

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEPREM ETKİSİNDEKİ BİNALARIN KOLON ATALET
MOMENTLERİNİN BELİRLENME KRİTERİ ÜZERİNE ÇALIŞMA

Abdullah Enes AVCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Mekanik Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman

Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ

Temmuz, 2022

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEPREM ETKİSİNDEKİ BİNALARIN KOLON ATALET
MOMENTLERİNİN BELİRLENME KRİTERİ ÜZERİNE ÇALIŞMA**

Abdullah Enes AVCI tarafından hazırlanan tez çalışması 07.07.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mekanik Tezli Yüksek Lisans Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr.Zafer KÜTÜĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr.Zafer KÜTÜĞ, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ayşe ERDÖLEN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Fethi KADIOĞLU, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Deprem Etkisindeki Binaların Kolon Atalet Momentlerinin Belirlenme Kriteri Üzerine Çalışma başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Abdullah Enes AVCI

İmza



Aileme

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamda bana manen destekleri bulunan başta ailem ve arkadaşlarıma, ve bilgi birikimiyle bana yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ'e , halen çalışmakta olduğum Türk Telekom Firmasına , direktörümüz Mustafa DAŞDELER'e Grup Müdürümüz Osman BEKAR'a Müdürüm Alper ARSLANOĞLU'na , Ozan GÖZCÜ, Osman ÇERGEL, Emre ZENGİN, Mehmet Akif ŞENKAYA, Yusuf Can EKTİREN, Erkan AKDEMİR, Engül ÖZTÜRK, Koray OKURER ve ismini yazamadığım tüm mesai arkadaşlarıma bana verdikleri destek sebebiyle sonsuz teşekkürü bir borç bilirim

Abdullah Enes AVCI

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
2 YAPILAN ÇALIŞMA KAPSAMINDA TASARLANAN YAPILAR İÇİN ESAS ALINAN DEPREM VERİLERİNİN HESABI	4
3 PROJELERİN HAZIRLANMASI VE ANALİZ SONUÇLARI	8
3.1 Analizi yapılan binanın özellikleri	8
3.2 Analizi yapılan binalar ve sonuçları.....	8
4 SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKÇA	58
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	60

SİMGE LİSTESİ

S_{D1}	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
S_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı [boyutsuz]
C30	30 MPa basınç dayanımlı beton
S420	420 MPa akma dayanımı olan çelik donatı malzemesi
$S_{aR}(T)$	Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi
I	Bina Önem Katsayısı
Δ_x	Binanın x yönünde yaptığı deplasman
Δ_y	Binanın y yönünde yaptığı deplasman
V_x	Binanın x yönündeki taban kesme kuvveti
V_y	Binanın y yönündeki taban kesme kuvveti
T_x	Binanın x yönündeki periyodu
T_y	Binanın y yönündeki periyodu
D	Dayanım Fazlalığı katsayısı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
T	Doğal titreşim Periyodu [s]
$S_{aeD}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]
F_s	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
I_x'	Kolonun lokal eksene göre x eksenini doğrultusunda gösterdiği atalet momenti
I_y'	Kolonun lokal eksene göre y eksenini doğrultusunda gösterdiği atalet momenti
I_x	Kolonun x eksenini doğrultusunda gösterdiği atalet momenti
I_y	Kolonun y eksenini doğrultusunda gösterdiği atalet momenti
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

H_N	Yapı yüksekliği
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
g	Yerçekimi ivmesi [9,81m/s ²]
T_A	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu sol köşe periyodu [s]
T_B	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu sağ köşe periyodu [s]
T_L	(Yatay elastik tasarım spektrumunda) Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]



KISALTMA LİSTESİ

BKS	Bina Kullanım Sınıfı
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
DD-1	Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1
DD-2	Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2
DD-3	Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3
DD-4	Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4
SAP 2000	Structural Analysys Program 2000
TBDY 2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018
TDTH	Türkiye Deprem Tehlike Haritası
TSDC	Turkish Seismic Design Code
ZA	Sağlam, sert kayalardan oluşan zemin türü
ZB	Az ayrılmış orta sağlam kayalardan oluşan zemin türü
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış çok çatlaklı zayıf kayalardan oluşmuş zemin türü
ZD	Orta sıkı- sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakalarından oluşan zemin türü
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya 3 metreden kalın yumuşak kil tabakası içeren zemin türü
ZF	Sahaya özel değerlendirme gerektiren zeminler

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	$S_{ae}(T)$ verilerinin grafiği.....	7
Şekil 2.2	$S_{aR}(T)$ verilerinin grafiği.....	7
Şekil 3.1	Örnek bina planı ve eksenlerin gösterimi	9
Şekil 3.2	20x20 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	9
Şekil 3.3	30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	10
Şekil 3.4	30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	11
Şekil 3.5	30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	11
Şekil 3.6	30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	12
Şekil 3.7	30x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği	13
Şekil 3.8	30x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	13
Şekil 3.9	30x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	14
Şekil 3.10	30x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	14
Şekil 3.11	30x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	15
Şekil 3.12	40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	15
Şekil 3.13	40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	16
Şekil 3.14	40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	16
Şekil 3.15	40x20 binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği	17
Şekil 3.16	40x20 likbinalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	18
Şekil 3.17	40x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	18
Şekil 3.18	40x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	19
Şekil 3.19	40x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	19
Şekil 3.20	60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	20
Şekil 3.21	60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	20
Şekil 3.22	60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	21

Şekil 3.23	60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	22
Şekil 3.24	60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	23
Şekil 3.25	60x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği	23
Şekil 3.26	60x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	24
Şekil 3.27	60x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	24
Şekil 3.28	60x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	25
Şekil 3.29	60x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	25
Şekil 3.30	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	26
Şekil 3.31	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	26
Şekil 3.32	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	27
Şekil 3.33	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	27
Şekil 3.34	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	28
Şekil 3.35	80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	28
Şekil 3.36	80x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	29
Şekil 3.37	80x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	29
Şekil 3.38	80x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	30
Şekil 3.39	80x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	30
Şekil 3.40	80x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	31
Şekil 3.41	40x40 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	31
Şekil 3.42	40x40 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	32
Şekil 3.43	60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	33
Şekil 3.44	60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	34
Şekil 3.45	60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	34
Şekil 3.46	60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	35
Şekil 3.47	60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	36
Şekil 3.48	60x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği	36
Şekil 3.49	60x40 lık binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	37

Şekil 3.50	60x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	37
Şekil 3.51	60x40 lık binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	38
Şekil 3.52	60x40 lık binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	38
Şekil 3.53	80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	39
Şekil 3.54	80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	39
Şekil 3.55	80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	40
Şekil 3.56	80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	41
Şekil 3.57	80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi.....	41
Şekil 3.58	80x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği	42
Şekil 3.59	80x40 lık binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği.....	43
Şekil 3.60	80x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği	43
Şekil 3.61	80x40 lık binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği	44
Şekil 3.62	80x40 lık binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği	44
Şekil 3.63	40x20 lik bina için 1 nolu kolon yerleşimi.....	45
Şekil 3.64	40x20 lik bina için 2 nolu kolon yerleşimi.....	45
Şekil 3.65	40x20 lik bina için 3 nolu kolon yerleşimi.....	46
Şekil 3.66	40x20 lik bina için 4 nolu kolon yerleşimi.....	46
Şekil 3.67	40x20 lik bina için 5 nolu kolon yerleşimi	47
Şekil 3.68	40x20 lik bina için 6 nolu kolon yerleşimi.....	47
Şekil 3.69	40x20 bina için Taban kesme kuvveti oranı ile deplasman oranı grafiği	48
Şekil 3.70	40x20 bina için periyot oranı ile deplasman oranı grafiği	49
Şekil 3.71	40x20 bina için taban kesme kuvveti oranı ile atalet momenti oranı grafiği	49
Şekil 3.72	40x20 bina için deplasman oranı ile atalet momenti oranı grafiği.....	50
Şekil 3.73	40x20 bina için periyot oranı ile atalet momenti oranı grafiği.....	50
Şekil 3.74	60x20 lik bina için 1 nolu kolon yerleşimi.....	51
Şekil 3.75	60x20 lik bina için 2 nolu kolon yerleşimi.....	51
Şekil 3.76	60x20 lik bina için 3 nolu kolon yerleşimi.....	51

Şekil 3.77	60x20 lik bina için 4 nolu kolon yerleşimi.....	52
Şekil 3.78	60x20 lik bina için 5 nolu kolon yerleşimi.....	52
Şekil 3.79	60x20 lik bina için 6 nolu kolon yerleşimi.....	52
Şekil 3.80	60x20 lik bina için 7 nolu kolon yerleşimi.....	53
Şekil 3.81	60x20 lik bina için 8 nolu kolon yerleşimi.....	53
Şekil 3.82	60x20 lik bina için Taban kesme kuvveti oranı ile deplasman oranı grafiği	54
Şekil 3.83	60x20 lik bina için Periyot oranı ile deplasman oranı grafiği.....	54
Şekil 3.84	60x20 lik bina için taban kesme kuvveti oranı ile atalet momenti oranı grafiği	55
Şekil 3.85	60x20 lik bina için deplasman oranı ile atalet momenti oranı grafiği	55
Şekil 3.86	60x20 lik bina için periyot oranı ile atalet momenti oranı grafiği...	56

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	Periyota bağlı $S_{ae}(T)$, $R_a(T)$ ve $S_{aR}(T)$ değerlerine ait tablo5
Tablo 3.1	Analizi yapılan binanaya etkitilen yükler ve malzeme parametreleri.....8
Tablo 3.2	Analizi yapılan 20x20 lik binanın analiz sonuçları.....10
Tablo 3.3	Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları.....10
Tablo 3.4	Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları.....11
Tablo 3.5	Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları.....12
Tablo 3.6	Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları.....12
Tablo 3.7	Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları.....15
Tablo 3.8	Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları.....16
Tablo 3.9	Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları.....17
Tablo 3.10	Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları20
Tablo 3.11	Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları21
Tablo 3.12	Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları21
Tablo 3.13	Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları22
Tablo 3.14	Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları23
Tablo 3.15	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları26
Tablo 3.16	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları26
Tablo 3.17	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları27
Tablo 3.18	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları28
Tablo 3.19	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları28
Tablo 3.20	Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları29
Tablo 3.21	Analizi yapılan 40x40 lük binanın analiz sonuçları32
Tablo 3.22	Analizi yapılan 40x40 lük binanın analiz sonuçları32
Tablo 3.23	Analizi yapılan 60x40 lük binanın analiz sonuçları33
Tablo 3.24	Analizi yapılan 60x40 lük binanın analiz sonuçları34
Tablo 3.25	Analizi yapılan 60x40 lük binanın analiz sonuçları35
Tablo 3.26	Analizi yapılan 60x40 lük binanın analiz sonuçları35
Tablo 3.27	Analizi yapılan 60x40 lük binanın analiz sonuçları36
Tablo 3.28	Analizi yapılan 80x40 lük binanın analiz sonuçları39

Tablo 3.29	Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları	40
Tablo 3.30	Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları	40
Tablo 3.31	Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları	41
Tablo 3.32	Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları	42
Tablo 3.33	Analizi yapılan 40x20 lik binanın aşamalı kolon oryantasyonu değişiminin verileri	48
Tablo 3.34	Analizi yapılan 60x20 lik binanın aşamalı kolon oryantasyonu değişiminin verileri	53



DEPREM ETKİSİNDEKİ BİNALARIN KOLON ATALET MOMENTLERİNİN BELİRLENME KRİTERLERİ ÜZERİNE ÇALIŞMA

Abdullah Enes AVCI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ

Depremler yapıların dayanmak zorunda olduğu, nadir kuvvetlerdir. Türkiye her sene birkaç ciddi depremin olduğu Kuzey ve Güney Anadolu Faylarının üzerinde bulunur. Bu sebeple depreme dayanıklı bir bina dizayn etmek ülkemiz açısından çok önemlidir. Bu yüzden yapıların majör depremlere karşı (475 yılda bir oluşan DD2 depremi, TBDY 2018) tolere edilebilir bir hasar alması beklenmektedir [1].

Hasar seviyesi binanın ötelenmesine göre ölçülebilir [1]. İç kuvvetler kolon rijitliği ve kat ötelenmeleri ile ilgilidir [2]. Kolon rijitliği yani kolonların atalet momenti kat ötelenmesiyle ters orantılıdır. Bu sebeple inşaat mühendisleri yapı dizayn aşamasındayken kolonların rijitliğini arttırarak kat ötelenmesini azaltmaya çalışırlar.

Ancak sismik kuvvetler her 2 koordinat ekseninde (x ve y) uygulanır. Buna göre yapılar her 2 yönde de sismik kuvvete eşit rijitlikle karşı koymalıdır. Rijitlikleri aynı olduğu takdirde periyotları ve taban kesme kuvvetleride aynı olacaktır.

Bu yapılan çalışmada taban kesme kuvvetleri ve kat ötelemelerinin aynı olduğu optimum kolon yerleşimini bulmak amaçlanmıştır. Bu sonuçlar periyot, taban kesme kuvveti ve deplasmana göre karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem dizaynı, kolon oryantasyonu, atalet momenti, kolon rijitliği, periyot, taban kesme kuvveti.



A Study About Criteria of Determination for Column Moment of Inertia of Buildings Under the Effect of Earthquake

Abdullah Enes AVCI

Department of Civil Engineering

Master of Science

Supervisor: Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ

Earthquakes are exceptional forces against which the buildings must be assured to withstand. Türkiye is settled between two fault lines, North and South Anatolian Faults where several serious earthquakes occur each year. Therefore, designing earthquake resistant building, especially in our country, is significantly crucial. So, buildings are expected to withstand to major earthquakes (that may occur in 475 years DD2 , Turkish Seismic Design Code 2018-TSDC-2018) with tolerable damages, at least [1].

Damage level can be measured with floor displacement (TSDC-2018) [1]. Inertia forces are related with stiffness of columns and floor displacement [2]. Stiffness of columns, i.e. inertia moment of sections of columns, are inversely proportional to floor displacement. For this reasons, structural engineers are expected to decrease storey displacement in order to cope with increasing stiffness during the design process of the construction.

As well known, in structural analysis of buildings, seismic forces are applied in both x and y perpendicular axis so that buildings must resist seismic forces in that directions with the same stiffness. If column stiffness are the same, the periods and the base shear forces of building in that directions are the same in both directions as well.

In this study, the optimum column orientation criteria , for which building has the same base shear force and the storey drift, is investigated. Results are compared with period , base shear force and storey displacement.

Keywords: Earthquake design, column orientation, moment of inertia, column stiffness, periods, base shear force.



1.1 Literatür Özeti

Bina planında düşey elemanların yerlerinin değişimi daha öncesinde H Sharath ve Hemant L Sonawadekar tarafından 16 x 16 metrelik kare binada 30 x 56 cm lik dikdörtgen kolonlarla 5,7,9 katlı binalar için majör ve minör akslardan gelecek deprem etkileri araştırılmış ve taban kesme kuvveti periyot ve kat ötelemesine göre sonuçlar değerlendirilmiştir [3].

Jawid Ahmad Tajzadah ve Proff. Vimlesh V. Agrawal ın çalışmasında ise 20 x 30 metrelik plandaki yapıda 15 katlı bir bina için çeşitli kolon şekillerinde Y yönündeki deprem etkisinde kat ötelemeleri periyodu ve taban kesme kuvvetleri belirlenmiştir [4].

Sıla Yaman, Hamide Tekeli ve Fuat Demirin çalışmasında ise binada farklı perde sayısı ve farklı perde lokasyonları için 2 x 2 açıklıklı ve 4 x 4 açıklıklı 2 farklı planda doğrusal elastik olmayan yöntem ile analiz yapılmıştır [5].

Shruti S. Ladvikar ve Ashok R Mundhada ise çalışmalarında Standart kare dikdörtgen şeklindeki kolonlar yerine köşelere L kesitli kenar kısımlara T kesitli ve orta bölgeye + kesitli olarak tasarladıkları kolonları kullanarak bir analiz yapmışlardır [6].

Karthikeyan ve arkadaşları asimetrik bir yapıda estetik olarak yerleştirilmiş kolon planı ve yapıya göre yerleştirilmiş bir kolon planı ile dizayn yapılarak hangi planın daha iyi bir sonuç vereceği hesaplanmaya çalışılmıştır [7].

Melisa Kızıllan tarafından yazılan yüksek lisans tezinde ise evrimsel bir algoritma kullanılarak çelik yapıda optimum kolon boyutunun ve en uygun kolon yerleşiminin yapılmasına yönelik bir çalışma yapılmış ve bu algoritma çeşitli yapılarda test edilmiştir. [8]

J. Simon ile B. S. Prasanth in çalışmasında 1 baz model ve 4 tip farklı simetrik ve asimetrik modeli farklı kolon tipleriyle analiz edip sonuçları taban kesme kuvveti, kolon kuvveti, en üst kat ötelemesi, periyot ve her katın ayrı ayrı ötelenmesine göre kıyaslamışlardır. [9]

B. Shah ve P. Patel ise 6 metreye 6 metre iki yapıdan birisi 230x450 mm lik kolonlarla diğeri 322 ye 322 mmlik kolonlarla modellenmiş ve her bir yapı duvarlı ve duvarsız olarak analizi yapılmıştır . Aynı analizler 6 metreye 9 metrelik yapı içinde yapılmıştır. [10]

Md Irfanullah ve Vishwanath B. Patil çalışmasında yapılarıdaki duvarların deprem davranışına etkisini birbirinden farklı duvar yerleşimleriyle analiz ederek araştırmışlardır. [11]

Yapılan bu çalışmada ise Betonarme bir yapı için kare plandan başlayıp yapıyı tek taraflı uzatıp her bir plan için kolonların yerleri değiştirerek x ve y eksenindeki deprem etkisi altında yapıdaki taban kesme kuvvetinin oranının 1 olduğu konumu elde etmek amaçlanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bir yapının projelendirilmesi esnasında birçok faktör binanın iskelet sistemi olan ana taşıyıcısı kolonların boyutlandırılmasına etki eder. Binanın yapılacağı yer, binanın ne için kullanılacağı, yapının içinde kullanılacak malzemeler, bina yapılacak yerin depremden ne ölçüde etkileneceği, binanın bulunduğu konumunda kar ve rüzgar kuvvetinin ne kadar olacağı gibi faktörler bunlara örnek olarak gösterilebilir. Fakat ülkemiz gibi depreme sıklıkla maruz kalan yerlerde asıl önemli faktör kolon boyutlarından ziyade kolon yerleşimidir. Mimarlar ve mühendislerde kendi öngörü ve tecrübelerine dayanarak tüm bu yüklerin etkisi altında hangi kolon kesitinin hangi yerleşimde yapmış oldukları bina için daha iyi olduğunu tahmin etmeye çalışırlar ve analizlerini bu boyutlar ve üzerinden yaparlar. Boyut belirlenmesi ve bu boyutlara göre kolonun yerleşimi binanın x ve y ekseninde benzer davranışları gösterebilmesi açısından önemlidir. Binanın her 2 yönde de benzer davranışa sahip olması, 2 yön için de benzer periyot ve rijitliğe sahip olmasını gerektirir. Bu sayede bina her iki ekseninde de aynı taban kesme

kuvvetine ve yaklaşık aynı kat deplasmanlarına sahip olmuş olur ve 2 ekseninde aynı dayanımı göstermiş olur. Her 2 yönde aynı deplasmanlarının olması ise binanın en küçük toplam deplasmanının olmasını sağlar. Bu da en yüksek rijitliğin olduğu duruma karşılık gelir.

Yapılan bu çalışmada deprem etkisi altında kolon konumlarının değiştirilmesiyle binanın x ve y eksenlerindeki yer değiştirme oranları (Δ_x / Δ_y), taban kesme kuvveti oranları (V_x / V_y) ve periyot oranları (T_x / T_y) hesaplanarak en optimum sonuca (oranların yaklaşık 1 olduğu sonuca) hangi kolon diziliminde, hangi atalet momenti oranında ve hangi boyutlarda geldiğini bulmak amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Yapılan bu çalışmada yapıda periyot oranıyla deplasman oranı ve taban kesme kuvveti oranının benzer olabileceği öngörülmüştür. Buna dayanarak atalet kuvveti oranıyla deplasman oranı, periyot oranı ve taban kesme kuvveti oranının benzer grafiklere sahip olabileceği varsayımında bulunulmuştur.

2

YAPILAN ÇALIŞMA KAPSAMINDA TASARLANAN YAPILAR İÇİN ESAS ALINAN DEPREM VERİLERİNİN HESABI

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları uygulamasından 40,99984 enlemi 28,861745 boylamındaki arazi için yerel zemin sınıfı ZC seçilerek $S_s=1,102$, $S_1=0,303$, $S_{DS}=1,322$ $S_{D1}=0,455$ verileri alınmıştır. Alınan verilere göre hesaplanan sonuçlar binaya etki ettirilerek yapının analizi yapılmıştır.

TBDH denklem 2.3 de belirtilen T_A ve T_B değerlerimiz denklem 2.1 ve 2.2 de görüldüğü üzere hesaplanır [1].

$$T_A = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \frac{0,455}{1,322} = 0,068 \quad (2.1)[1]$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,455}{1,322} = 0,344 \quad (2.2)[1]$$

T_A ve T_B değerleri nin bulunmasıyla TBDY Denklem 2.2 de belirtilen S_{ae} değerleri bulunur [1].

Ardından yönetmelik gereği deprem yüklerinin azaltılması için S_{ar} değerlerinin hesabı TBDY Denklem 4.8 de belirtildiği şekilde yapılır. Formülde belirtilen R_a değeri TBDY de bulunan Denklem 4.1a ve 4.1b de gösterildiği şekilde hesaplanır. Burada gösterilmiş olunan R ve D değerleri TBDY Tablo 4.1 de taşıyıcı sistem türüne göre belirtilirken I değerleri ise TBDY Tablo 3.1 den alınır. Bu kapsamda yapımızın betonarme çerçevelerle taşındığı ve perdelerin bulunmadığı gerekçesiyle $R=8$ ve $D=3$ alınır. TBDY Tablo 3.1 e göre binamız konut olarak tasarlandığı için $I=1$ alınır. R , I ve D değerlerinin TBDY Denklem 4.1a, 4.1b ve 4.8 de belirtilen eşitliklere uygulanmasıyla $R_a(T)$ değerleri ve S_{ar} değerleri

hesaplanmış olur. Her bir periyot değeri için bulunan $S_{ae}(T)$, $R_a(T)$ ve $S_{aR}(T)$ değerleri Tablo 2.1 de belirtilmiştir.

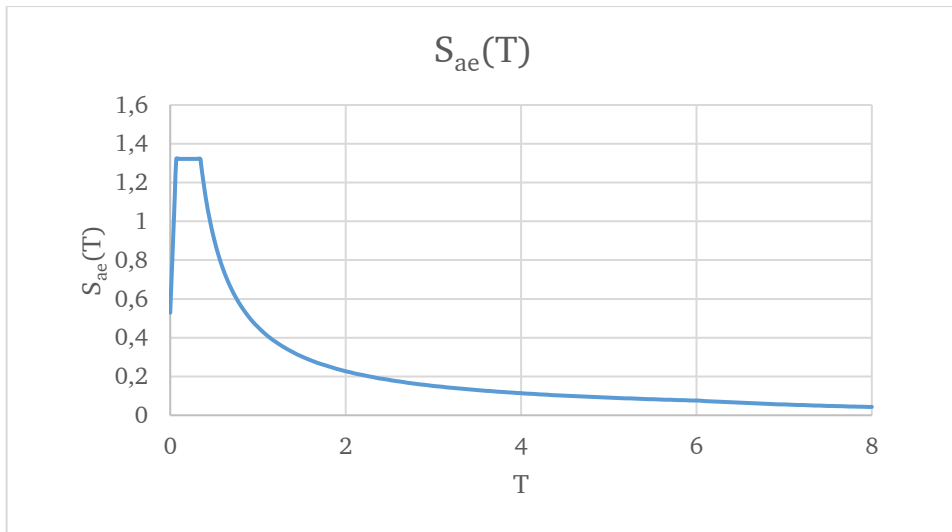
Tablo 2.1 Periyota bağlı $S_{ae}(T)$, $R_a(T)$ ve $S_{aR}(T)$ değerlerine ait tablo

$T(s)$	$S_{ae}(T)$	$R_a(T)$	$S_{aR}(T)$
0,000	0,529	3,000	0,176
0,050	1,106	3,727	0,297
0,069	1,322	4,000	0,330
0,100	1,322	4,455	0,297
0,150	1,322	5,182	0,255
0,200	1,322	5,910	0,224
0,250	1,322	6,637	0,199
0,300	1,322	7,364	0,180
0,344	1,322	8	0,165
0,350	1,299	8	0,162
0,400	1,136	8	0,142
0,450	1,010	8	0,126
0,500	0,909	8	0,114
0,550	0,826	8	0,103
0,600	0,757	8	0,095
0,650	0,699	8	0,087
0,700	0,649	8	0,081
0,750	0,606	8	0,076
0,800	0,568	8	0,071
0,850	0,535	8	0,067

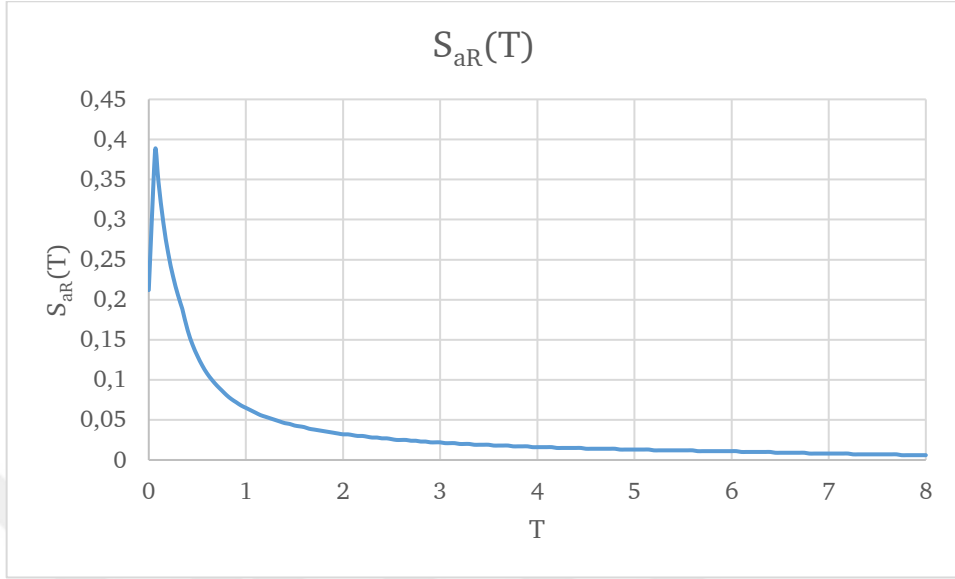
Tablo 2.1 Periyota bağılı $S_{ae}(T)$, $R_a(T)$ ve $S_{aR}(T)$ değerlerine ait tablo
(devamı)

0,900	0,505	8	0,063
0,950	0,478	8	0,060
1,000	0,455	8	0,057
1,050	0,433	8	0,054
1,100	0,413	8	0,052
1,150	0,395	8	0,049
1,200	0,379	8	0,047
1,250	0,364	8	0,046
1,300	0,350	8	0,044
1,350	0,337	8	0,042
1,400	0,325	8	0,041

Tablo 2.1 e ait verilerle çizilmiş S_{ae} ve S_{aR} grafikleri ise belirtilmiştir



Şekil 2.1 $S_{ae}(T)$ verilerinin grafiği



Şekil 2.2 $S_{ar}(T)$ verilerinin grafiği

PROJELERİN HAZIRLANMASI VE ANALİZ SONUÇLARI

3.1 Analizi yapılan binanın özellikleri

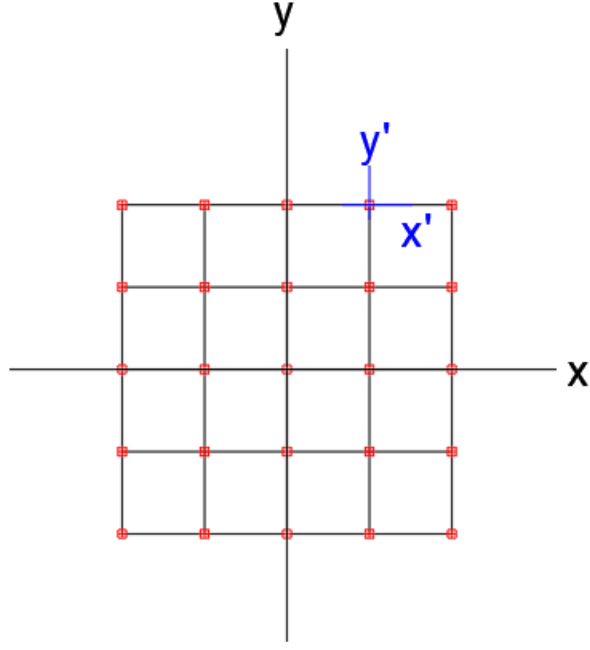
Bu çalışmada 8 ayrı yapı (20x20, 20x30, 20x40, 20x60, 20x80, 40x40, 40x60, 40x80) için ayrı ayrı analizler yapılmıştır. Yapının analizinde kullanılan parametreler Tablo 3.1 de belirtilmiştir.

Tablo 3.1 Analizi yapılan binanaya etkitilen yükler ve malzeme parametreleri

Geometrik parametreler	
Kat sayısı	10
Kat yüksekliği	3 metre
Kolonlar	50 cm x 50 cm
	40 cm x 80 cm
Kirişler	30 cm x 60 cm
Döşeme kalınlığı	15 cm
Malzeme Özellikleri	
Beton ve Çelik tipi	C30 - S420
Birim Hacim Ağırlığı	25 kN/m ³
Elastisite Modülü	32000 MPa
Poison Oranı	0,2
f _{ck}	30 MPa
Binaya etki ettirilecek yükler	
Dış kirişler	2,95 kN/m
İç Kirişler	6,13 kN/m
Döşemeler	Ölü yük = 1,2 kN/m ²
	Hareketli Yük = 2 kN/m ²

3.2 Analizi yapılan binalar ve sonuçları

Planda bulunan siyah kolonlar 40x80 olup uzun kenarı y eksenindedir. Yeşil kolonlar 40x80 olup uzun kenarı x eksenindedir. Kırmızı kolonlar 50x50 dir.

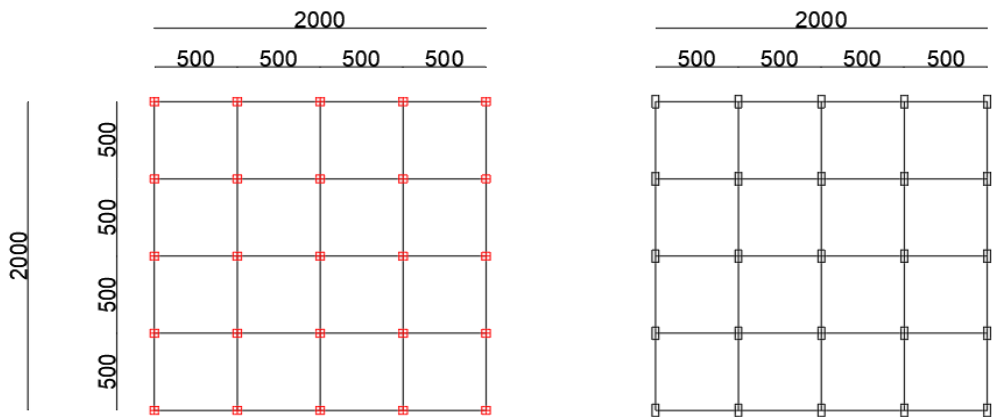


Şekil 3.1 Örnek bina planı ve eksenlerin gösterimi

Her bir yapı için I_x/I_y oranı verilmiştir. I_x ve I_y yapının ağırlık merkezine göre atalet momentini temsil eder (x ve y eksenleri ağırlık merkezinden geçmektedir). Ayrıca yapının kolonlarının atalet momentlerinin ortalamasının oranında I_x'/I_y' ile gösterilmiştir (x' ve y' eksenleri her bir kolonun lokal eksenleridir.) .

3.2.1 20x20 lik bina analiz sonuçları

20 x 20 metrelik yapı için 2 ayrı planda analiz yapılmıştır. Planlar aşağıda belirtilmiş olup 1-1 yapısı solda, 1-2 yapısı sağdadır.



Şekil 3.2 20x20 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

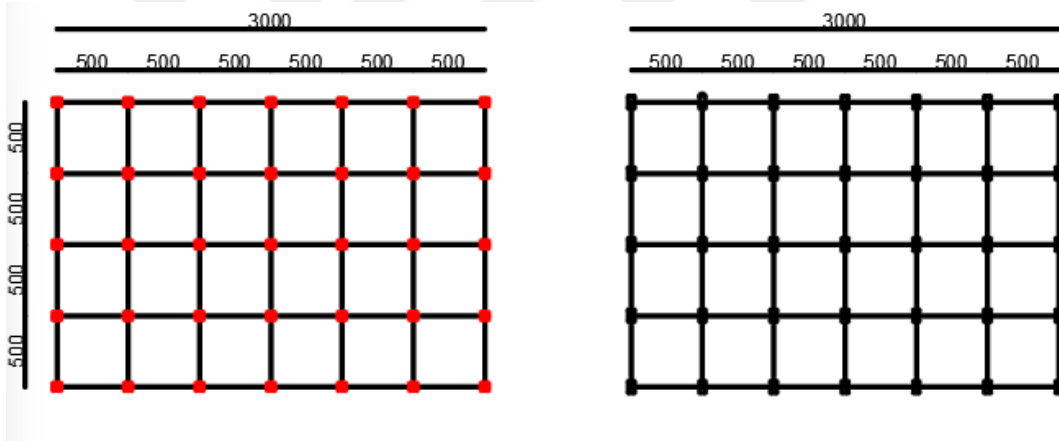
Planları belirtilen yapıların analiz sonuçları ise aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 3.2 Analizi yapılan 20x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
1-1	1	1	0,0297	0,0297	1	1	1435,9	1435,9	1	1,64	1,64	1
1-2	1,0008	4	0,0308	0,0267	1,153558	0,866883	1415,8	1687,9	0,8388	1,705	1,445	1,1799

3.2.2 30x20 lik bina analiz sonuçları

30x20 metrelik yapı için planlanan 7 ayrı yapının planı ve bu plan için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda mevcuttur. 2-1 yapısı solda ve 2-2 yapısı sağdadır

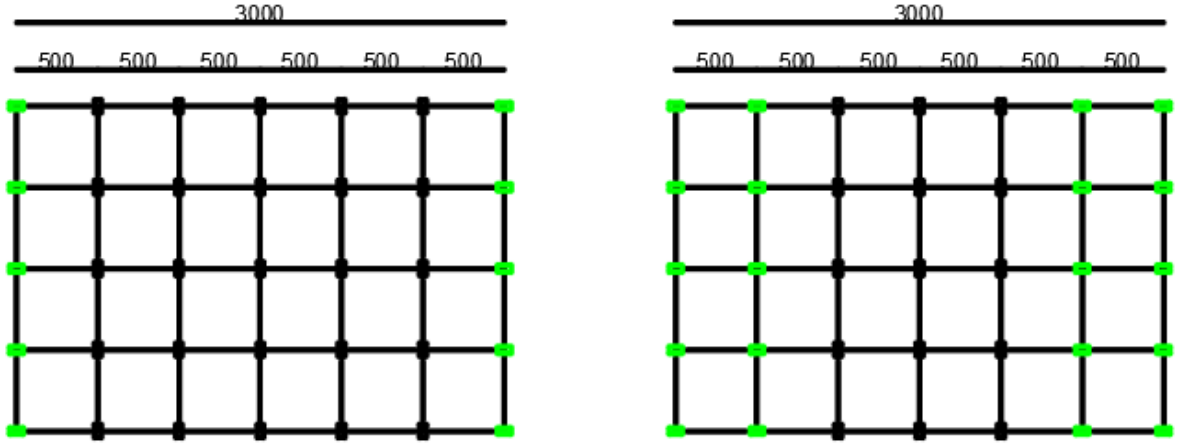


Şekil 3.3 30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.3 Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
2-1	0,5001	1	0,0297	0,0303	0,980198	1,020202	2128,8	2066,3	1,0302	1,637	1,682	0,9738
2-2	0,5005	4	0,0307	0,0274	1,120438	0,892508	2092,1	2447,8	0,8547	1,704	1,481	1,1512

(Soldaki 2-3 , Sağdaki 2-4)

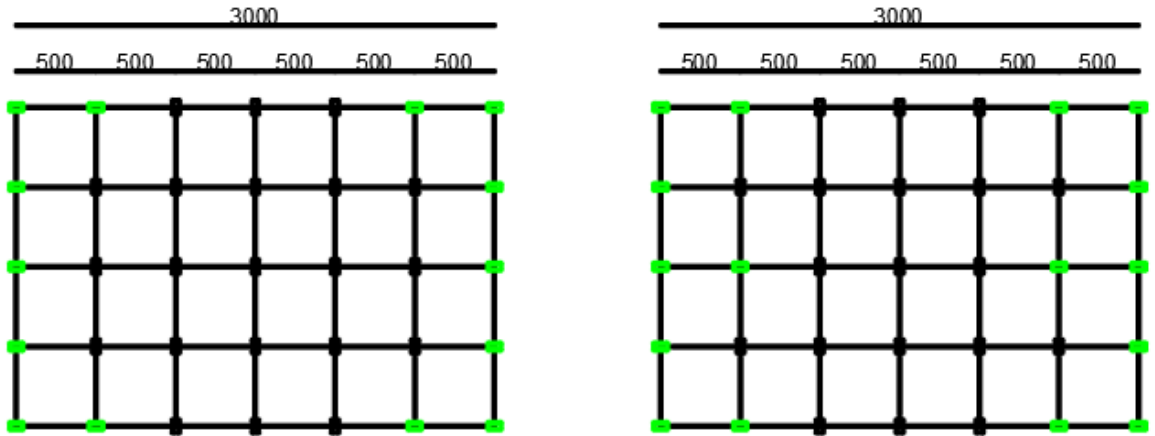


Şekil 3.4 30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.4 Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
2-3	0,5003	1,6923	0,0298	0,0286	1,041958	0,959732	2176,4	2369,3	0,9186	1,646	1,538	1,0703
2-4	0,5001	0,8421	0,0288	0,0298	0,966443	1,034722	2342,7	2263,8	1,0349	1,554	1,609	0,9657

(Soldaki 2-5 , Sağdaki 2-6)

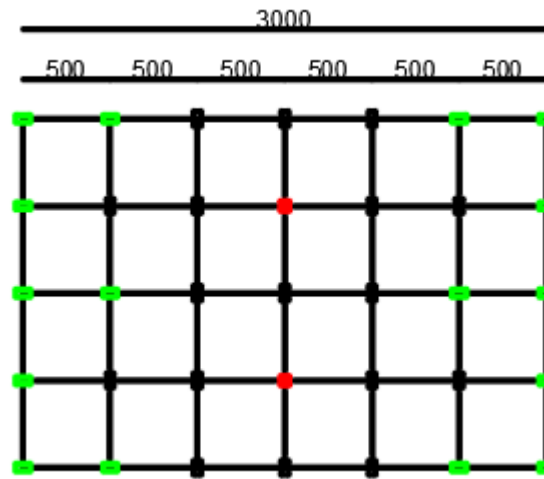


Şekil 3.5 30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.5 Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
2-5	0,5002	1,2727	0,0298	0,0289	1,031142	0,969799	2263,2	2344,7	0,9653	1,608	1,554	1,0344
2-6	0,5002	1,1084	0,0295	0,0293	1,006826	0,99322	2296,5	2320,2	0,9898	1,589	1,573	1,01

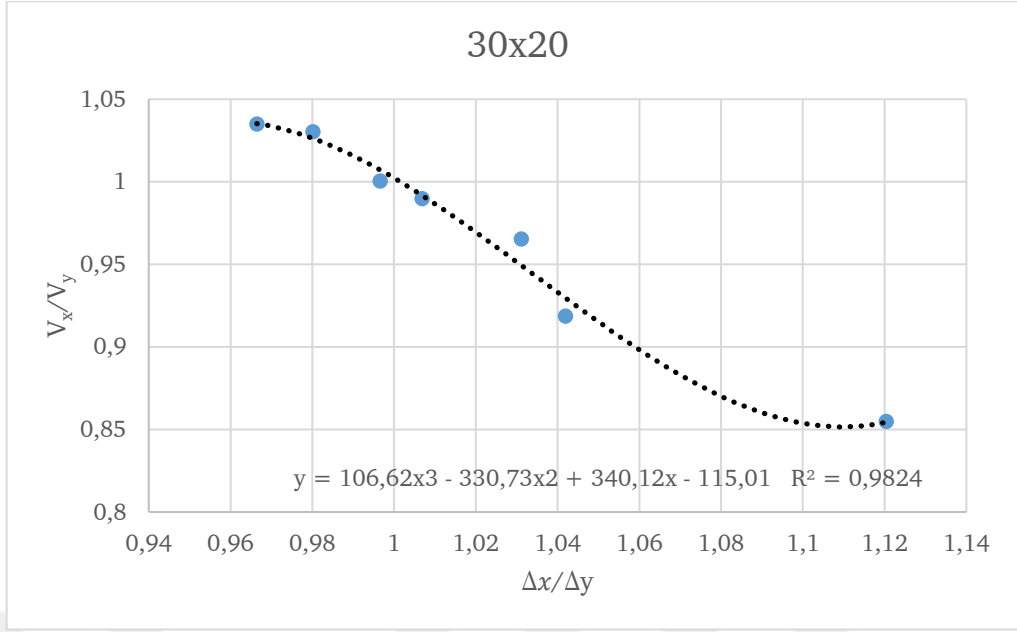
(2-7)



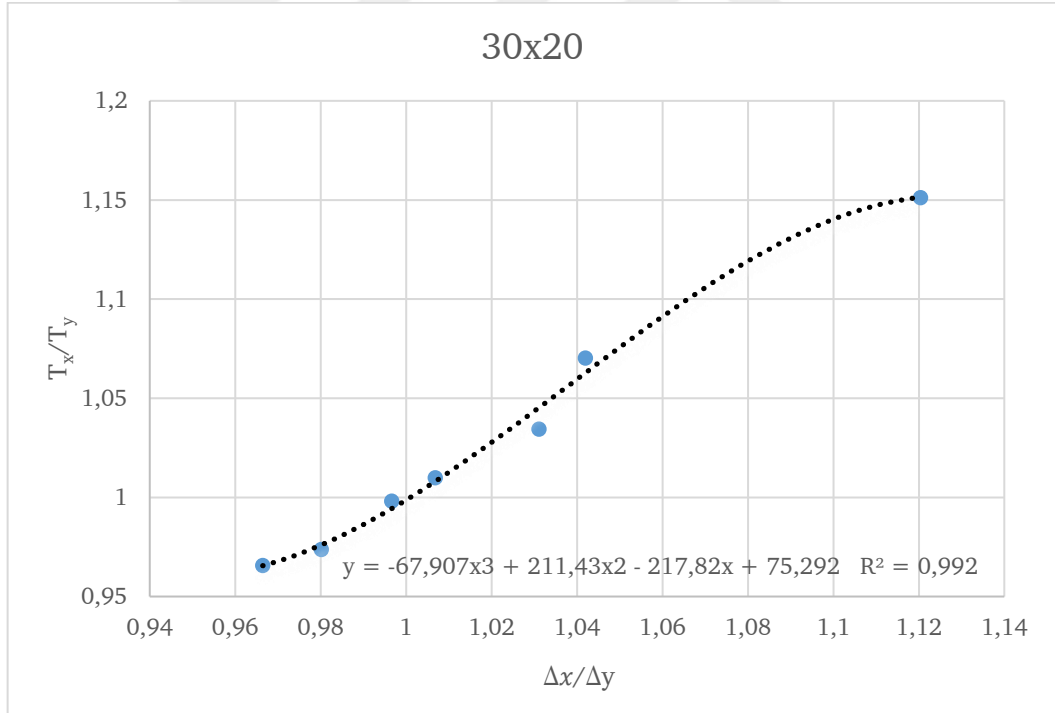
Şekil 3.6 30x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.6 Analizi yapılan 30x20 lik binanın analiz sonuçları

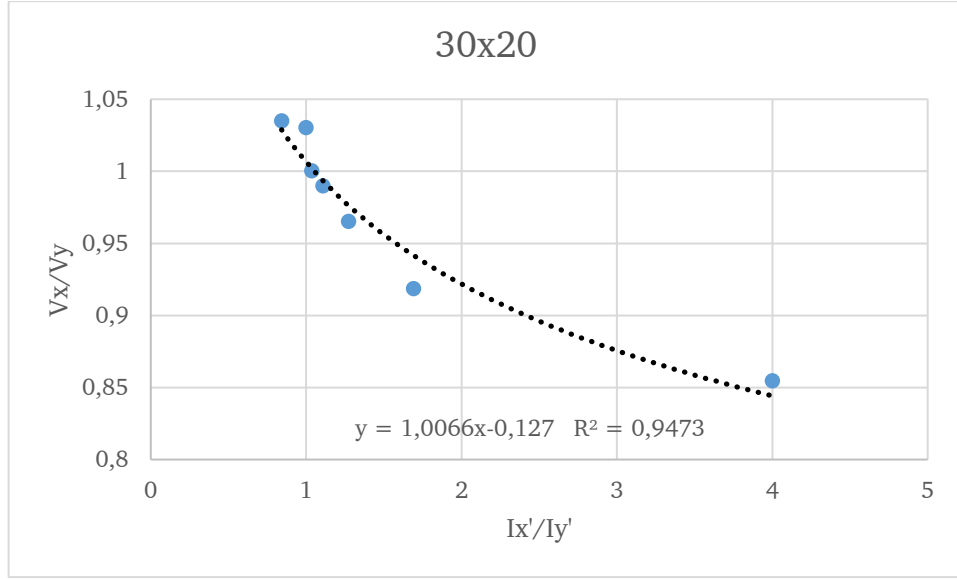
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
2-7	0,5002	1,036	0,0295	0,0296	0,996622	1,00339	2297,9	2297,1	1,0004	1,585	1,588	0,9982



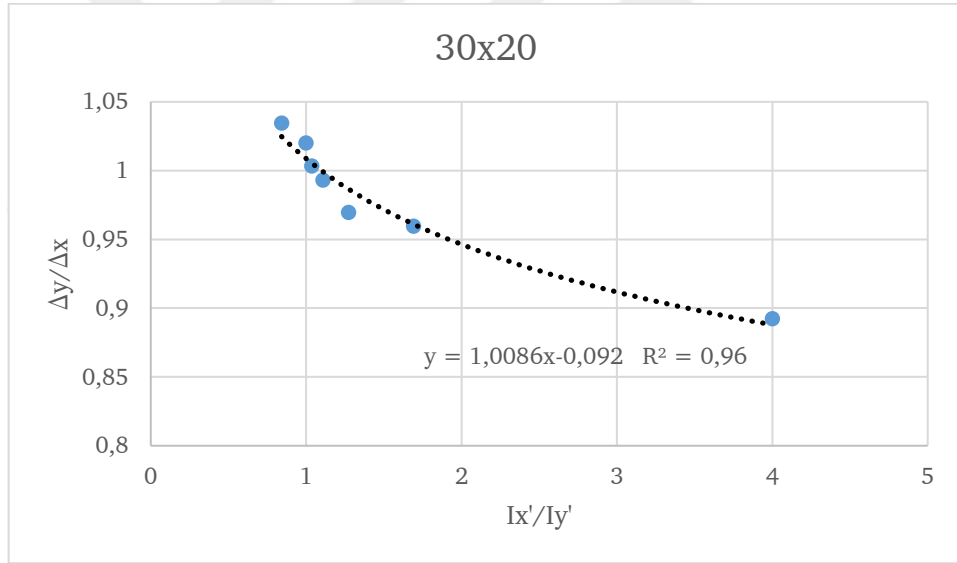
Şekil 3.7 30x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği



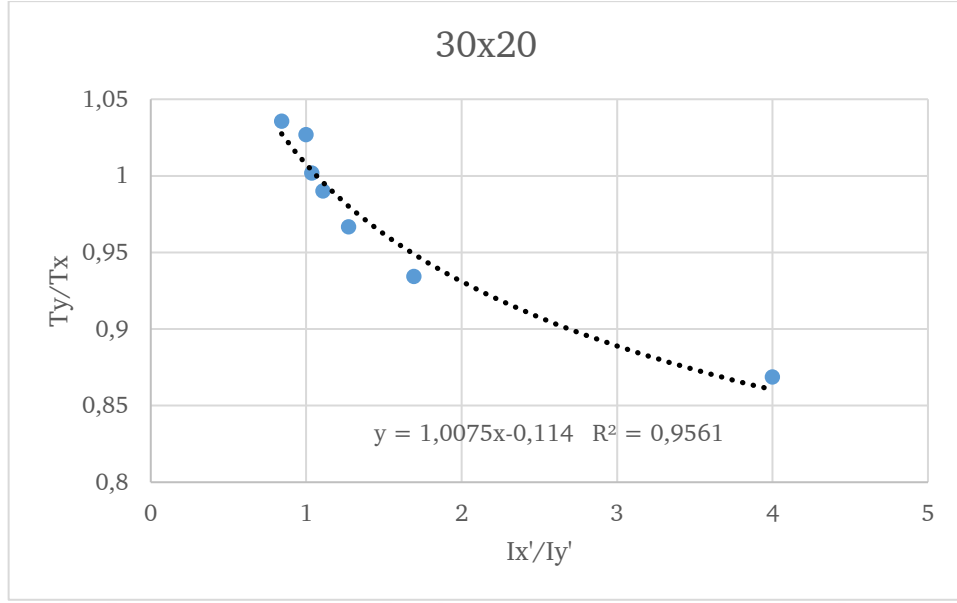
Şekil 3.8 30x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.9 30x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.10 30x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

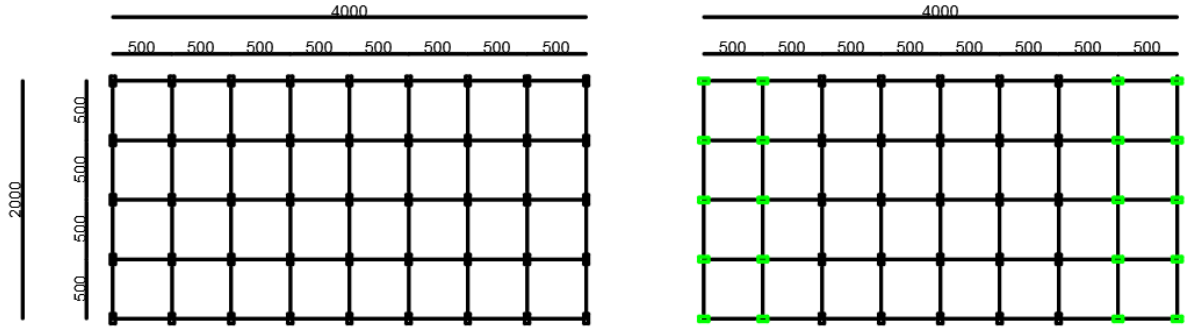


Şekil 3.11 30x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

3.2.3 40x20 lik bina analiz sonuçları

40x20 metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir

(Soldaki 3-1, sağdaki 3-2)

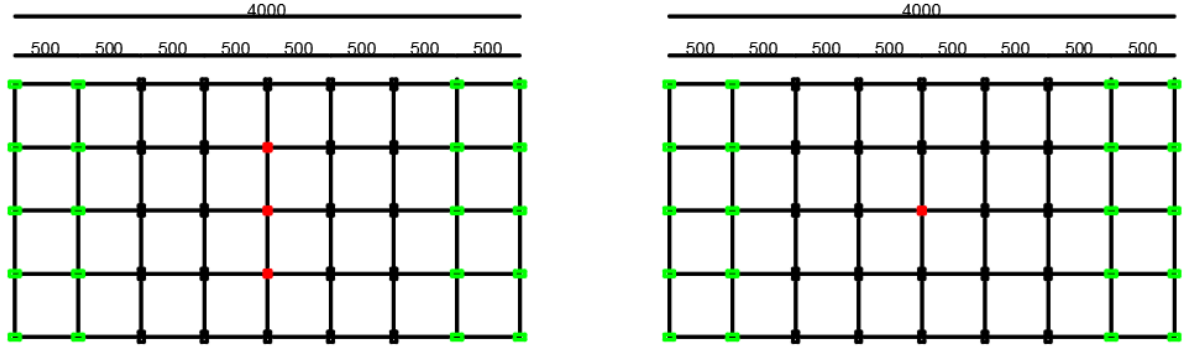


Şekil 3.12 40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.7 Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
3-1	0,3003	4	0,0306	0,0278	1,100719	0,908497	2768,5	3209,1	0,8627	1,704	1,5	1,1363
3-2	0,3002	1,1429	0,0294	0,0298	0,986577	1,013605	3043,4	3033,5	1,0033	1,584	1,597	0,9921

(Soldaki 3-3 , sağdaki 3-4)

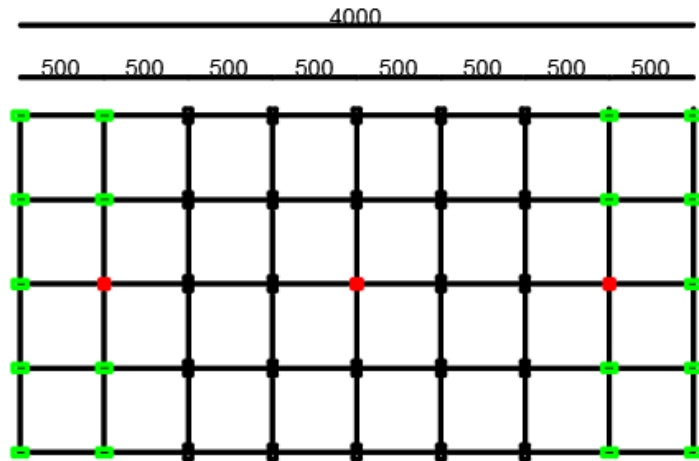


Şekil 3.13 40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.8 Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
3-3	0,2987	1,0568	0,0293	0,0299	0,979933	1,020478	3045,6	2980,4	1,0219	1,58	1,614	0,9789
3-4	0,3002	1,114	0,0294	0,0298	0,986577	1,013605	3044,1	3018	1,0087	1,583	1,603	0,9876

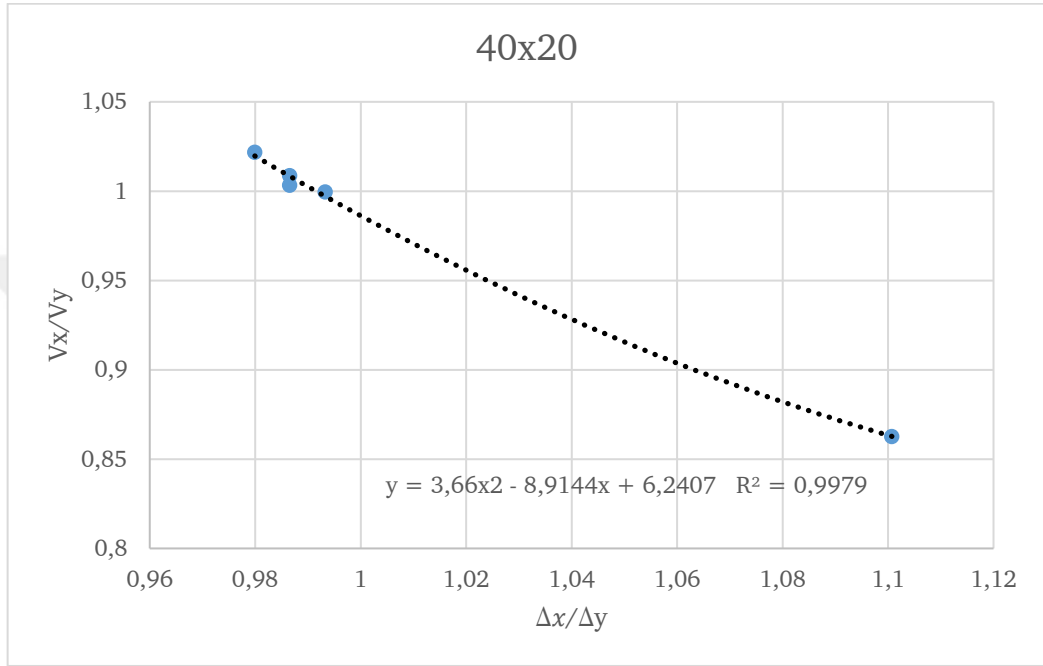
(3-5)



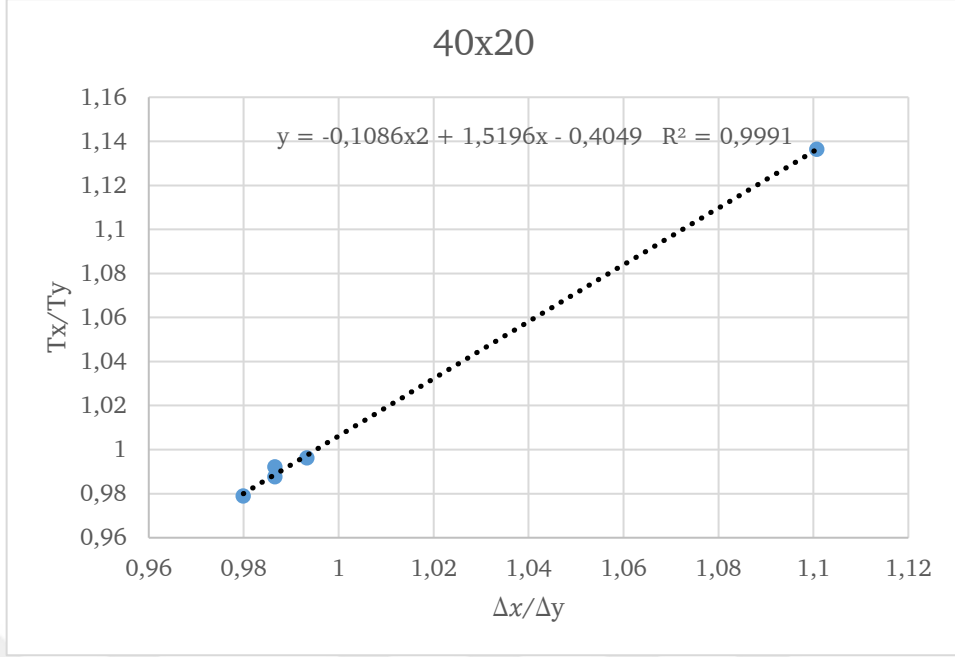
Şekil 3.14 40x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.9 Analizi yapılan 40x20 lik binanın analiz sonuçları

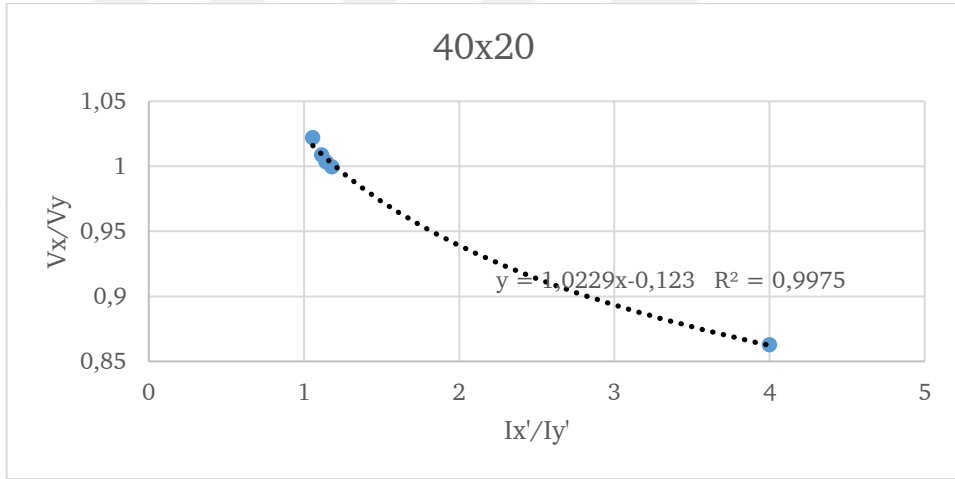
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
3-5	0,3041	1,1806	0,0296	0,0298	0,993289	1,006757	3021,5	3023	0,9995	1,594	1,6	0,9962



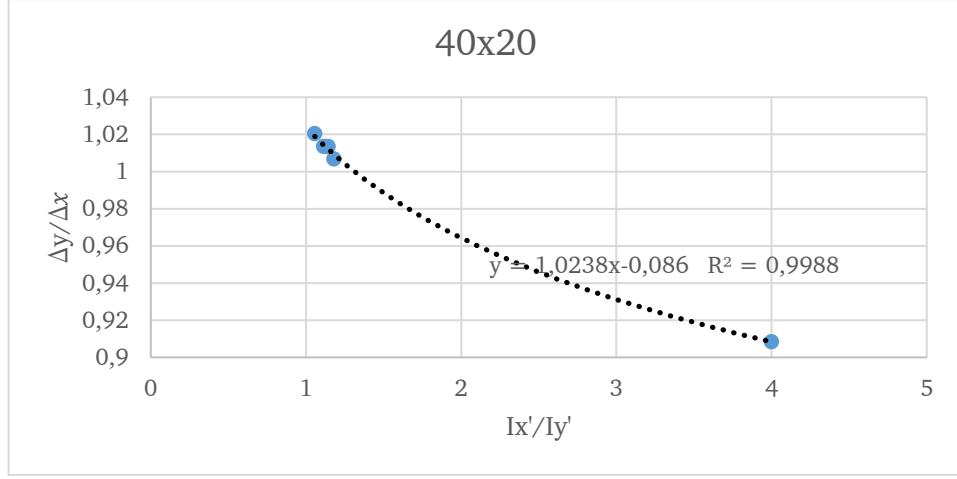
Şekil 3.15 40x20 binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği



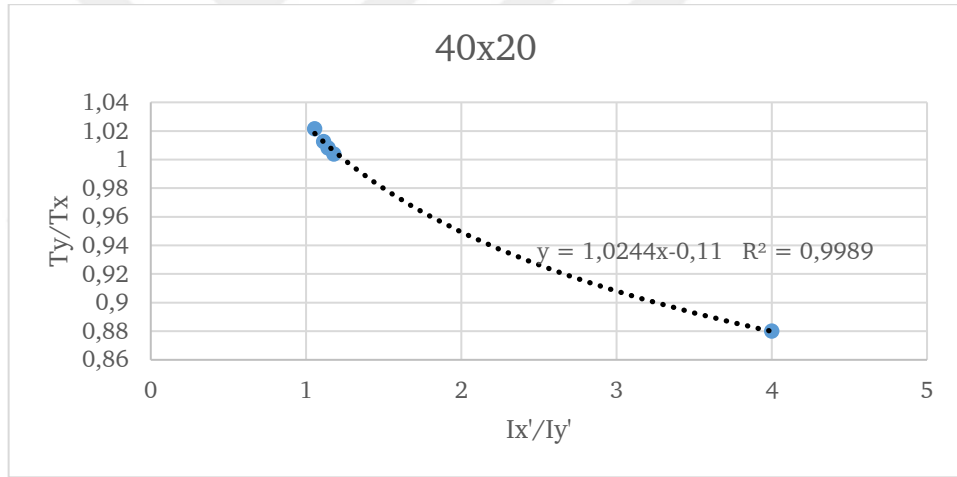
Şekil 3.16 40x20 likbinalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.17 40x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.18 40x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

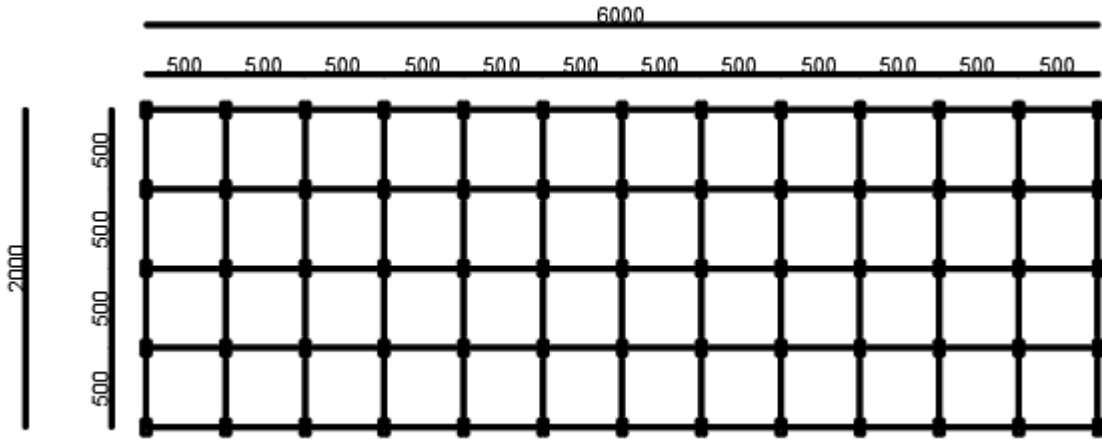


Şekil 3.19 40x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

3.2.4 60x20 lik bina analiz sonuçları

60x20 lik metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir

(4-1)

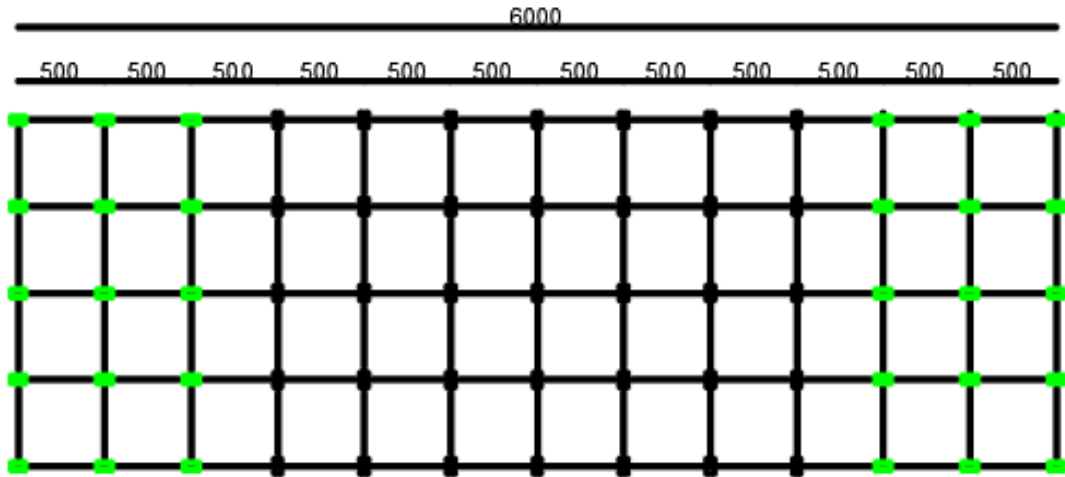


Şekil 3.20 60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.10 Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
4-1	0,143	4	0,0306	0,0283	1,081272	0,924837	4121,2	4730,4	0,8712	1,704	1,52	1,1211

(4-2)

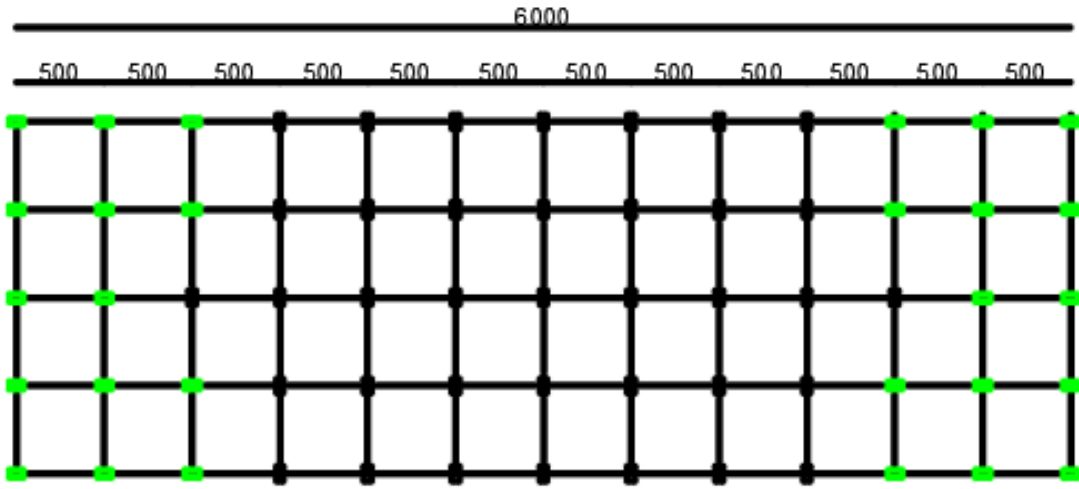


Şekil 3.21 60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.11 Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
4-2	0,1429	1,0968	0,0291	0,0299	0,973244	1,027491	4561,3	4407,2	1,035	1,571	1,624	0,9674

(4-3)

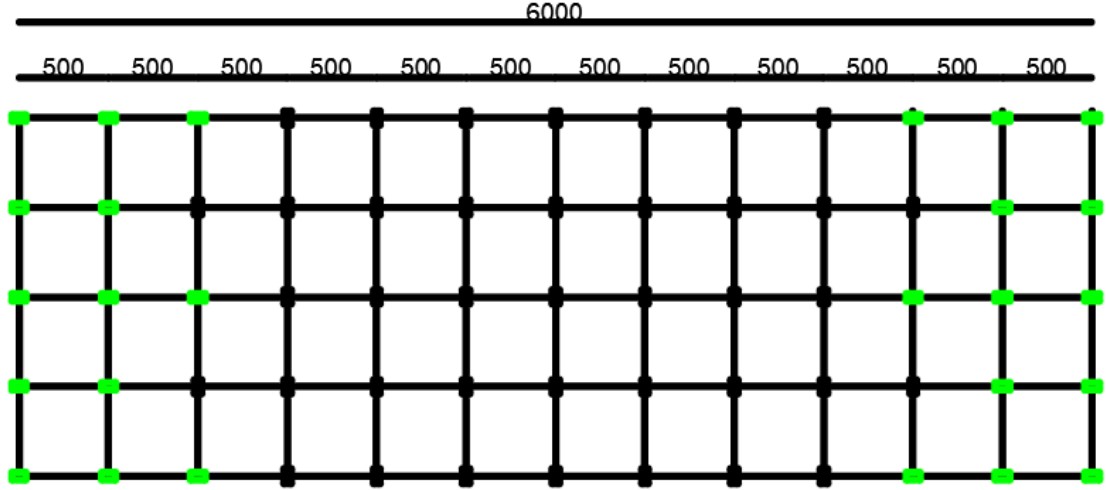


Şekil 3.22 60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.12 Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
4-3	0,1429	1,1812	0,0293	0,0299	0,979933	1,020478	4537,5	4449,5	1,0198	1,58	1,614	0,9788

(4-4)

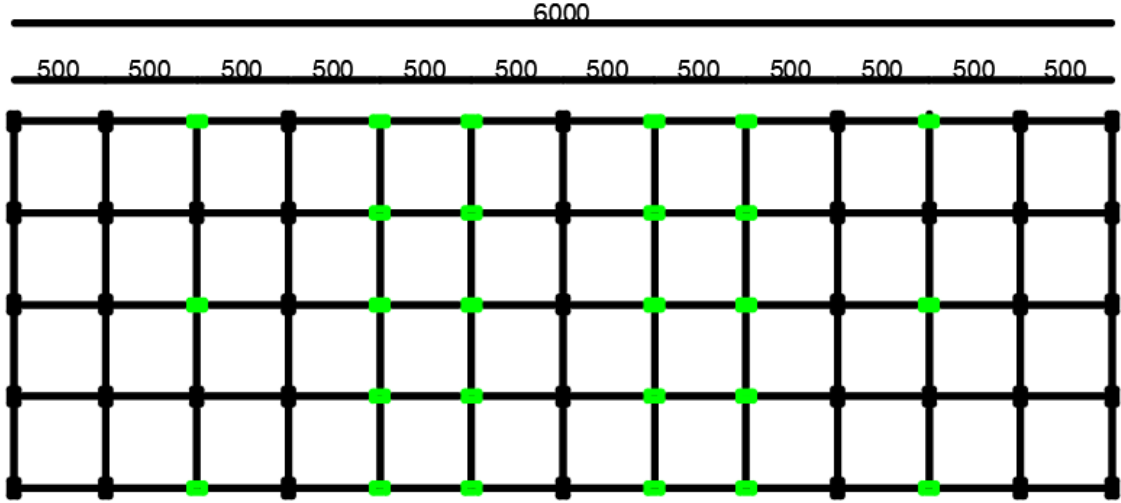


Şekil 3.23 60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.13 Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
4-4	0,143	1,2727	0,0294	0,0299	0,983278	1,017007	4513,2	4492,1	1,0047	1,59	1,605	0,9905

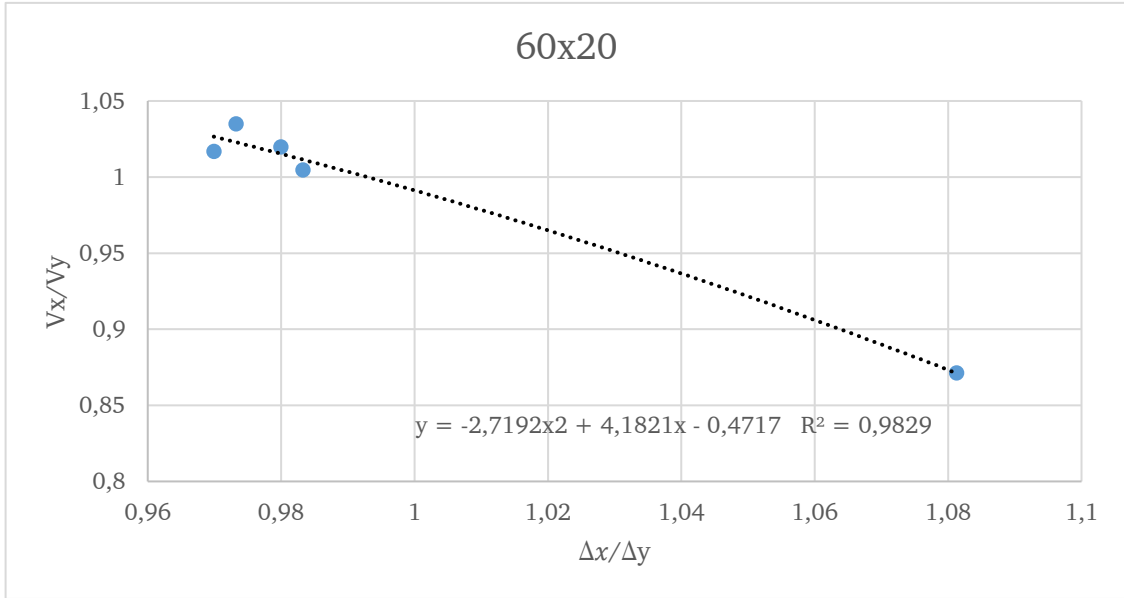
(4-5)



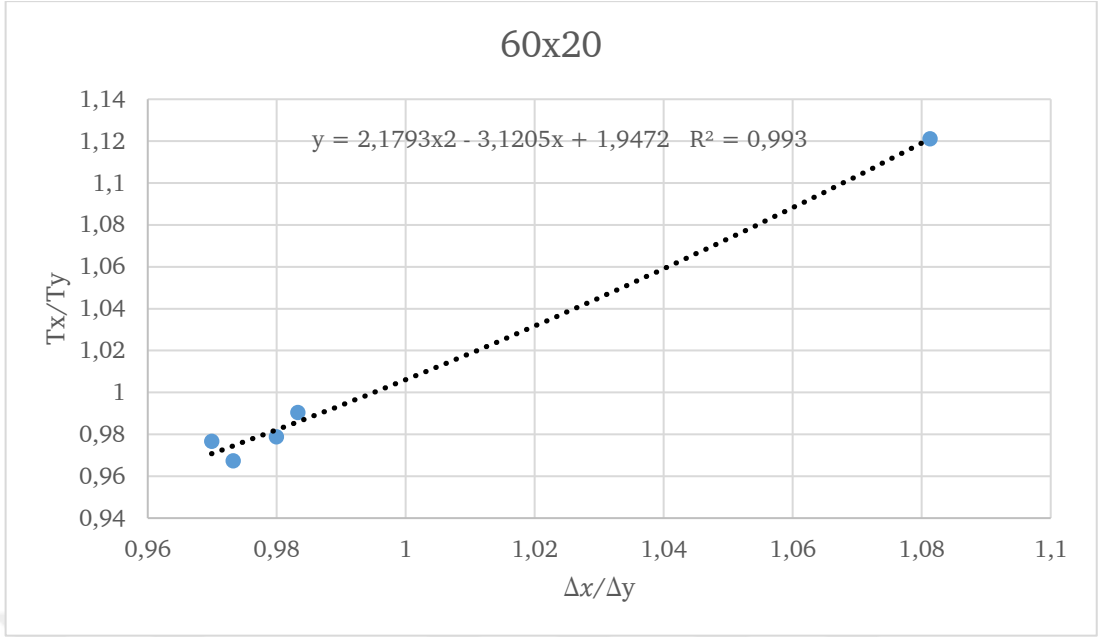
Şekil 3.24 60x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.14 Analizi yapılan 60x20 lik binanın analiz sonuçları

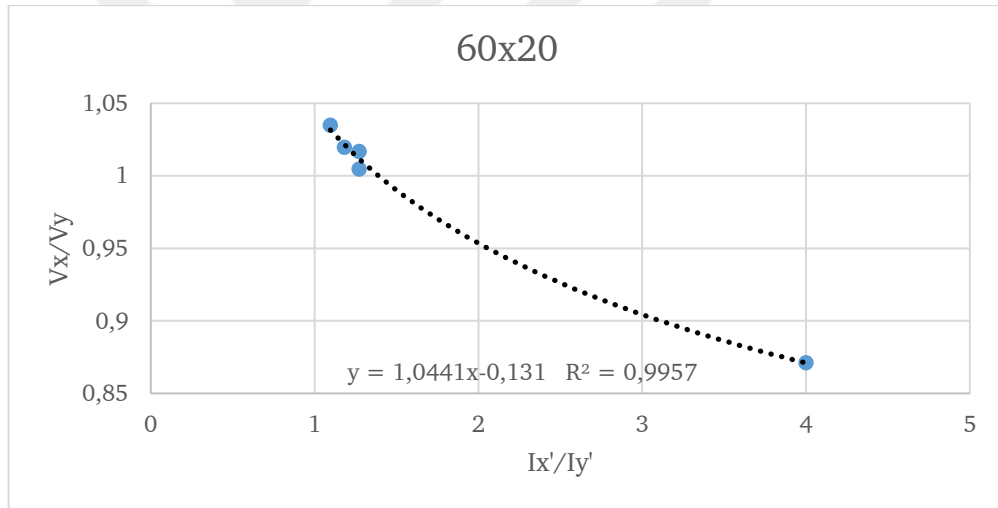
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
4-5	0,143	1,2727	0,029	0,0299	0,9699	1,031034	4558,5	4483,3	1,0168	1,57	1,607	0,9767



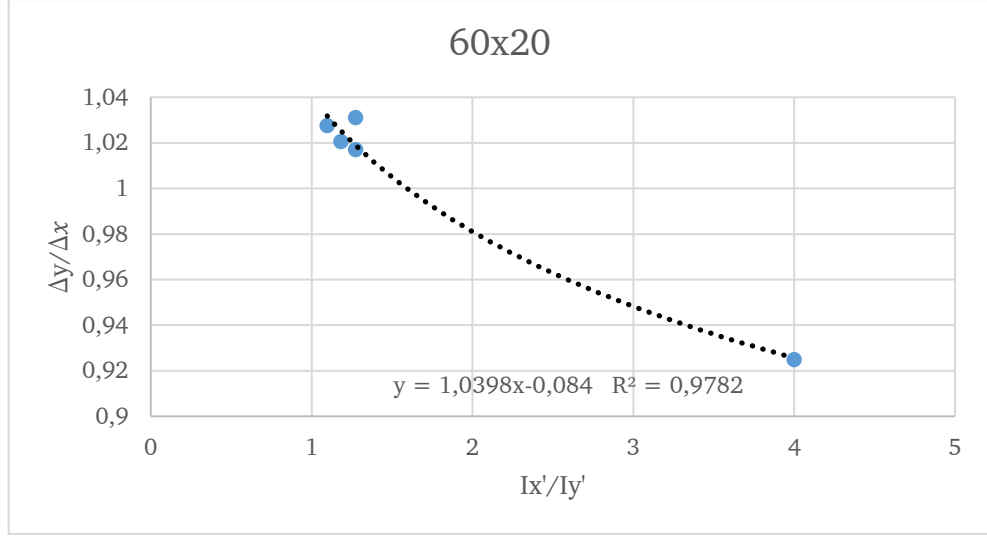
Şekil 3.25 60x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği



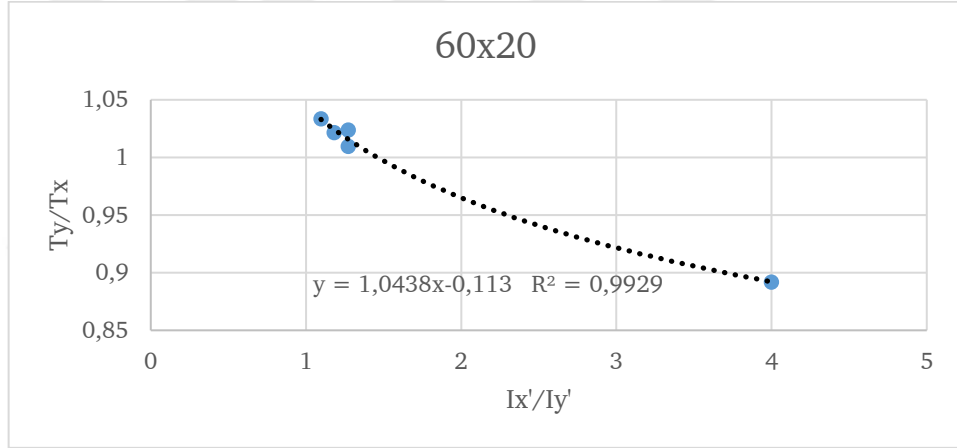
Şekil 3.26 60x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.27 60x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.28 60x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

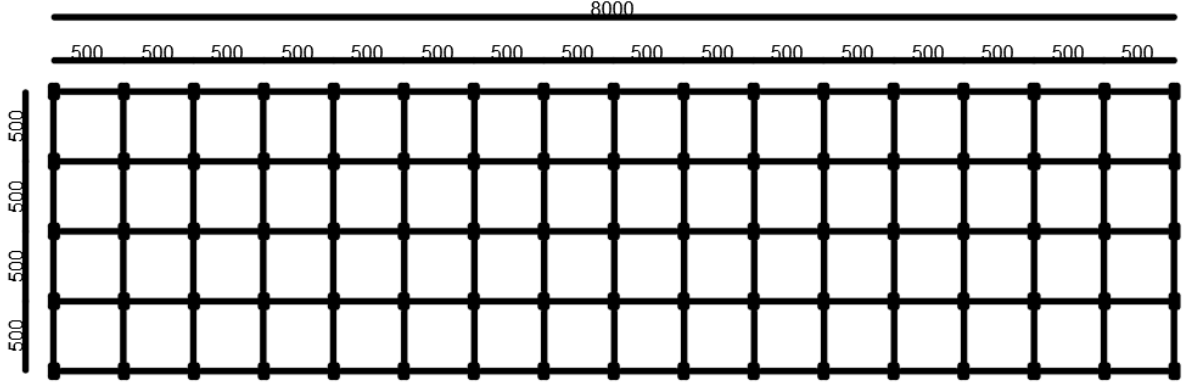


Şekil 3.29 60x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

3.2.5 80x20 lik bina analiz sonuçları

80x20 metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

(5-1)

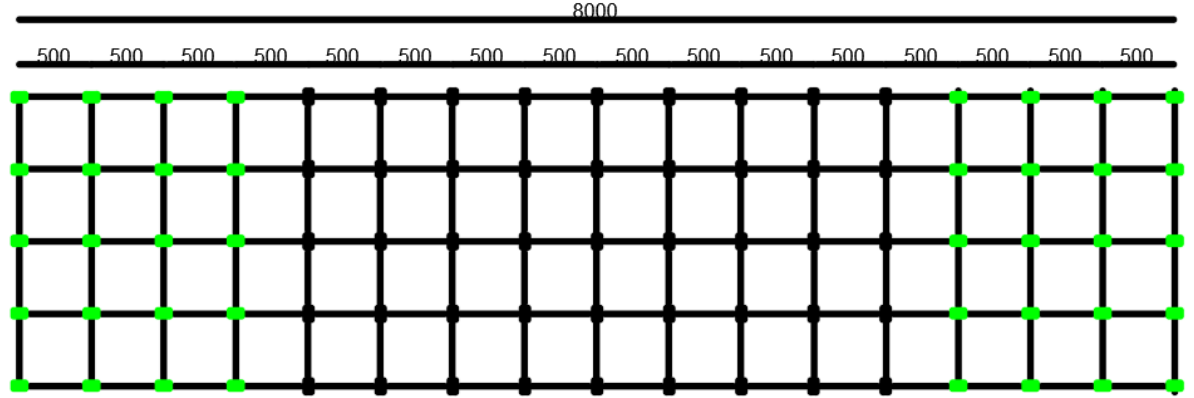


Şekil 3.30 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.15 Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-1	0,0834	4	0,0306	0,0285	1,073684	0,931373	5474	6250,8	0,8757	1,704	1,53	1,1133

(5-2)

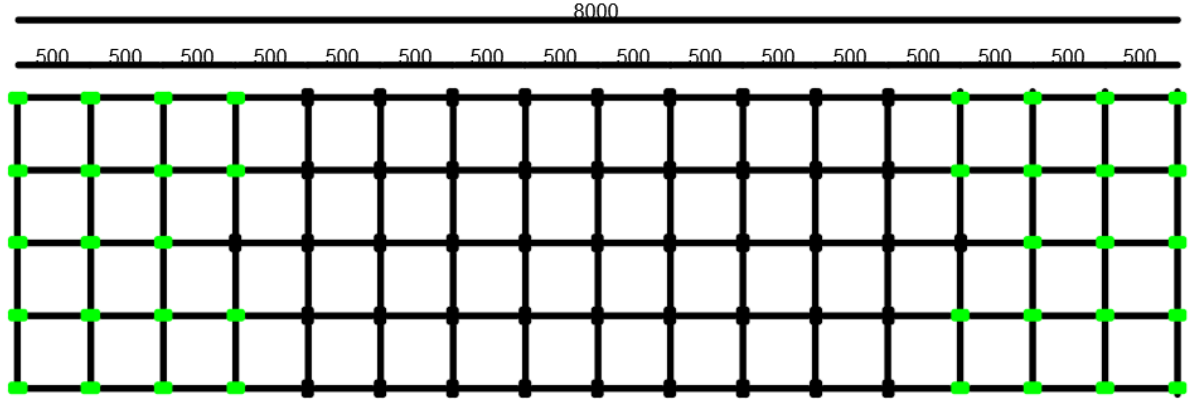


Şekil 3.31 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.16 Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-2	0,0834	1,0732	0,0289	0,0299	0,966555	1,034602	6078,9	5774,2	1,0528	1,564	1,638	0,955

(5-3)

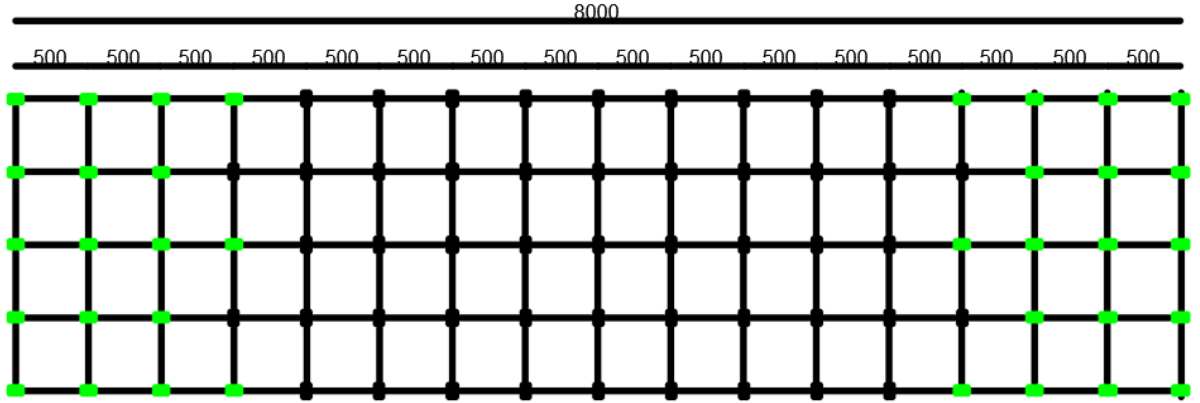


Şekil 3.32 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.17 Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-3	0,0834	1,1357	0,029	0,0299	0,9699	1,031034	6055,5	5817,8	1,0408	1,571	1,631	0,9635

(5-4)

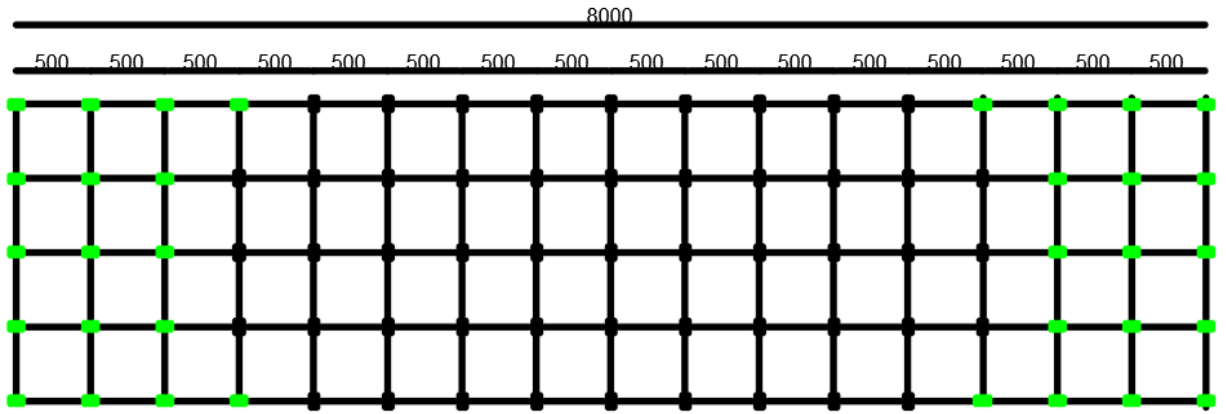


Şekil 3.33 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.18 Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-4	0,0834	1,2021	0,0292	0,0299	0,976589	1,023973	6031,6	5861,8	1,029	1,578	1,623	0,9722

(5-5)

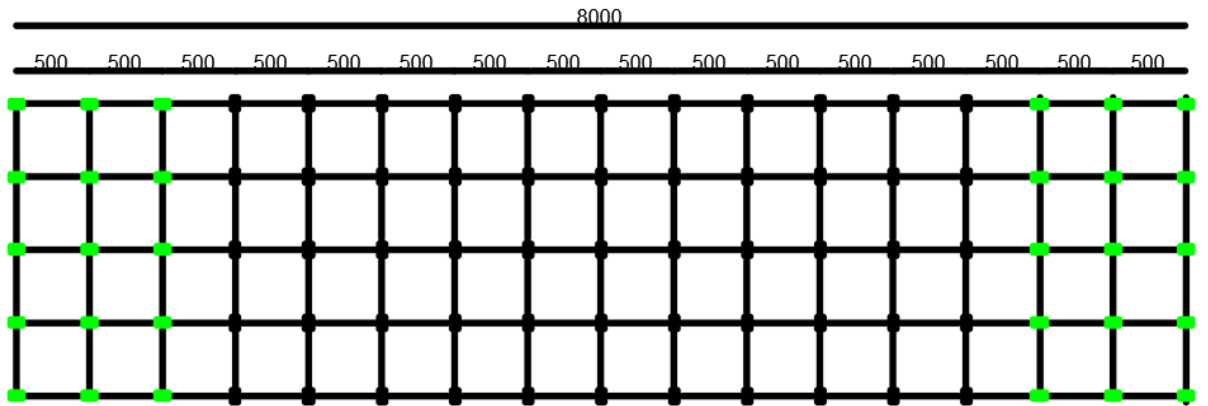


Şekil 3.34 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.19 Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-5	0,0834	1,2727	0,0293	0,0299	0,979933	1,020478	6006,2	5908,1	1,0166	1,586	1,615	0,9815

(5-6)

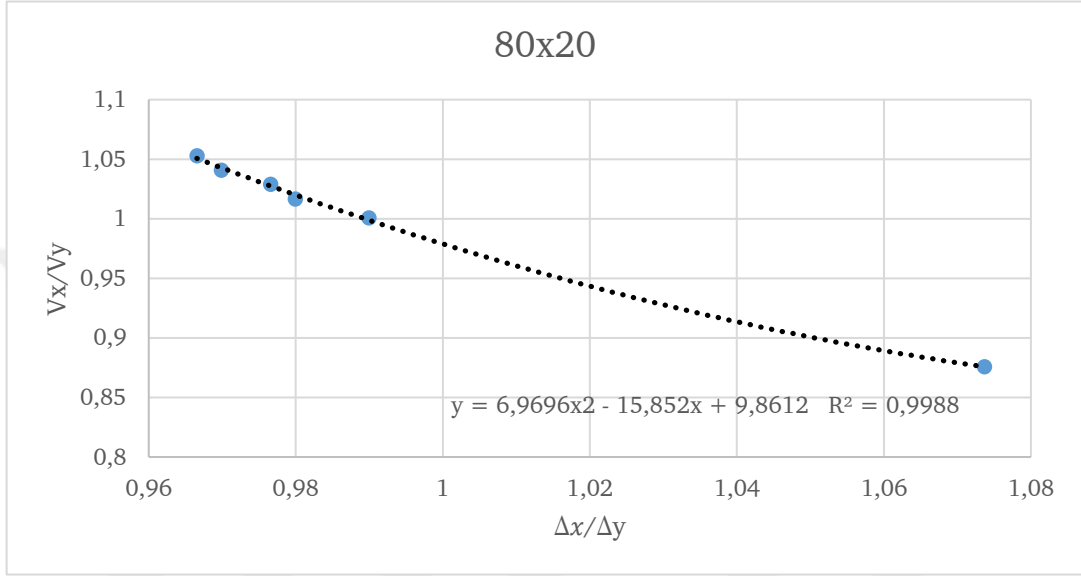
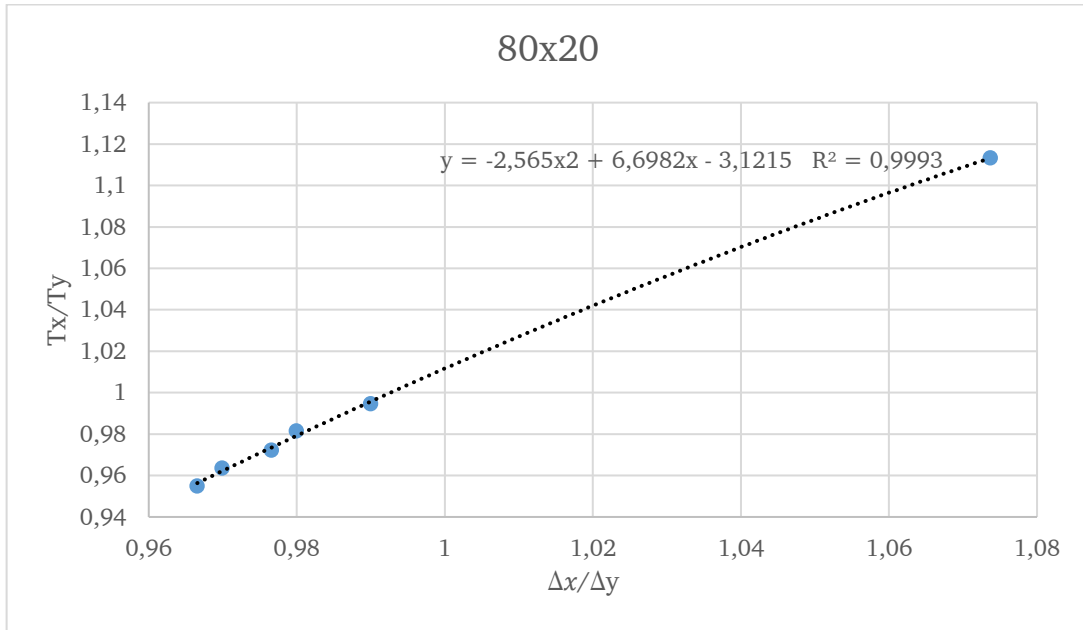


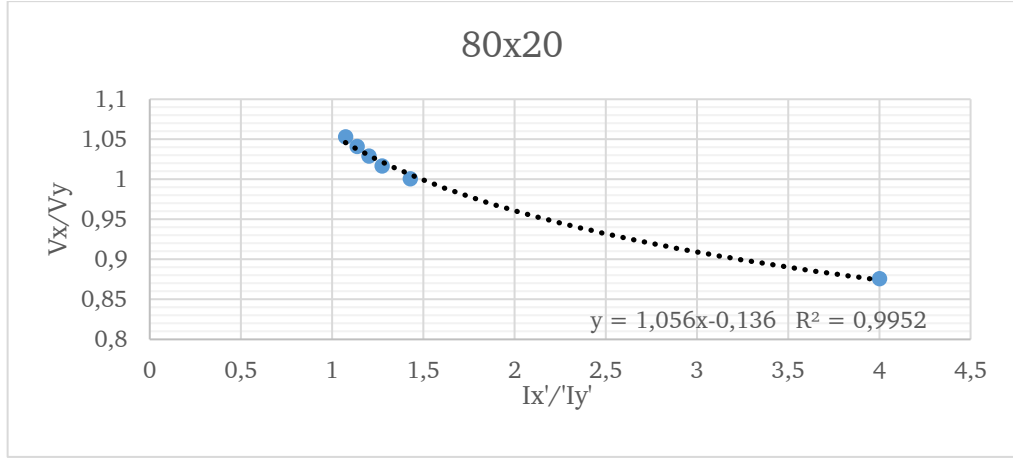
Şekil 3.35 80x20 lik binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.20

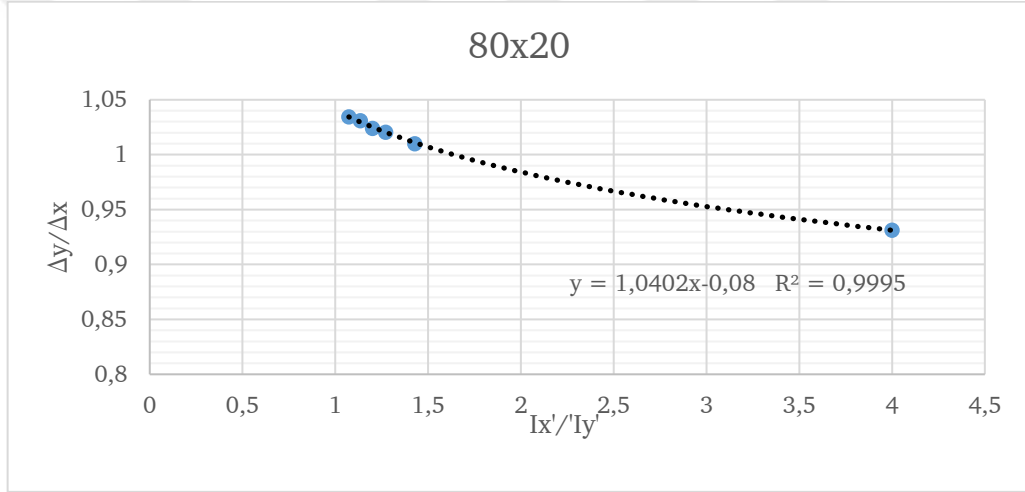
Analizi yapılan 80x20 lik binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
5-6	0,0834	1,4286	0,0296	0,0299	0,989967	1,010135	5958,1	5954,6	1,0006	1,599	1,608	0,9946

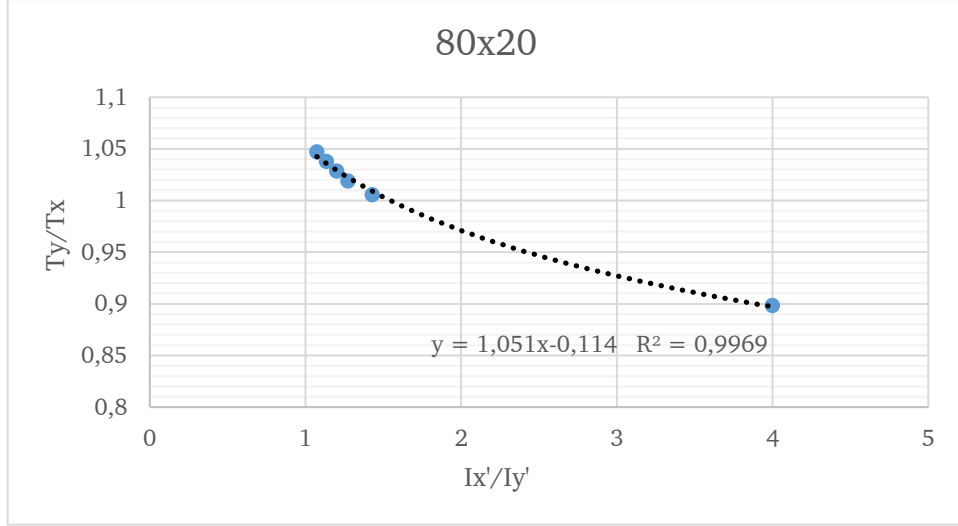
**Şekil 3.36** 80x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği**Şekil 3.37** 80x20 lik binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.38 80x20 lik binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.39 80x20 lik binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

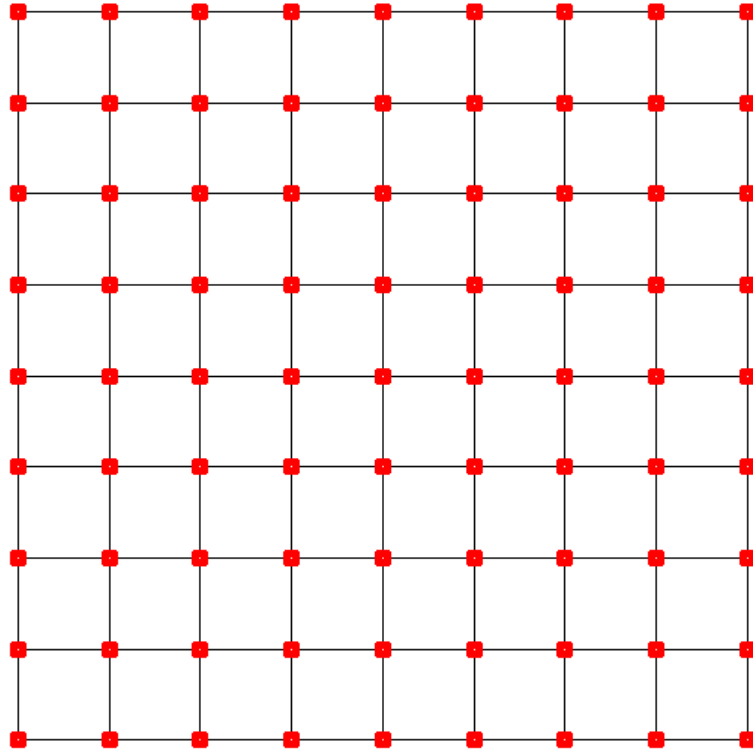


Şekil 3.40 80x20 lik binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

3.2.6 40x40 lik bina analiz sonuçları

40x 40 metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir

(6-1)

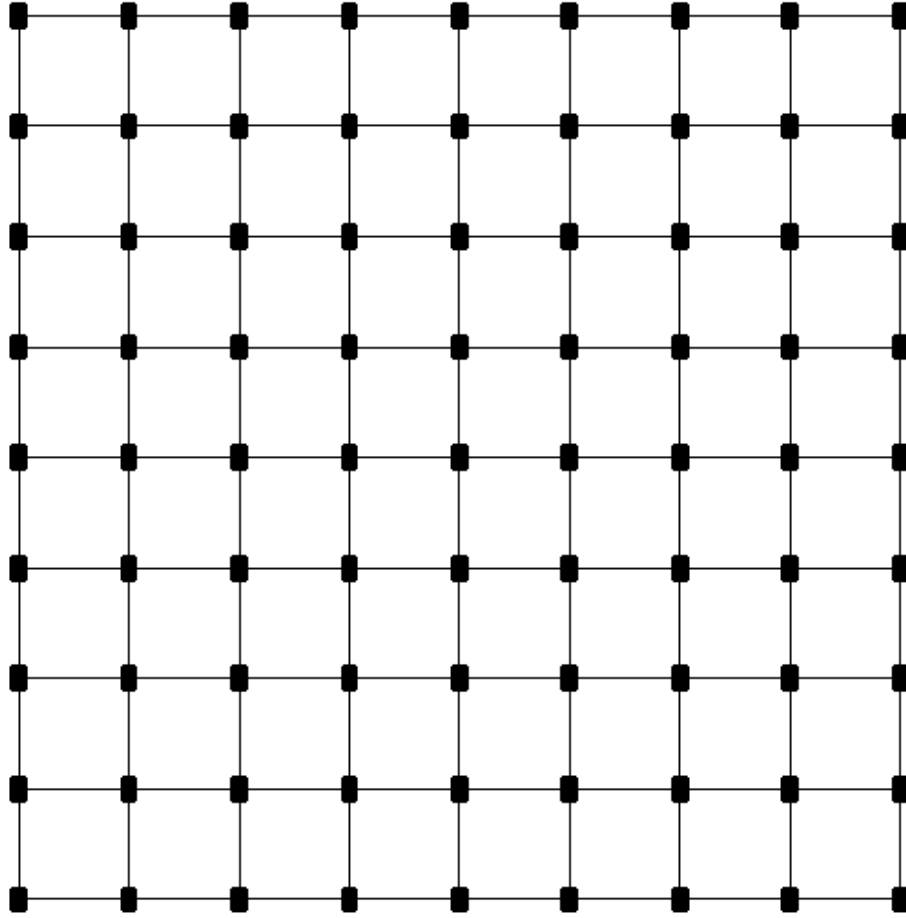


Şekil 3.41 40x40 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.21 Analizi yapılan 40x40 lük binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
6-1	1	1	0,0306	0,0306	1	1	5307,8	5307,8	1	1,702	1,702	1

(6-2)



Şekil 3.42 40x40 binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

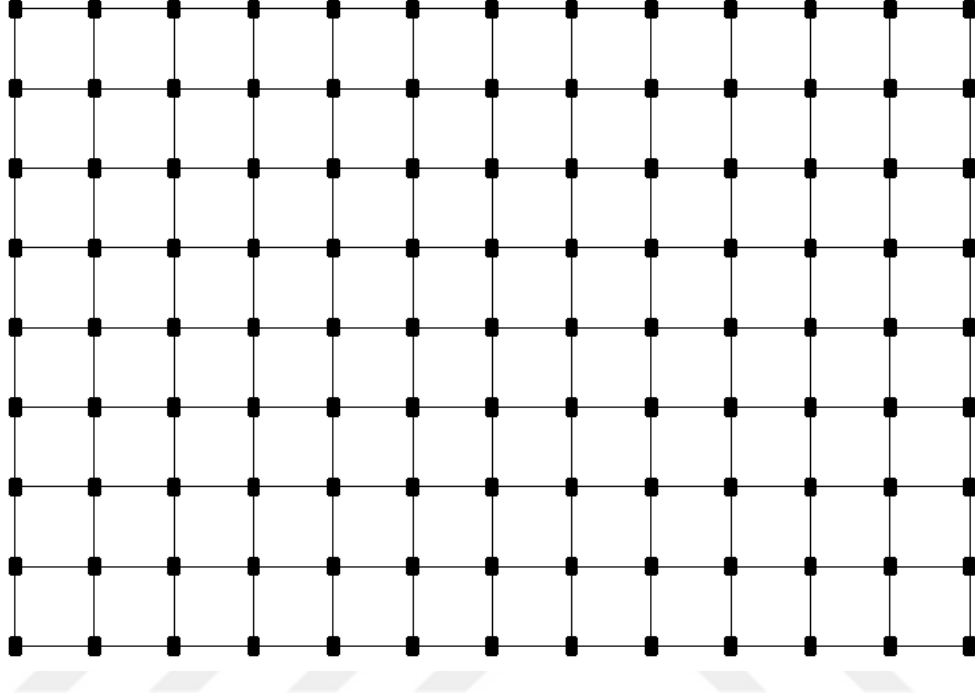
Tablo 3.22 Analizi yapılan 40x40 lük binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
6-2	1,0002	4	0,0327	0,0275	1,189091	0,840979	5337,8	6292,9	0,8482	1,771	1,492	1,1868

3.2.7 60x40 lık bina analiz sonuçları

60x40 metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir

(7-1)

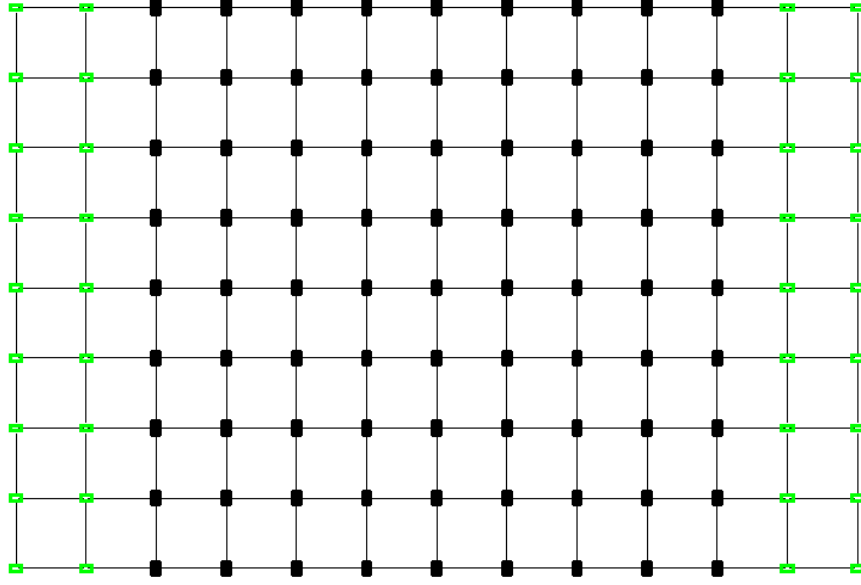


Şekil 3.43 60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.23 Analizi yapılan 60x40 lık binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
7-1	0,4763	4	0,0326	0,028	1,164286	0,858896	7947,8	9278,2	0,8566	1,771	1,512	1,1709

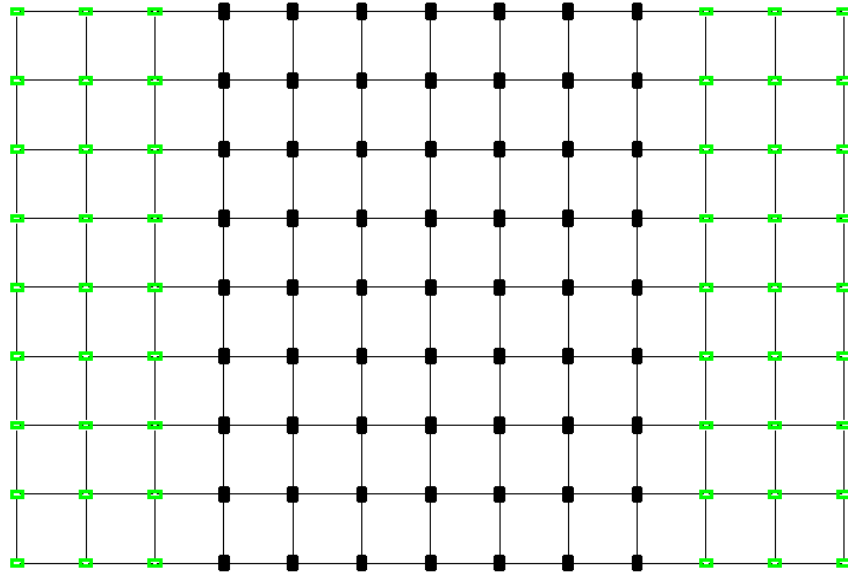
(7-2)



Şekil 3.44 60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.24 Analizi yapılan 60x40 lık binanın analiz sonuçları

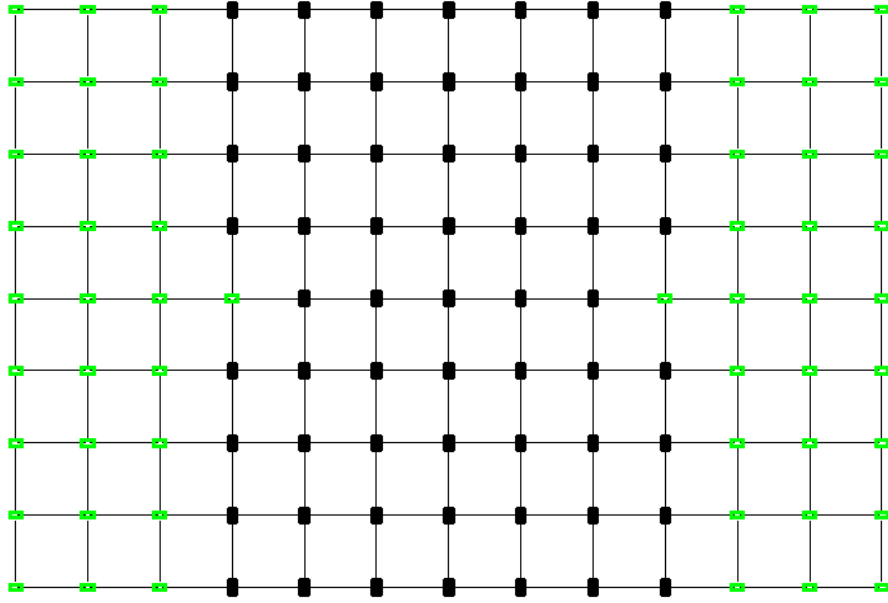
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
7-2	0,4763	2	0,0303	0,0293	1,03413	0,966997	8210,7	8929,4	0,9195	1,682	1,58	1,0647



Şekil 3.45 60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.25 Analizi yapılan 60x40 lık binanın analiz sonuçları

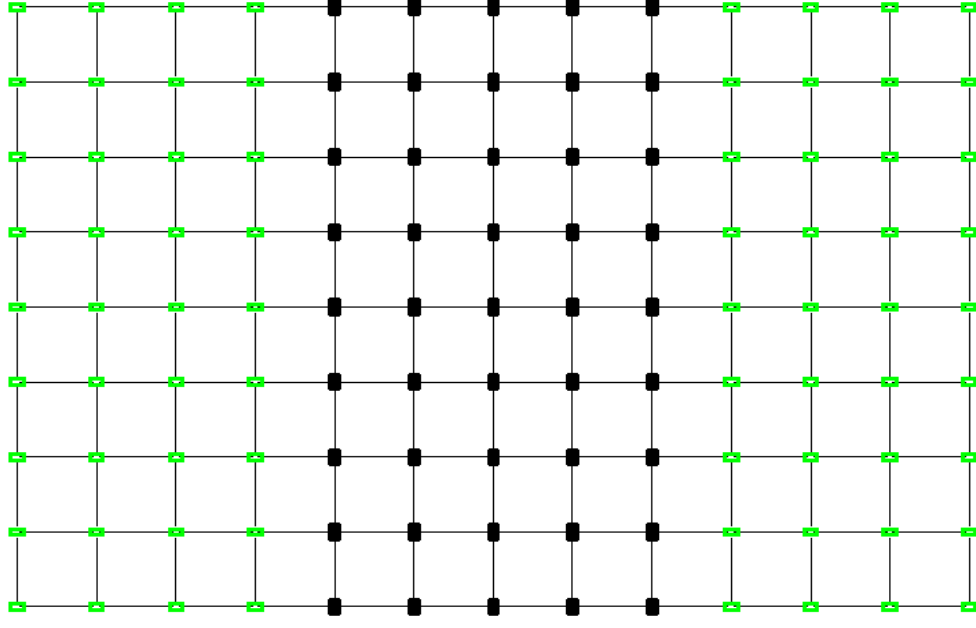
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
7-3	0,4762	1,5	0,0298	0,0298	1	1	8533,1	8655,5	0,9859	1,632	1,619	1,008



Şekil 3.46 60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.26 Analizi yapılan 60x40 lık binanın analiz sonuçları

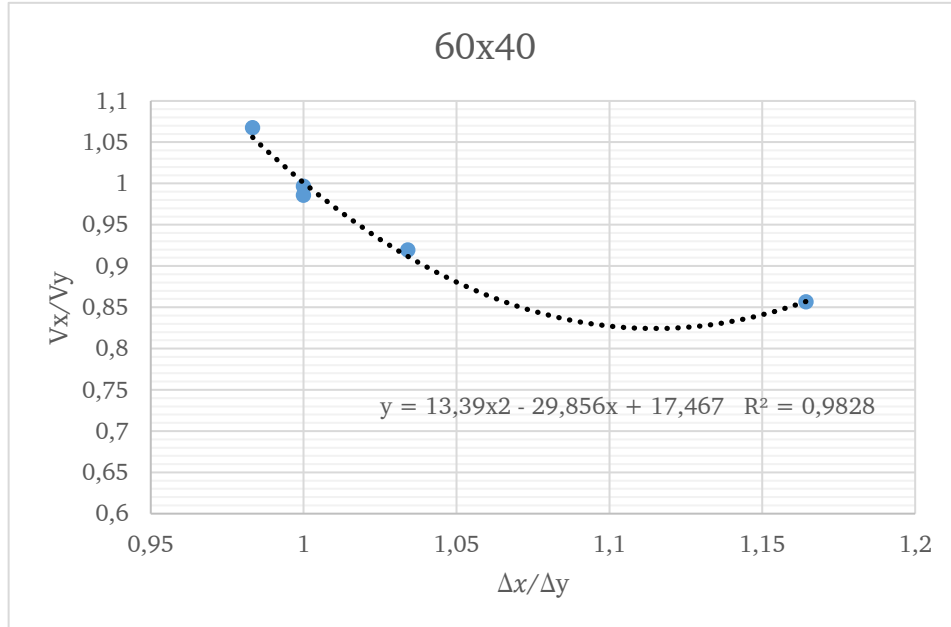
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
7-4	0,4762	1,4545	0,0298	0,0298	1	1	8580,6	8607,9	0,9968	1,627	1,624	1,0013



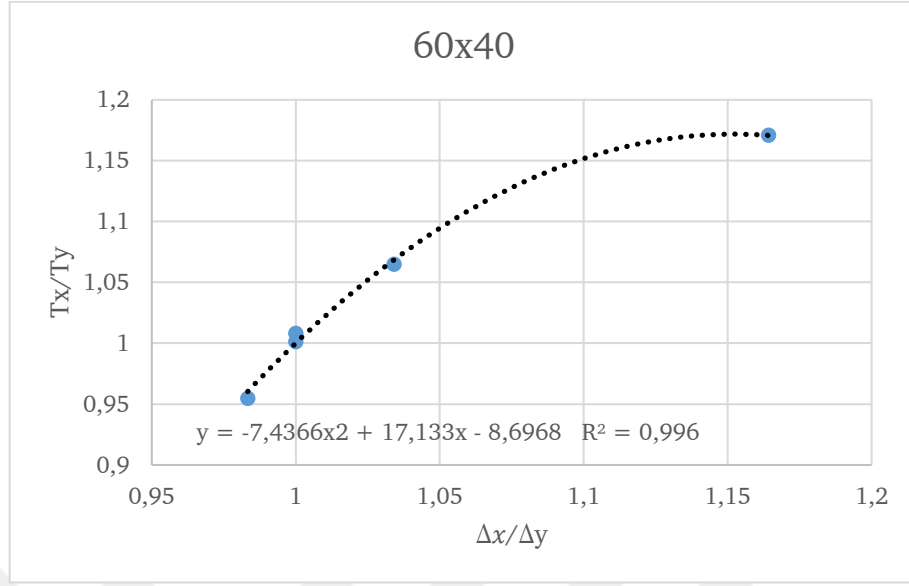
Şekil 3.47 60x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.27 Analizi yapılan 60x40 lık binanın analiz sonuçları

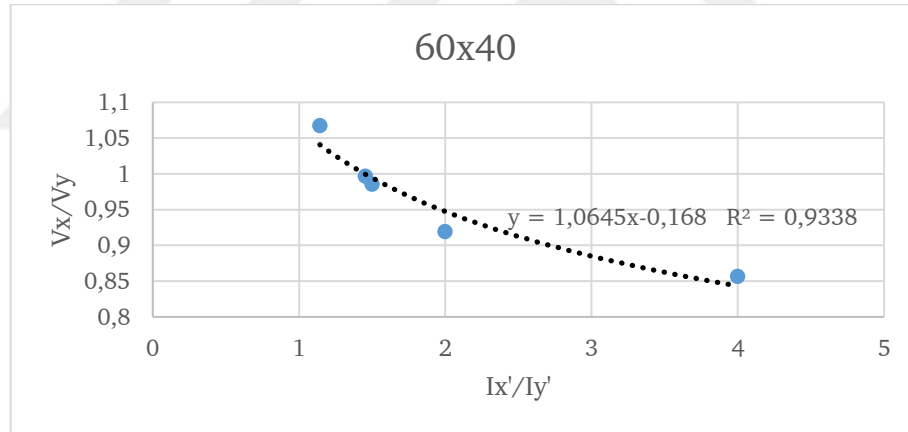
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
7-5	0,4762	1,1429	0,0295	0,03	0,983333	1,016949	8879,5	8317,1	1,0676	1,587	1,662	0,9547



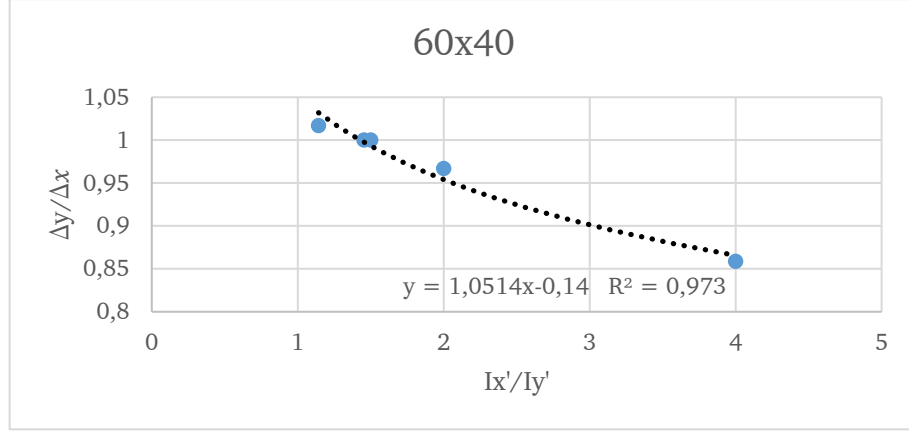
Şekil 3.48 60x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği



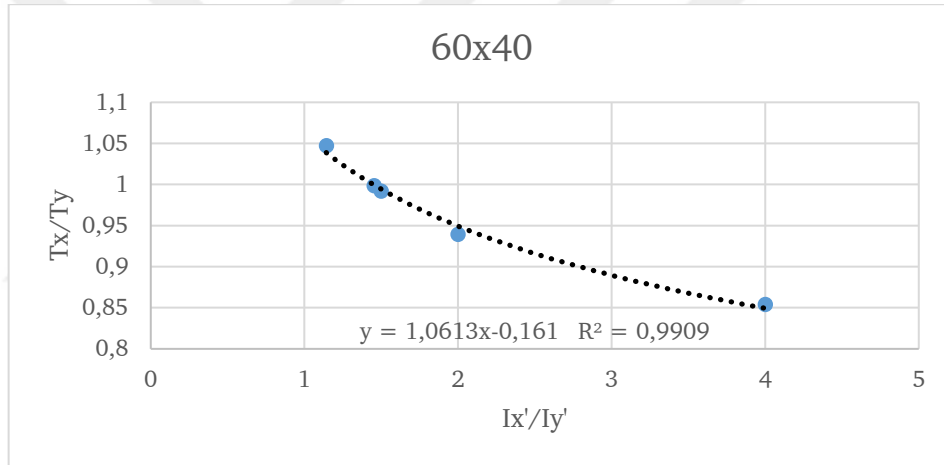
Şekil 3.49 60x40 lık binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.50 60x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.51 60x40 lık binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

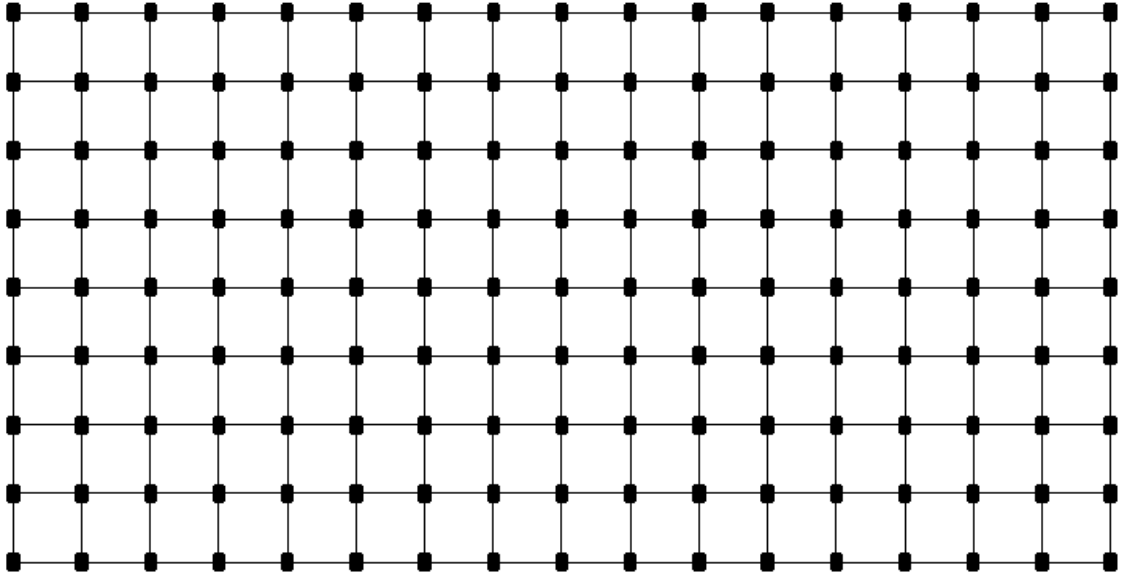


Şekil 3.52 60x40 lık binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

3.2.8 80x40 lık bina analiz sonuçları

80x40 metrelik yapı için planlar ve bu planlar için yapılan analizde elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir

(8-1)

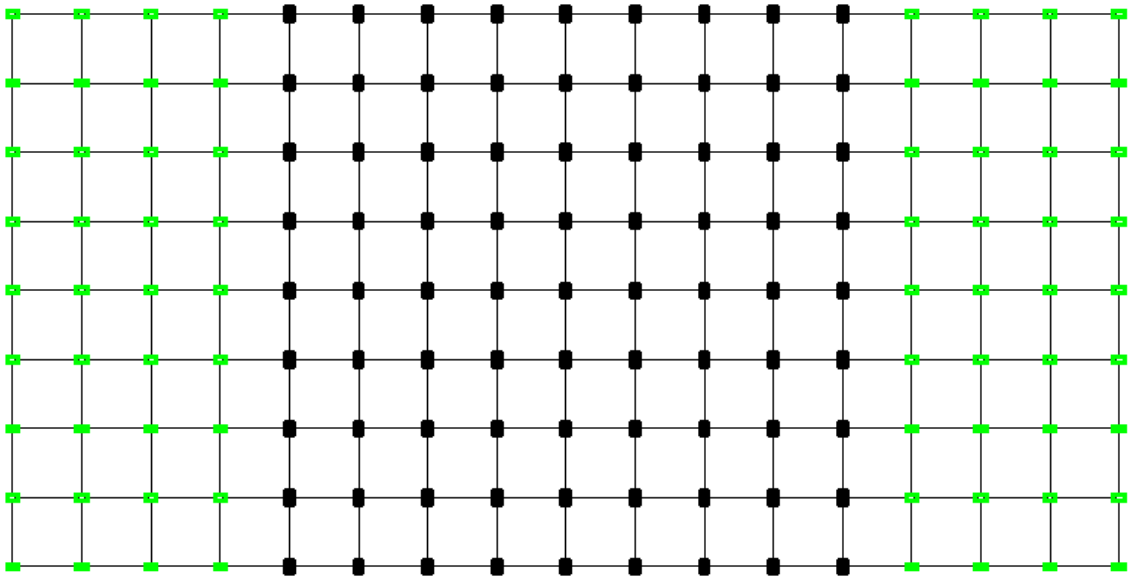


Şekil 3.53 80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.28 Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
8-1	0,2779	4	0,0326	0,0282	1,156028	0,865031	10558	12262	0,861	1,771	1,523	1,1628

(8-2)

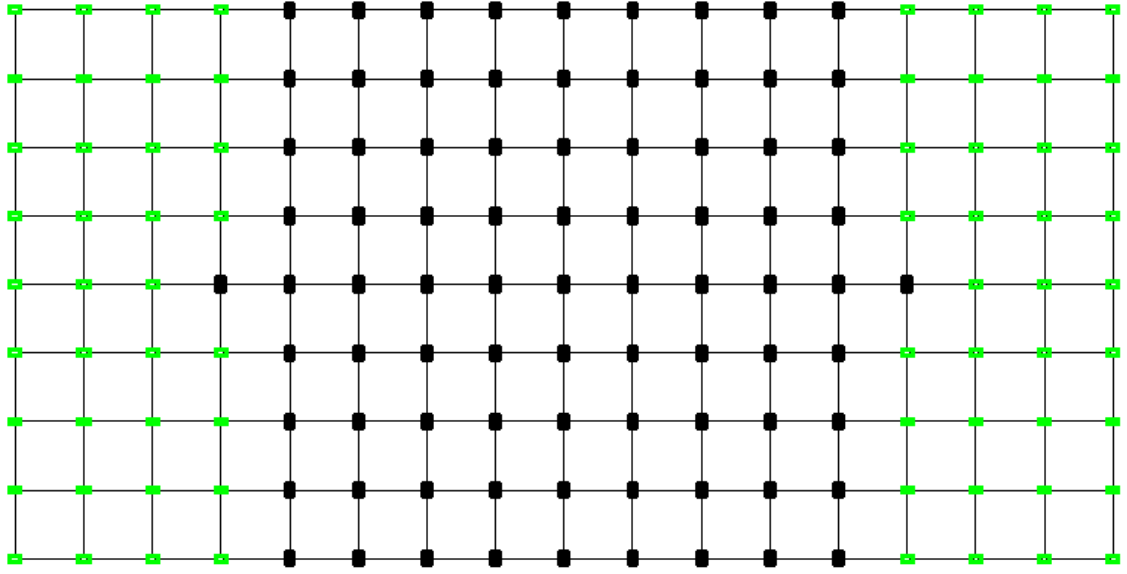


Şekil 3.54 80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.29 Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
8-2	0,2778	1,0732	0,0297	0,0298	0,996644	1,003367	11410	11340	1,0062	1,625	1,633	0,995

(8-3)

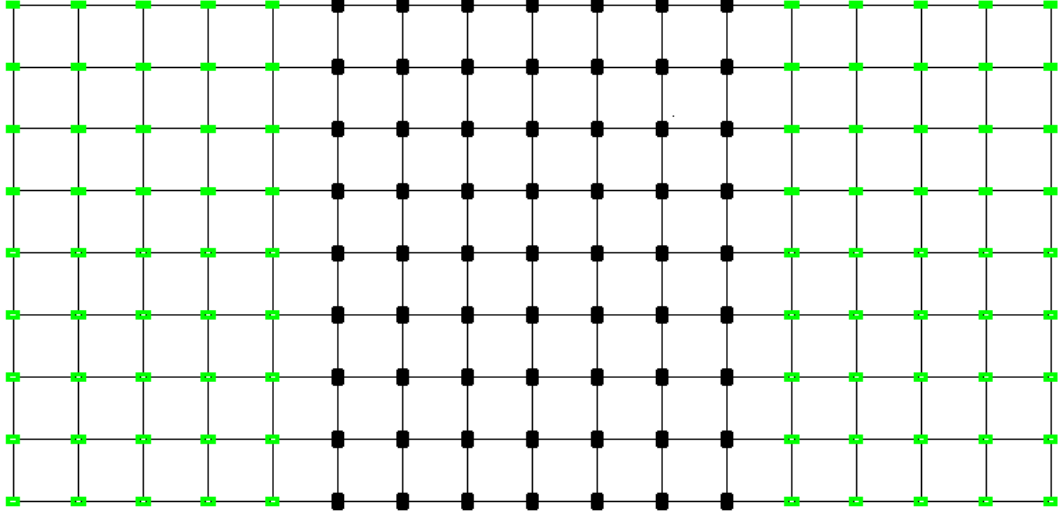


Şekil 3.55 80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.30 Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
8-3	0,2778	1,1074	0,0297	0,0298	0,996644	1,003367	11364	11384	0,9983	1,629	1,63	0,9997

(8-4)

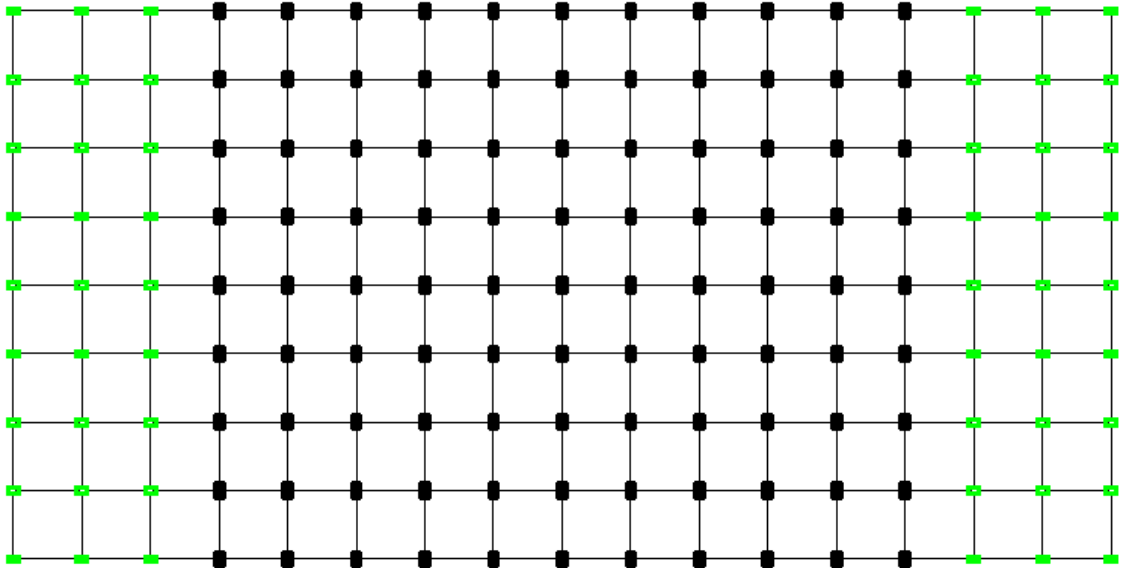


Şekil 3.56 80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.31 Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
8-4	0,2778	0,8085	0,0295	0,0301	0,980066	1,020339	11763	11030	1,0664	1,591	1,666	0,9549

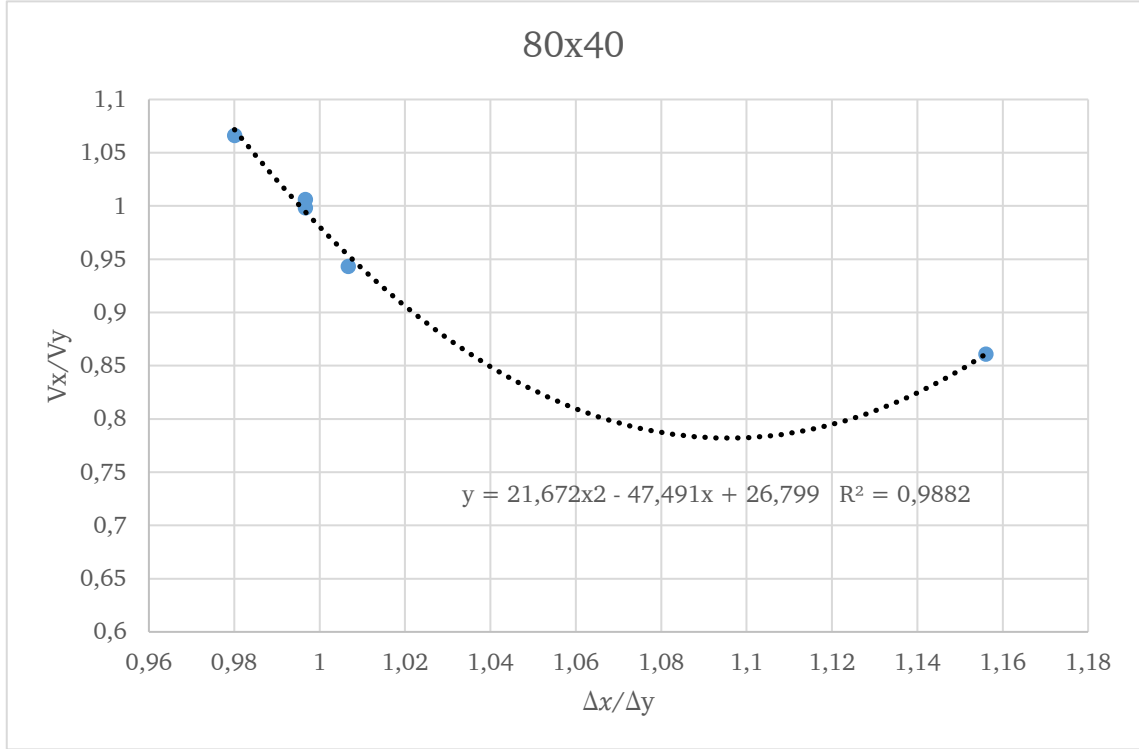
(8-5)



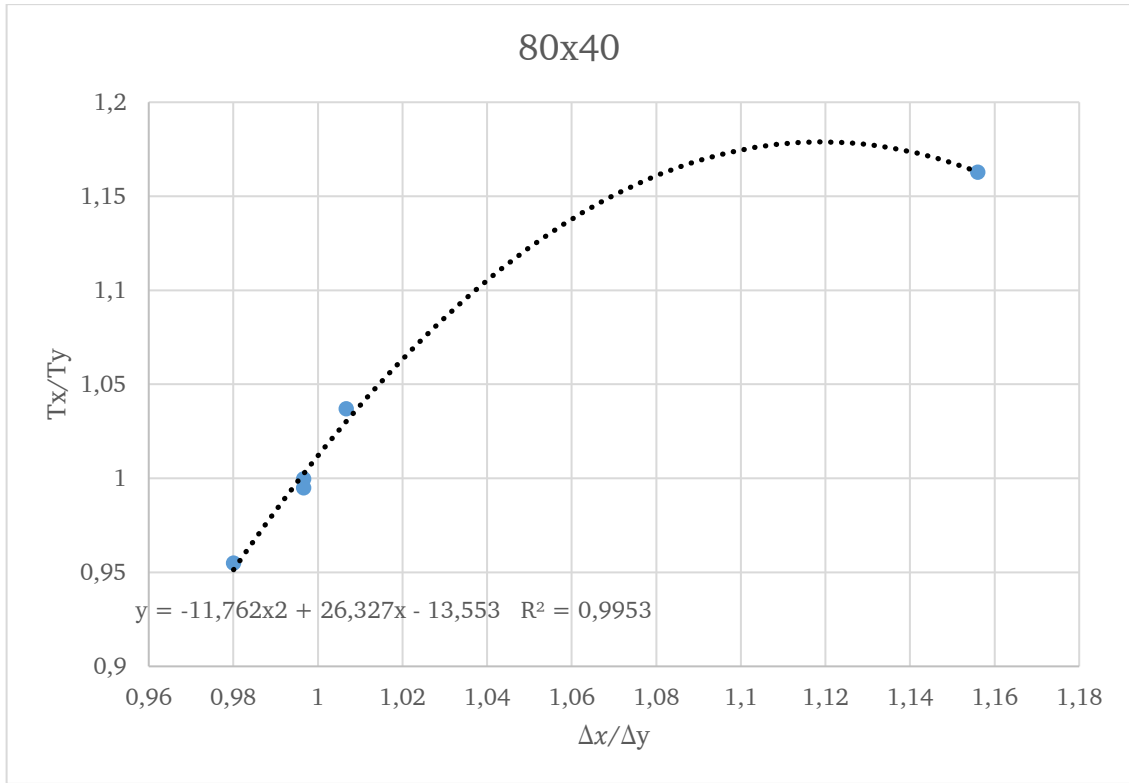
Şekil 3.57 80x40 lık binalar için analizi yapılan bina yerleşimi

Tablo 3.32 Analizi yapılan 80x40 lık binanın analiz sonuçları

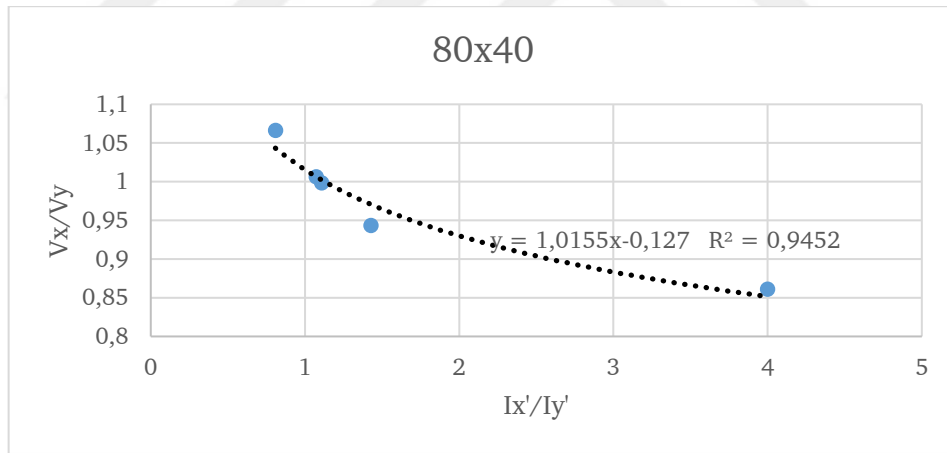
	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
8-5	0,2778	1,4286	0,03	0,0298	1,006711	0,993333	11038	11702	0,9433	1,662	1,602	1,037



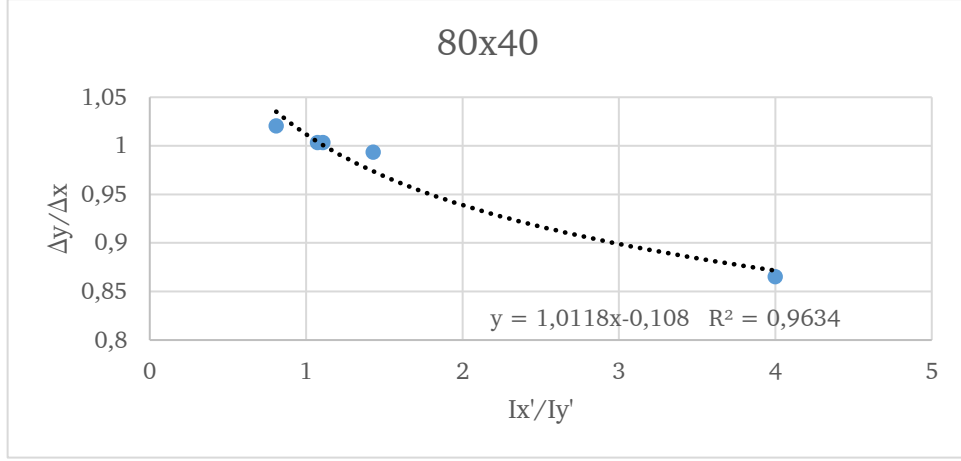
Şekil 3.58 80x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla deplasman oranı grafiği



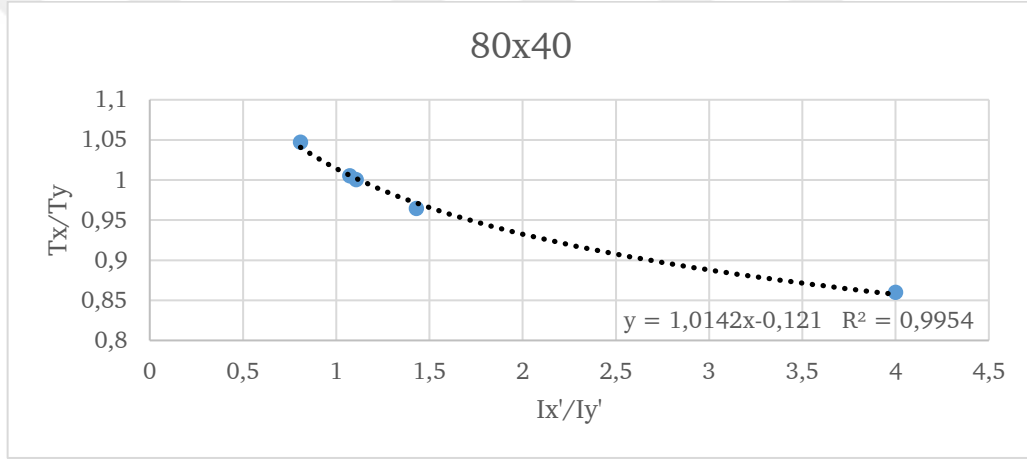
Şekil 3.59 80x40 lık binalar için periyot oranıyla deplasman oranı grafiği



Şekil 3.60 80x40 lık binalar için taban kesme kuvveti oranıyla atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.61 80x40 lık binalar için deplasman oranıyla atalet momenti oranı grafiği

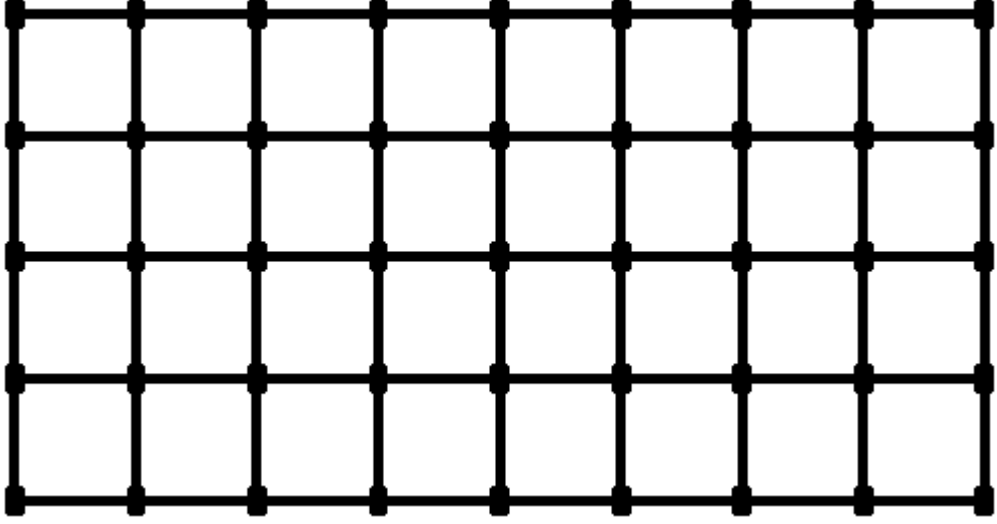


Şekil 3.62 80x40 lık binalar için periyot oranıyla atalet momenti oranı grafiği

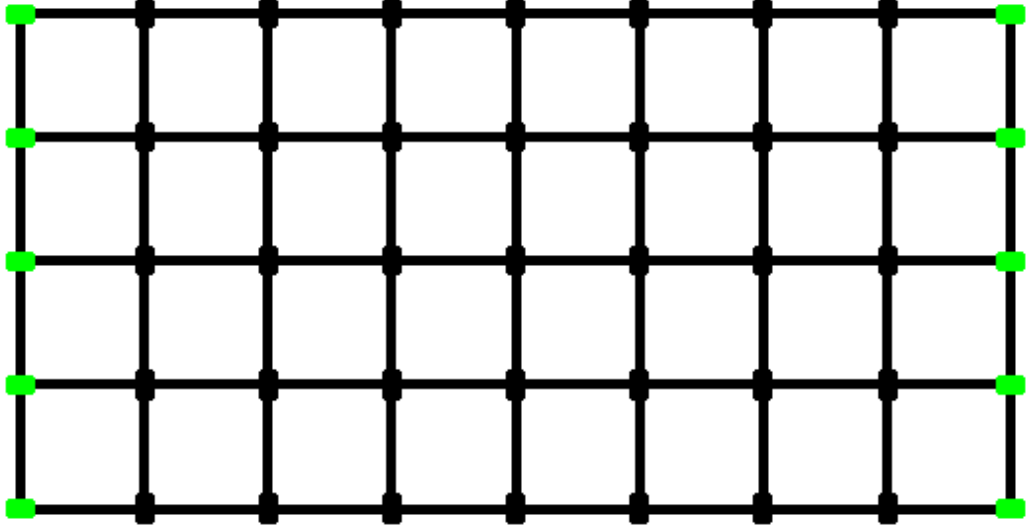
3.2.9 Diğer Analizler

affiliated with the Bu analizlere ek olarak aşağıda planları belirtilen 20 x 40 ve 20 x 60 metrelik binalar için projeler için ek analizler yapılmıştır ve sonuçları aşağıdaki tabloda ve grafik olarak gösterilmektedir.

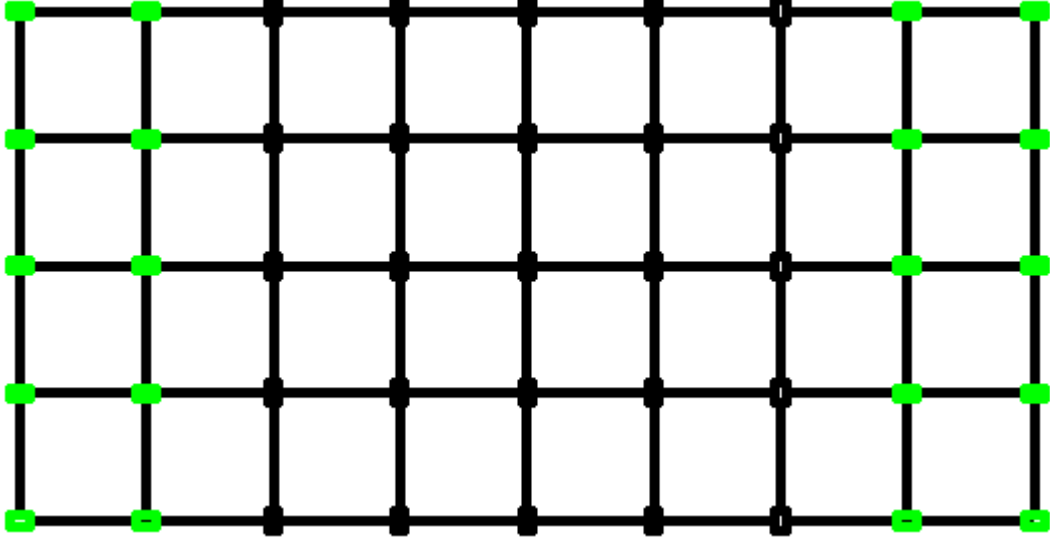
20 x 40 ölçülerindeki olan yapıda 1 nolu sonuç tüm akslarda kolonların uzun ekseninin y ye baktığı Şekil 4.43 deki durumdur. Şekil 4.44 tabloda 2 nolu yapıyı, Şekil 4.45 3 nolu yapıyı , Şekil 4.46 4 nolu yapıyı, Şekil 4.47 5 nolu yapıyı, Şekil 4.48 6 nolu yapıyı temsil etmektedir. Şekillerden görüleceği üzere dıştan işe doğru aksların birer birer yönleri değiştirilmiştir



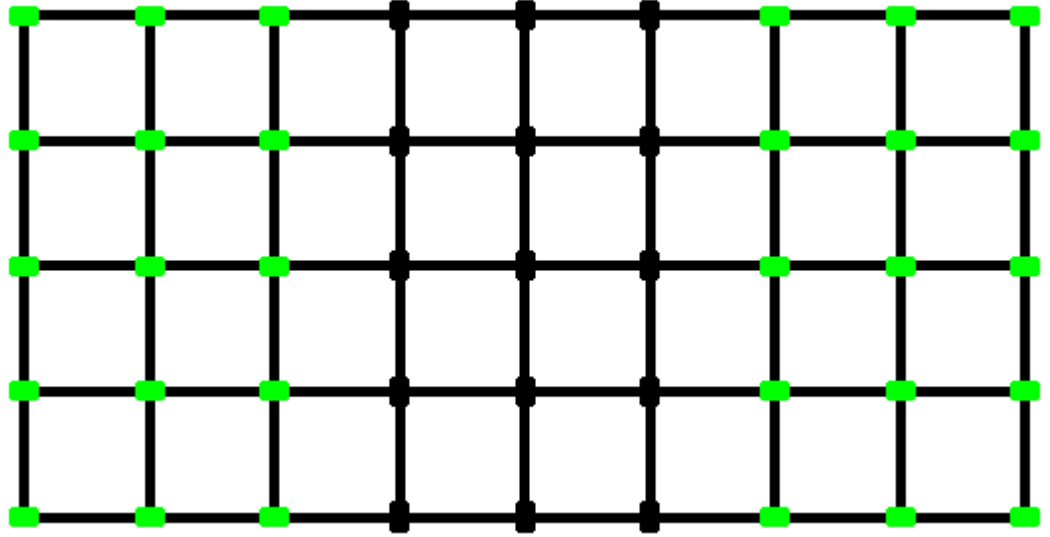
Şekil 3.63 40x20 lik bina için 1 nolu kolon yerleşimi



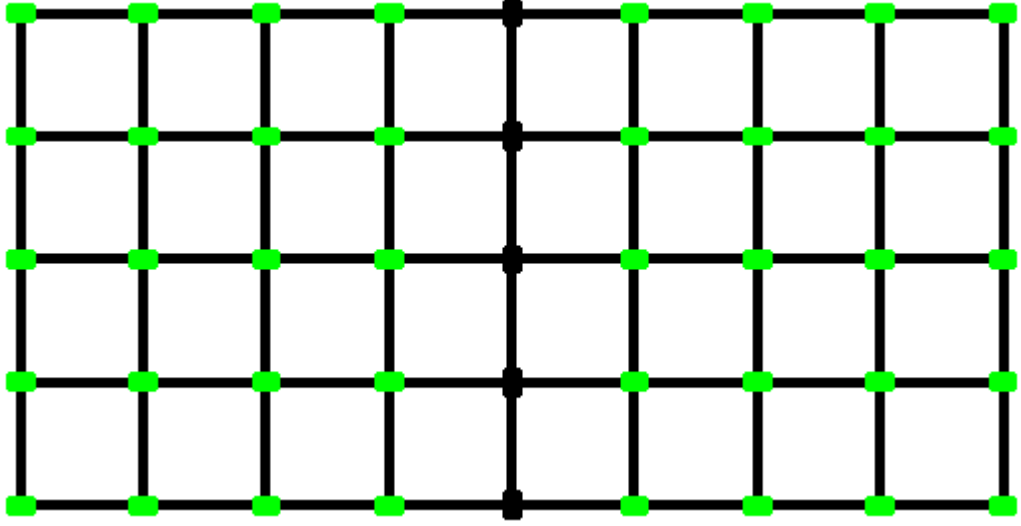
Şekil 3.64 40x20 lik bina için 2 nolu kolon yerleşimi



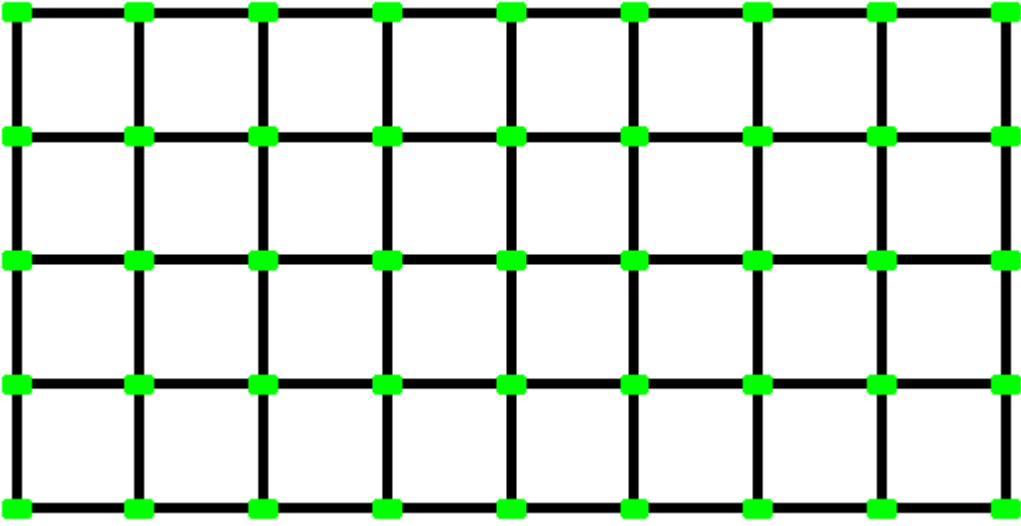
Şekil 3.65 40x20 lik bina için 3 nolu kolon yerleşimi



Şekil 3.66 40x20 lik bina için 4 nolu kolon yerleşimi



Şekil 3.67 40x20 lik bina için 5 nolu kolon yerleşimi

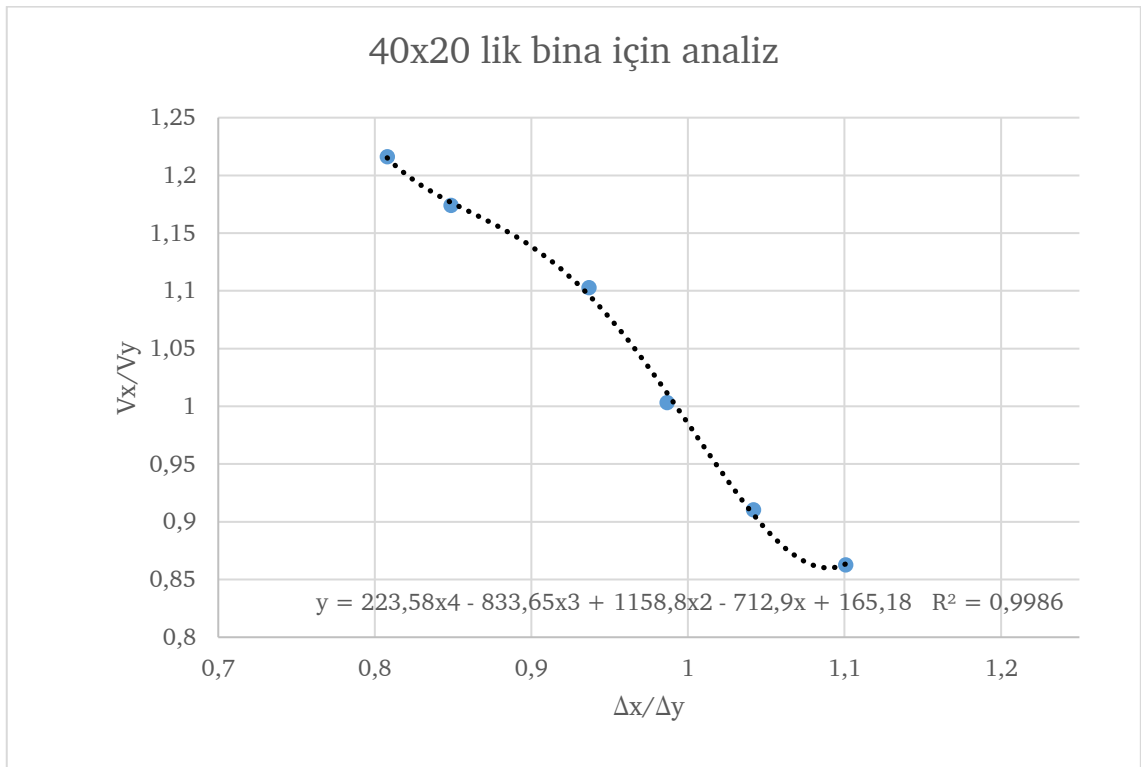


Şekil 3.68 40x20 lik bina için 6 nolu kolon yerleşimi

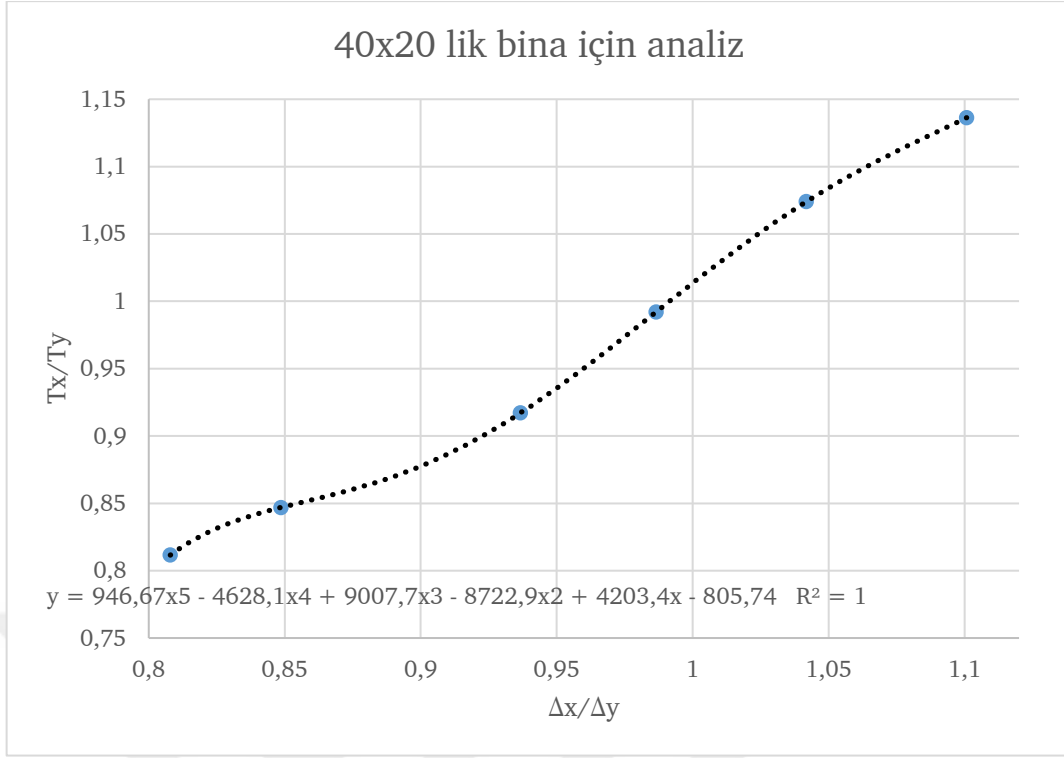
Tablo 3.33 Analizi yapılan 40x20 lik binanın aşamalı kolon oryantasyonu değişiminin verileri

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
1	0,3003	4	0,0306	0,0278	1,10072	0,9085	2768,49	3209,05	0,86271	1,70417	1,49976	1,13629
2	0,30023	2	0,0299	0,0287	1,04181	0,95987	2849,38	3129,69	0,91044	1,65794	1,54377	1,07395
3	0,30016	1,14286	0,0294	0,0298	0,98658	1,01361	3043,36	3033,49	1,00325	1,58449	1,59706	0,99213
4	0,30009	0,66667	0,0281	0,03	0,93667	1,06762	3155,68	2861,14	1,10295	1,52044	1,65782	0,91713
5	0,30002	0,36364	0,0269	0,0317	0,84858	1,17844	3253,62	2771,39	1,174	1,46422	1,72895	0,84689
6	0,29998	0,25	0,0265	0,0328	0,80793	1,23774	3317,19	2727,5	1,2162	1,4371	1,77074	0,81158

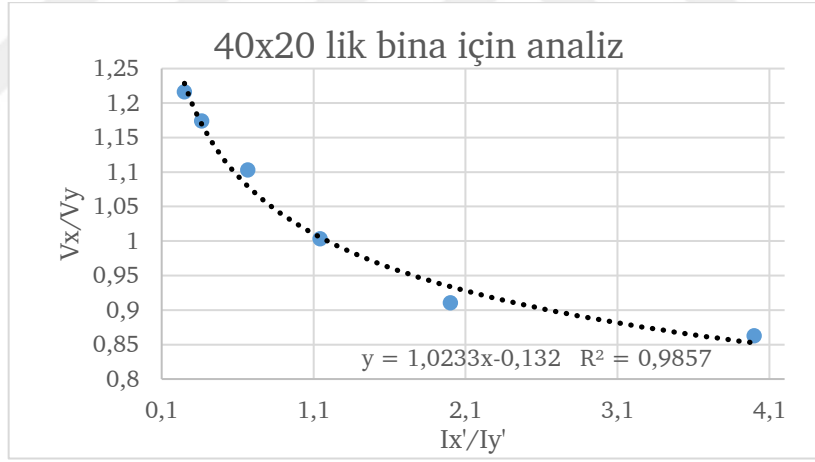
Tablodaki verilerin grafiğe işlenmiş hali aşağıda mevcuttur.



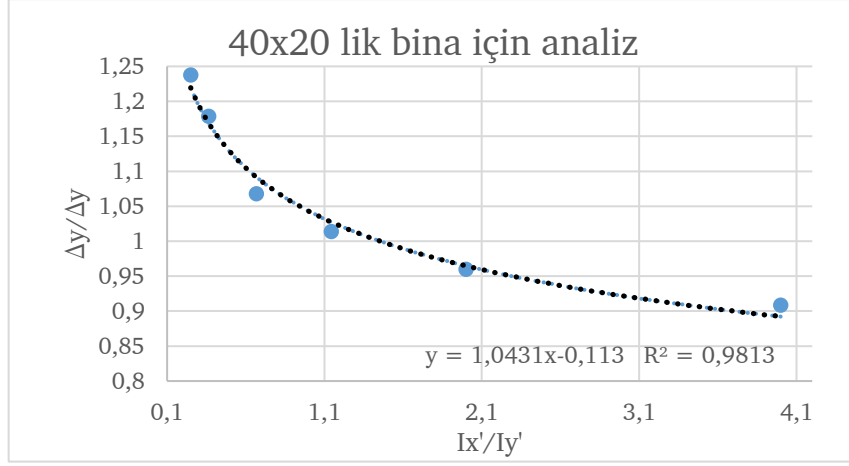
Şekil 3.69 40x20 bina için Taban kesme kuvveti oranı ile deplasman oranı grafiği



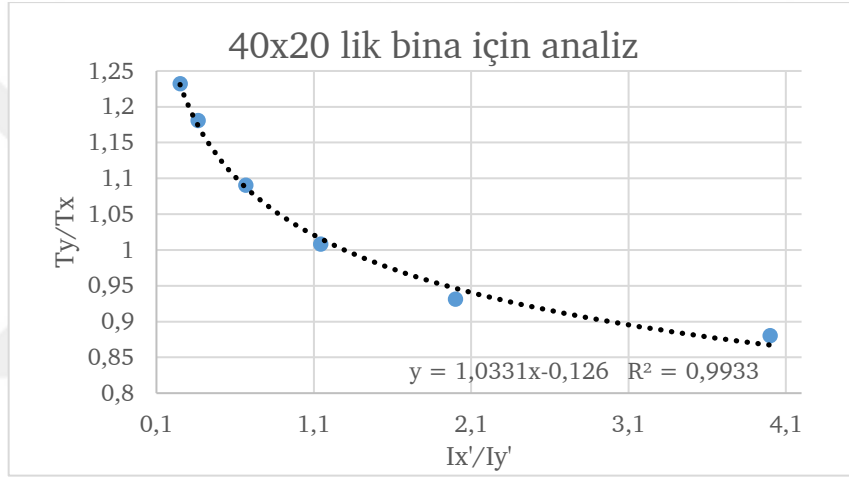
Şekil 3.70 40x20 bina için periyot oranı ile deplasman oranı grafiği



Şekil 3.71 40x20 bina için taban kesme kuvveti oranı ile atalet momenti oranı grafiği

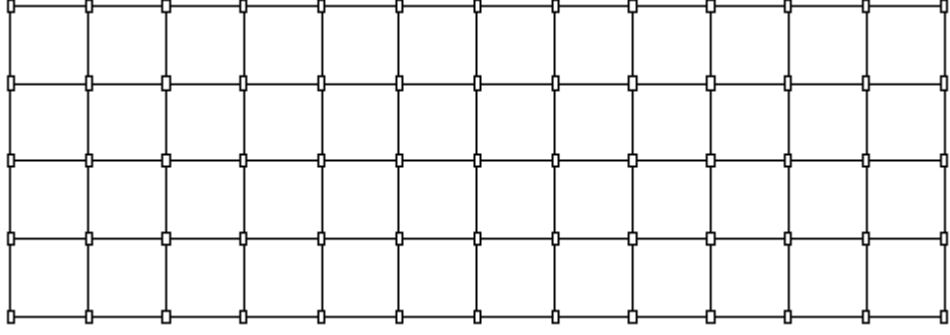


Şekil 3.72 40x20 bina için deplasman oranı ile atalet momenti oranı grafiği

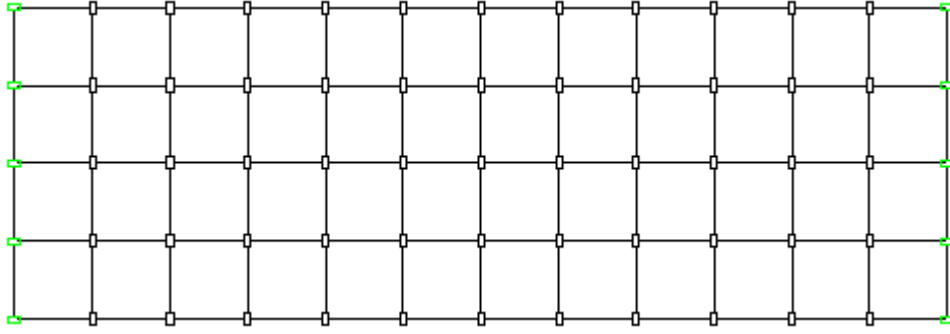


Şekil 3.73 40x20 bina için periyot oranı ile atalet momenti oranı grafiği

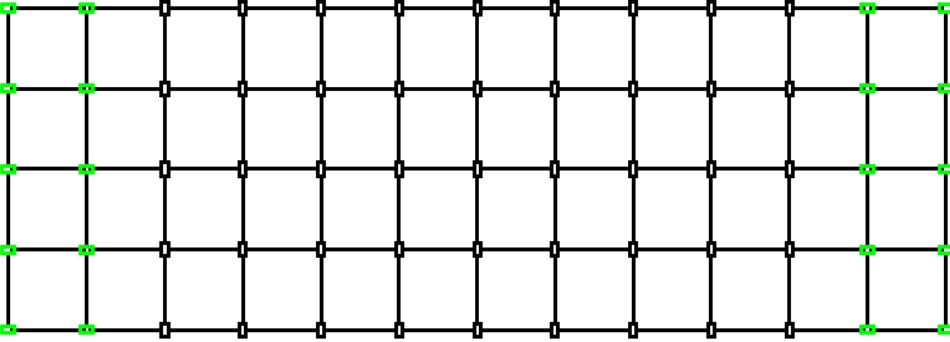
60 x 20 lik bina için yukarıdaki gibi ilk olarak tüm kolonların y ekseninde uzun kenarı olacak şekilde başlamış olup sonrasında her aksın yerleri değiştirilerek tüm değerler tabloya işlenmiştir.



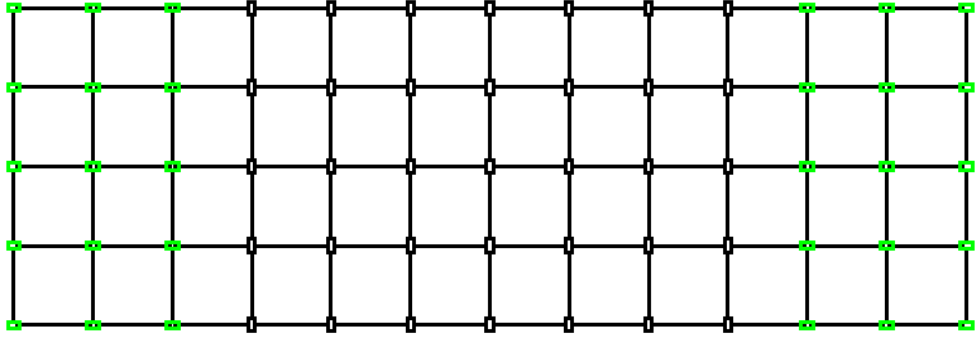
Şekil 3.74 60x20 lik bina için 1 nolu kolon yerleşimi



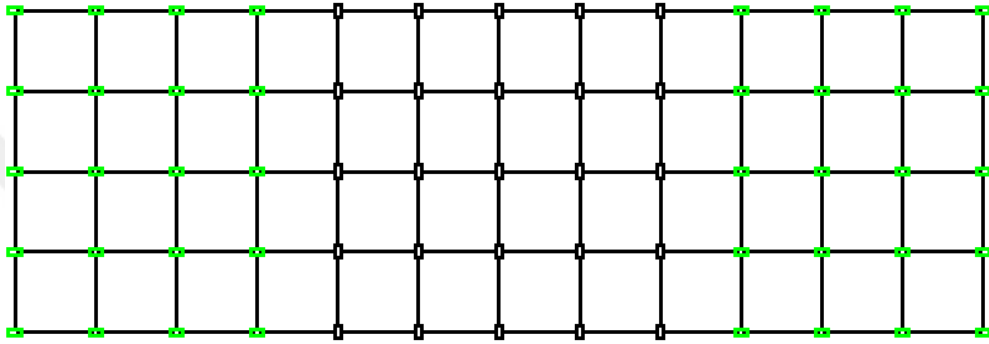
Şekil 3.75 60x20 lik bina için 2 nolu kolon yerleşimi



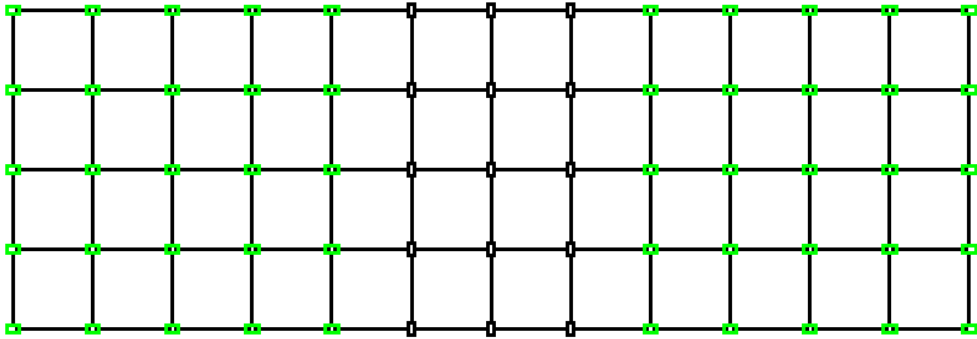
Şekil 3.76 60x20 lik bina için 3 nolu kolon yerleşimi



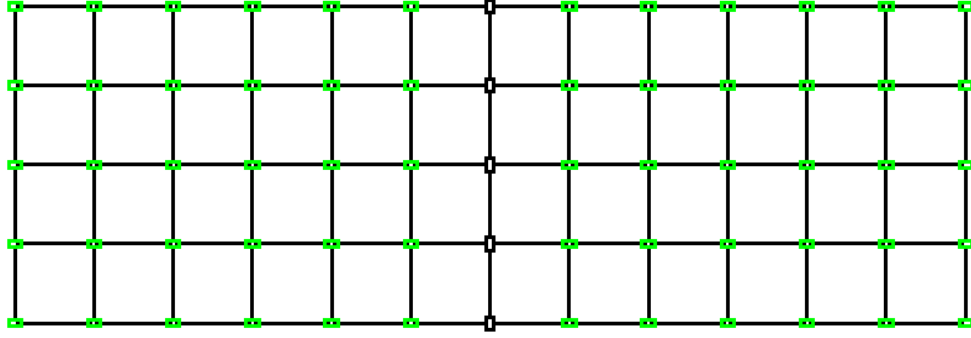
Şekil 3.77 60x20 lik bina için 4 nolu kolon yerleşimi



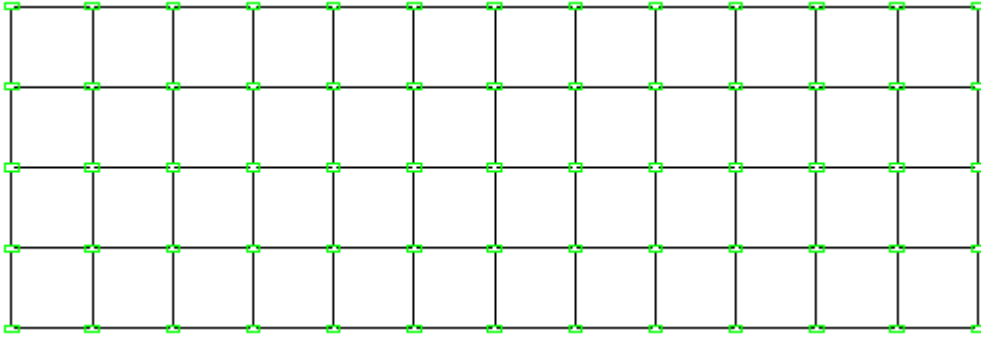
Şekil 3.78 60x20 lik bina için 5 nolu kolon yerleşimi



Şekil 3.79 60x20 lik bina için 6 nolu kolon yerleşimi



Şekil 3.80 60x20 lik bina için 7 nolu kolon yerleşimi

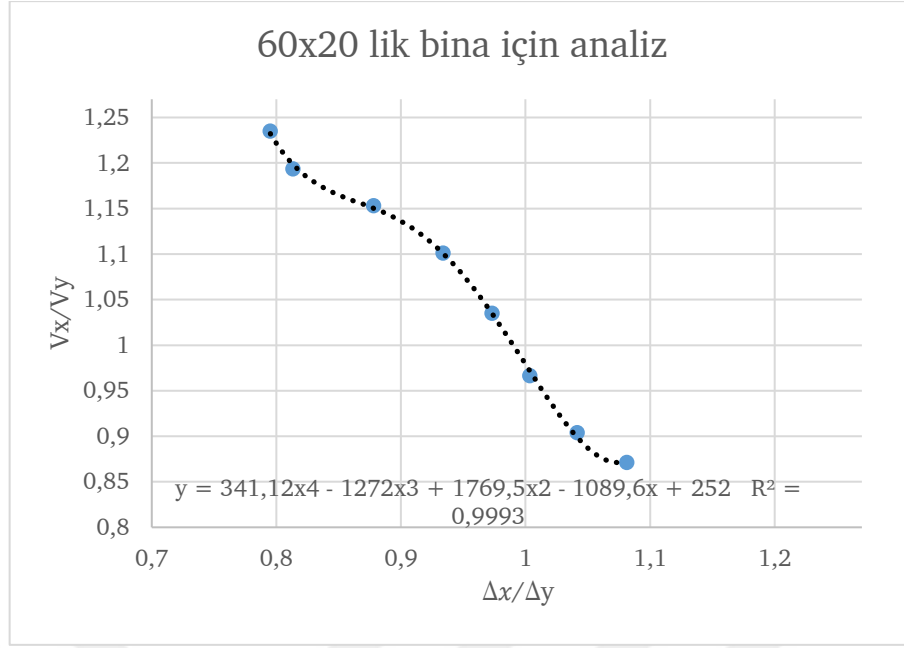


Şekil 3.81 60x20 lik bina için 8 nolu kolon yerleşimi

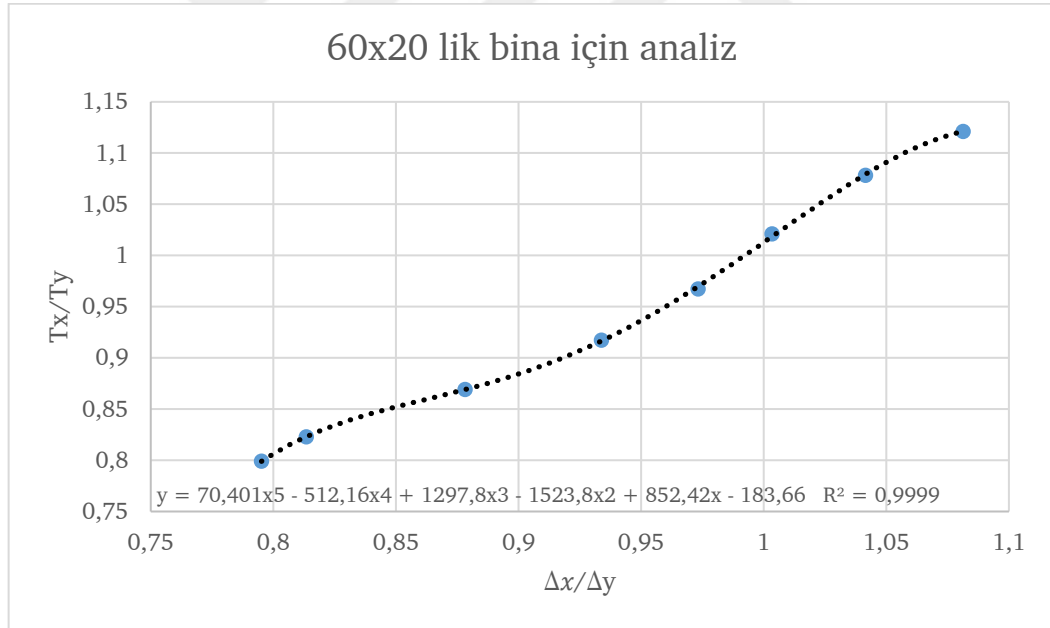
Tablo 3.34 Analizi yapılan 60x20 lik binanın aşamalı kolon oryantasyonu değişiminin verileri

	I_x/I_y	I_x'/I_y'	Δ_x	Δ_y	Δ_x/Δ_y	Δ_y/Δ_x	V_x	V_y	V_x/V_y	T_x	T_y	T_x/T_y
1	0,143	4	0,0306	0,0283	1,08127	0,92484	4121,25	4730,43	0,87122	1,70396	1,51996	1,12105
2	0,14298	2,42105	0,0301	0,0289	1,04152	0,96013	4202,03	4648,07	0,90404	1,67146	1,55024	1,07819
3	0,14296	1,6	0,0297	0,0296	1,00338	0,99663	4401,71	4554,11	0,96654	1,61871	1,58559	1,02088
4	0,14294	1,09677	0,0291	0,0299	0,97324	1,02749	4561,33	4407,53	1,03489	1,57106	1,624	0,9674
5	0,14292	0,75676	0,0282	0,0302	0,93377	1,07092	4674,09	4245,73	1,10089	1,52799	1,66606	0,91713
6	0,1429	0,51163	0,0274	0,0312	0,87821	1,13869	4777,44	4143,58	1,15297	1,48867	1,71266	0,86922
7	0,14288	0,32653	0,0266	0,0327	0,81346	1,22932	4870,56	4080,48	1,19363	1,45251	1,7653	0,82281
8	0,14287	0,25	0,0264	0,0332	0,79518	1,25758	4946,35	4004,87	1,23508	1,43452	1,79506	0,79915

Verilerin grafikleştirilmiş hali aşağıda mevcuttur

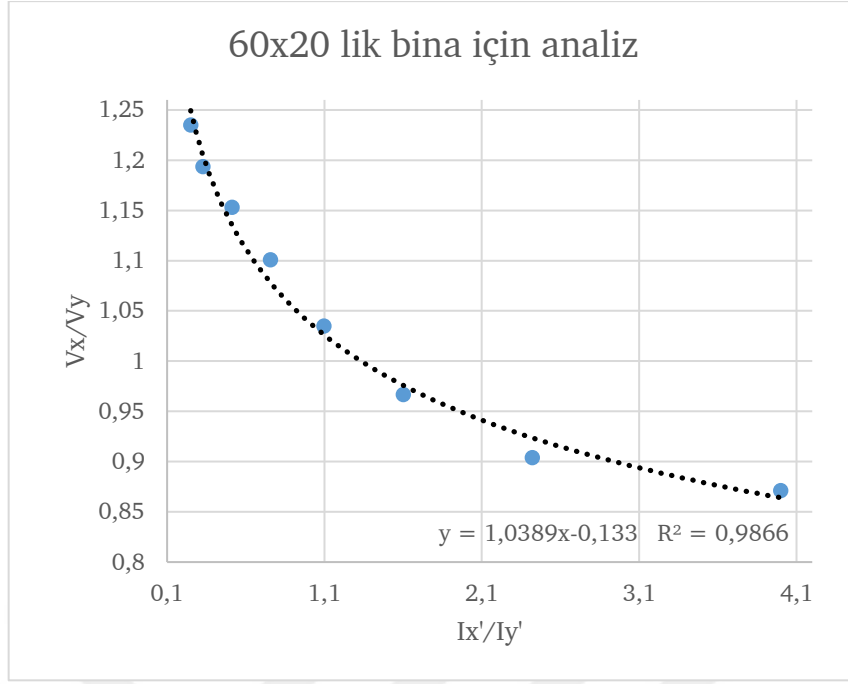


Şekil 3.82 60x20 lik bina için Taban kesme kuvveti oranı ile deplasman oranı grafiği

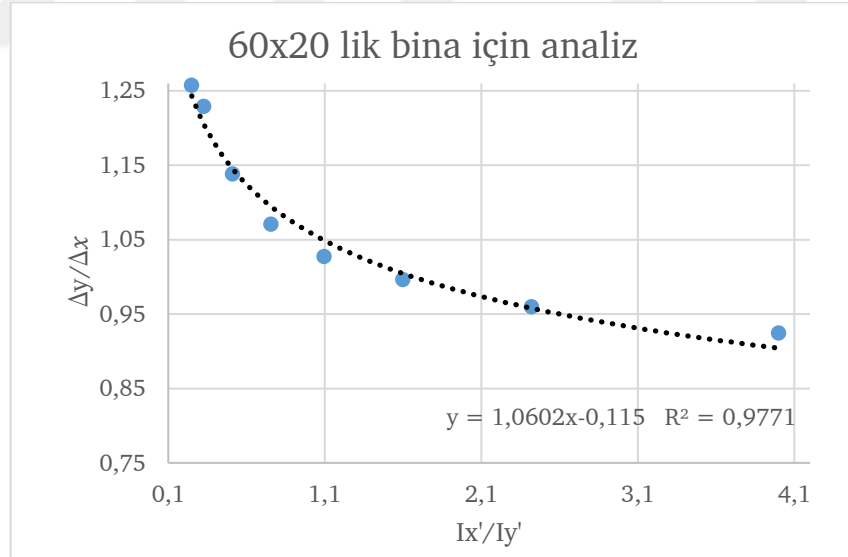


Şekil 3.83 60x20 lik bina için Periyot oranı ile deplasman oranı grafiği

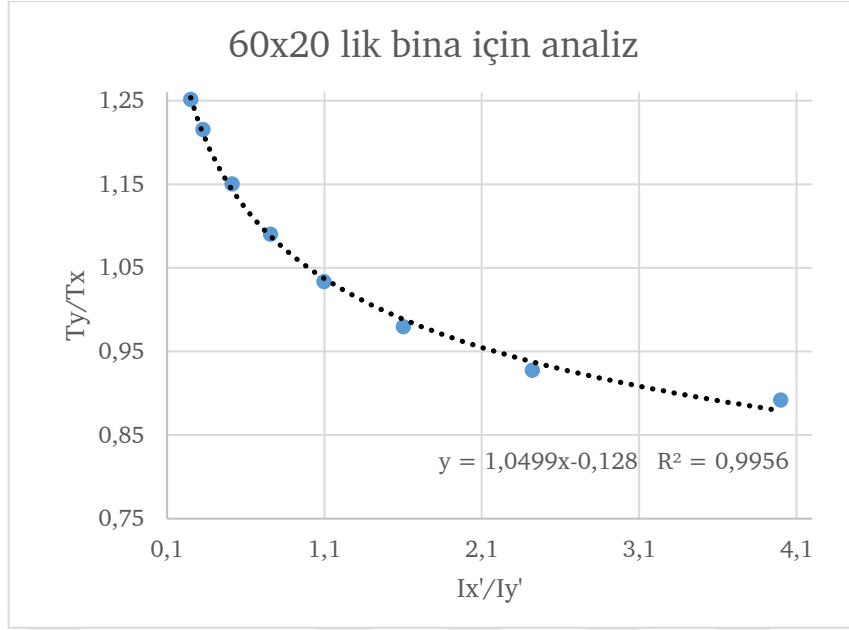
Yukarıda grafiklerde gözüktüğü üzere periyot deplasman değerleri arasında doğru orantı var olup taban kesme kuvvetleri ve deplasman arasında ters orantı vardır.



Şekil 3.84 60x20 lik bina için taban kesme kuvveti oranı ile atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.85 60x20 lik bina için deplasman oranı ile atalet momenti oranı grafiği



Şekil 3.86 60x20 lik bina için periyot oranı ile atalet momenti oranı grafiği

Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında periyot oranının 1 olması durumunda deplasman ve taban kesme kuvveti oranlarında 1 olduğu görülmektedir. Bu durum ise yapının her iki ekseninde eşit rijitliğe sahip olduğu optimum yerleşim durumudur.

Yapılarımızdaki ağırlık merkezine göre atalet momenti I_x ve I_y , $I_x = I_x' + Ay^2$ ve $I_y = I_y' + Ax^2$ formülleri ile tanımlandığından eşitlikteki Ay^2 ve Ax^2 kısımları I_x' ve I_y' kısmından çok büyük çıkması sebebiyle I_x ve I_y değerleri I_x ve I_y hesabında çok büyük bir değişiklik oluşturmamaktadır. Bu sebeple I_x/I_y oranı yapıların kolon oryantasyonu major bir değişiklik göstermemektedir.

Analiz sonuçlarına göre binanın x eksenine göre uzunluğu arttıkça yapının optimum olduğu kolon yerleşimi için gereken I_x/I_y oranının arttığı görülmektedir. Ek olarak Δ_x/Δ_y ile T_x/T_y doğru orantılıdır ve aralarında polinomsal bir ilişki olduğu Δ_x/Δ_y ile V_x/V_y arası ise ters orantılı olup aralarında polinomsal bir ilişki olduğu gözükmemektedir. Ayrıca Δ_x/Δ_y ile T_x/T_y oranlarının ve Δ_y/Δ_x ile V_x/V_y değerlerinin birbirlerine yakın olduğu analiz sonuçlarında gözükmemektedir.

- [1] *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, Resmi Gazete, 2018.
- [2] A. K. Chopra, «Yapı Dinamiği,» %1 içinde *Yapı Dinamiği*, Ankara, Palme Yayıncılık, 2015, p. 9.
- [3] H. Sharath and H. L. Sonawadekar, "The Effect of Change in the Orientation of Column on the Seismic Respose of Building Frames," *The IUP Journal of Structural Engieering*, vol. 8, no. 03, pp. 7-15, 2015.
- [4] J. A. Tajzadah and P. V. V. Agrawal, "Effect of Column Size Shape and Orientation on Seismic Performance of RC building," *JETIR*, vol. 6, no. 5, pp. 33-38, 2019.
- [5] S. Yaman, H. Tekeli ve F. Demir, «Betonarme Binalarda Perde Yeri Değişiminin Bina Performansına Etkisi,» *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, no. 16, pp. 194-204, 2019.
- [6] S. S. Ladvikar and A. R. Mundhada, "Effect of Different Column Shapes on Seismic Performance of Buildings," *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*, vol. 3, no. 12, pp. 8-11, 2016.
- [7] Karthikeyan, Kalaivaani, Johnpaul, Sangeetha, Ilayaraja and Abiraami, "Study on Structural Behaviour of Column with Different Orientation: Structural and Aesthetic View," *Materials Today: Proceedings*, pp. 1-9, 2020.
- [8] M. Kızıllkan, "Investing the Effect of Column Orientations on Minimum Weight Design of Steal Frames," ODTÜ, Ankara, 2010.
- [9] B. S. Prasanth and J. Simon, "Study on Behaviour of Asymmetric Building with Different Column Sections under Seismic Loading," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 9, no. 30, pp. 1-5, 2016.
- [10] B. Shah ve P. Patel, «The Effect of Column Shape on Seismic Performance of 3D RC Framed Structures with and Without Infill Walls Using Pushover

Analysis,» *WIT Transactions on The Built Enviroment Earthquake Resistant Engineering Structures V*, cilt 81, pp. 219-228, 2005.

- [11] M. Irfanullah and V. B. Patil, "Seismic Evaluation of RC Framed Buildings with Influence of Masonry Infill Panel," *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 117-120, 2013.



Konferans Bildirileri

1. Z. Kutug ve A. E. Avcı, «A Study About Criteria of Determination for Column Moment of Inertia of Buildings Under the Effect of Earthquake,» *2nd International Graduate Studies Congress* , 2022.

