler incelendiğinde periyot ile dolgu duvar oranı arasında perdeli binalarda dolgu duvar artışı ile periyot değeri azalmazken, perdesiz binalarda dolgu duvar artışı ile binanın periyodunun azaldığı görülmektedir. Perdeli binalar modern mimari tarzda inşa edilmiş, dış cephelerinde duvar miktarı az yapılardır. Duvar oranı az olduğu için yapının periyodunu çok etkilemediği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda orta yükseklikteki binaların sayısında ciddi artışlar olması nedeni ile bu binaların davranışları önemlidir. Çalışma kapsamında Denizli ilinde orta yükseklik olarak adlandırdığımız bodrum katları ile beraber 10 kat ve üzerindeki 15 adet betonarme binanın projelerini temin etmek suretiyle bilgisayar ortamında Sta4Cad, İdeCad gibi betonarme hesap programlarında modellemesi yapılarak analitik yapı periyot değerleri belirlenmiştir. Çalışmanın devamında aynı binalardan arazi çalışması kapsamında mikrotremor kayıtları alınmış, elde edilen kayıtların değerlendirilmesi suretiyle deneysel ölçüm periyot değerleri belirlenerek kıyaslamaları yapılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen bulgu ve gözlemler aşağıda özetlenmiştir.

- Binaların her iki doğrultusundaki deneysel yöntemle elde edilen yapı periyot değerleri modelleme yoluyla elde edilen yapı periyot değerlerinin neredeyse yarısı kadardır. Yapılan çalışmada bu oran ortalama olarak %56'sı olarak tespit edilmiştir. Daha önce konuyla ilgili düşük katlı yapılarda yine yarısına yakın olarak bulunan değerlere benzerlik göstermektedir. Yerinde yapılan mikrotremor ölçümleri ile elde edilen periyot değerlerinin analitik olarak hesaplanan periyot değerlerinden düşük olmasının sebebi hesap programlarında yapılan kabul ve basitleştirmeler olarak düşünülmektedir. Statik hesap programlarında dolgu duvar etkisi ihmal edilmektedir. Ayrıca yönetmeliğin imalat aşamasında kesitlere güvenmemesi ve emniyette kalmak için yapmış olduğu güvenlik hesapları deneysel periyodun modal periyot değerinin yarısı kadar ölçülmesinin diğer bir sebebi olduğu düşünülmektedir.
- Literatürdeki periyot tahmini ile verilen basit bağlantılar bina yüksekliği ve kat sayısı ile bağlantılıdır. Bu nedenle periyot değeri yapı yüksekliği ve kat sayısı ilişkisinin incelenmesiyle yapı yüksekliği ve kat sayısı arttıkça yapı periyodunun artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.
- Periyodu etkileyen en önemli faktörler yapının rijitliği ve kütlesidir. Yapı periyodu ile yapı rijitliği ilişkisi inceyebilmek için her iki yönde yapıların kat rijitlikleri hesaplanmıştır. Binalar arasında rijitlik farkının çok olması

nedeniyle daha iyi sonuç alabilmek için yapılar rijitliklerine göre perdeli ve perdesiz olarak iki gruba ayrılarak, periyot değerinin hem zayıf hem de güçlü yönde rijitlik ile değişimi incelenmiştir. Elde edilen grafiklerde hem perdeli binalar hem de perdesiz binalarda çok değişkenlik gözlenmiş olup, sonuçların hem analitik hem de deneysel olarak elde edilen periyot değerine yansımadağı görülmüştür.

- Modal periyot değerleri hesaplanırken ölü yükler ile azaltılmış hareketli yükler alınmakta olup, yerinde ölçüm yapılarak deneysel elde edilen periyot değerinde hareketli yüklerin aynı oranda olmaması nedeni ile analitik ve deneysel periyot değerleri arasındaki farkların oluştuğı düşünülmektedir.
- Rijitlik, kat sayısı, yükseklik, dolgu duvar alanı gibi yapı hakim periyodunu etkileyebilecek parametrelerin yapı periyoduna etkisi teker teker incelenmesine rağmen periyodu etkileyen birçok başka parametrelerin olması, yapı hakim periyodunu belirlemede bu parametrelerin tek başlarına belirleyici etki gösteremediğini ortaya koymuştur.

Tez çalışmasının devamı kapsamında öneri niteliğinde yapılabilecek çalışmalar aşağıda belirtilmektedir.

- İncelenen binaların zemin yönünden mikrotremor ölçümleri yapılarak, yapı-zemin etkileşiminin araştırılması önemlidir.
- Farklı inşaat aşamalarında ölçüm sayılarını artırmak suretiyle periyot, bina yüksekliği, kat sayısı ve rijitlik ilişkisi araştırılabilir.
- Orta yükseklikteki binalarda modal analizle elde edilen periyot değeri hesabında perde etkinliğinin yansımadağı ilgili çalışmalar yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

Bayülke, N., *Zemin Ve Betonarme Yapı Deprem Davranışı*, Ankara: Evrim Yayınevi, (2011).

Ascı, M., Özçep, F., Çetinoğlu, T., Alpaslan, N., Irmak, S., Ulutaş, E., Güven, İ.T., Tunç, B., Tunç, S., Çaka, D., Yas, T., Efeoğlu, E., Barış, Ş. Ve Özer, M.F., “Zemin Sıvılaşması İle Mikrotremor Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması”, Kocaeli 2005 Deprem Sempozyumu, 1140, Kocaeli, (2005).

Karagöz Ş., “Betonarme Binaların Dinamik Özelliklerinin Mikrotremor Ölçümleriyle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2014)

Bayraktar, A., Türker, T., Altunışık, A.C., Sevim, B., Şahin, A., Özcan, D.M., “Binaların Dinamik Parametrelerinin Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi”, İMO Teknik Dergi, 5185-5205, (2010).

Nakamura Y., “A Method For Dynamic Characteristics Estimation Of Subsurface Using Microtremor On Ground Surface”, Quarter Report of the Railway Technical Research Institute, 30, 25-33, (1989).

Clough, R.W. and Penzien, J., Dynamics of structures, Mcgraw-Hill, New York, 634 pp, (1975).

Çoşgun, T., Pınar, A., Yüksel, F.A. ve Çoşgun, A., “Mevcut Yapıların Deprem Riski Analizinde, Dinamik Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Örnek Bir Mikrotremor Çalışması”, Kocaeli 2007 International Earthquake Symposium, 37-45, Kocaeli, (2007).

Geopsy Projeckt, [http:// www.geopsy.org/](http://www.geopsy.org/)

Guralp Systems Ltd, [http:// www.guralp.com/](http://www.guralp.com/)

İnel, M., Özmen, H.B., Çaycı, B.T. ve Özcan, G. “Mevcut Yapıların Dinamik Özelliklerinin Mikrotremor Ölçümleri İle Belirlenmesi”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, 1-8, (2013)

Karabulut, S., Özel, O., Özçep, F., “Deprem Tehidi Altındaki Mühendislik Yapılarının Hakim Titreşim Periyotlarının Belirlenmesinde Yeni Bir Seçenek: Mikrotremor Yöntemi Ve Örnek Uygulaması”, New World Sciences Academy, 4:3, 428-441, (2009).

Lermo, J., Chavez-Garcia, F. J., “Are microtremors useful in site response evaluation? ”, Bull. Seismoll. Soc. Am., 84, 1350-1364, (1994).

Özcan, G., “Yapıların Dinamik Özelliklerinin Mikrotremor Ölçümleri ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2013).

Siyahi, B., Selçuk, M.E., “Yerel Zemin Koşullarının Belirlenmesinde Mikrotremor Ölçümlerinin Kullanılması: Adapazarı Örneği”, Kocaeli 2005 Deprem Sempozyumu, 1167-1177, (2005).

Sta4Cad v14., [http:// www.sta4.net/](http://www.sta4.net/)

IdeCad v10., [http:// www.idecad.com.tr/](http://www.idecad.com.tr/)

Utku, M., Akgün, M., Özdağ, Ö.C., Gürler, M. ve İlgar, O., “Mikrotremor Ölçümlerinin Zamana ve Mekana Bağlı Değişimleri”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, 1-8, (2013)

Bostaner, H., ve Sarı, C., “ Buca (İzmir) İlçesinde Uygulanan Mikrotremor Ölçümleri Ve Dinamik Davranış Özellikler”, 8. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 927-988, (2015)

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Kazım GÜNGÖR

Doğum Yeri ve Tarihi : Yeşilyuva - 17.09.1981

Lisans Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi

Elektronik posta : kazimgungor@hotmail.com

İletişim Adresi : Gerzele Mah. Hakkı Dereköylü Cad.
No:26/4 Merkezefendi/DENİZLİ

Yayın Listesi :