

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI YAPILARDA GEOMETRİK VE YÜK DÜZENSİZLİKLERİNİN
DİNAMİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gürkan TOPTAŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

NİSAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI YAPILARDA GEOMETRİK VE YÜK DÜZENSİZLİKLERİNİN
DİNAMİK ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gürkan TOPTAŞ
(501081086)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Bahattin KİMENÇE

NİSAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501081086 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Gürkan TOPTAŞ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇOK KATLI YAPILARDA GEOMETRİK VE YÜK DÜZENSİZLİKLERİNİN DİNAMİK ANALİZİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Öğr. Gör.Dr. Bahattin KİMENÇE**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof.Dr. Ünal ALDEMİR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İrfan COŞKUN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **19 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **26 Ocak 2012**

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, son dönemde ülkemizde yaygınca kullanılmaya başlanan kat bahçesi uygulamasının çok katlı yapılara etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma yapılırken 4 farklı bina tipi seçilmiş ve her bina tipi için 4 farklı kat sayısı oluşturulmuştur

Bu çalışmada bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan, değerli danışman hocam Öğr. Gör. Dr. Bahattin KİMENÇE'ye, maddi ve manevi tüm desteklerinden dolayı aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Nisan 2012

Gürkan TOPTAŞ
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL LİSTESİ	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI	3
2.1 Yapı Sisteminin Depreme Göre Hesabı	4
2.1.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	4
2.1.1.1 Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulama sınırları	5
2.1.1.2 Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi	5
2.1.1.2.1 Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı	5
2.1.1.2.2 Spektral ivme katsayısı ($A(T)$).....	6
2.1.1.2.3 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0).....	6
2.1.1.2.4 Bina önem katsayısı (I)	7
2.1.1.2.5 Spektrum katsayısı($S(T)$)	7
2.1.1.2.6 Deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$)	8
2.1.1.3 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi.....	8
3. TAŞIYICI SİSTEM DÜZENLİLİKLERİ.....	9
3.1 Planda Düzensizlik Durumları	9
3.1.1 Burulma düzensizliği durumu	9
3.1.2 Döşeme süreksizliği durumu-A2 düzensizliği	11
3.1.2.1 Döşemeleri rijit diyafram olarak çalışan yapılar	12
3.1.2.1 Döşemeleri rijit diyafram olarak çalışmayan yapılar	13
3.1.3 Planda çıktıların bulunması-A3 düzensizliği	14
3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları-B Türü Düzensizlikler.....	14
3.2.1 B1-komşu katlar arası dayanım düzensizlikleri (zayıf kay).....	14
3.2.2 B2-komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	15
3.2.3 B3-taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği	15
3.3 Taşıyıcı Sistem Seçim İlkeleri.....	17
4. İNCELENEN YAPILAR.....	21
4.1 İncelemede Esas Alınan Yapıların Tanıtımı	21
4.1.1 Analizlerin incelenmesi.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ.....	55

KISALTMALAR

A.B.Y.Y.H.Y : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar	5
Çizelge 2.2 : Hareketli yük katılım katsayısı.....	6
Çizelge 2.3 : Etkin yer ivmesi katsayısı.....	6
Çizelge 2.4 : Bina önem katsayısı.....	7
Çizelge 2.5 : Spektrum karakteristik periyotları.....	7
Çizelge 2.6 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	8
Çizelge 3.1 : Taşıyıcı sistem seçiminde yapılan uygun ve uygun olmayan uygulamalar	18
Çizelge 4.1 : Yapı ve model adlandırılması.....	22
Çizelge 4.2 : Tip1-15,tip2-15,tip3-15,tip4-15 katlı yapıların ağırlıkları(kN),birinci doğal titreşim periyodu(sn),eşdeğer deprem kuvvetleri(kN) ve ek deprem kuvvetleri(kN).	31
Çizelge 4.3 : 15 katlı yapıların maksimum göreceli kat öteleme değerleri(mm).....	32
Çizelge 4.4 : 17 katlı yapıların maksimum göreceli kat öteleme değerleri(mm).....	32
Çizelge 4.5 : 19 katlı yapıların maksimum göreceli kat öteleme değerleri(mm).....	33
Çizelge 4.6 : 21 katlı yapıların maksimum göreceli kat öteleme değerleri(mm).....	33
Çizelge 4.7 : 15 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).....	34
Çizelge 4.8 : 17 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).....	34
Çizelge 4.9 : 19 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).....	35
Çizelge 4.10 : 21 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).....	35
Çizelge 4.11 : 15 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet (N) ve moment (M) değerleri(kN)(mm)	36
Çizelge 4.12 : 15 katlı yapılardaki K12 kirişinin maksimum kesme kuvvet (V) ve moment (M) değerleri(kN)(mm).	36
Çizelge 4.13 : 19 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet (N) ve moment (M) değerleri(kN)(mm).	37
Çizelge 4.14 : 19 katlı yapılardaki K12 kirişinin maksimum kesme kuvvet (V) ve moment (M) değerleri(kN)(mm)..	37
Çizelge 4.15 : C14 kolonun 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. Kattaki göreceli normal kuvvet ve moment değerleri.....	49
Çizelge 4.16 : K12 kirişi 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. kattaki göreceli kesme kuvveti ve moment değerleri.	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Kaydırılmış kütle merkezleri.....	11
Şekil 3.2 : A2 döşeme düzensizliği.....	12
Şekil 3.3 : Kaydırılmış kütle merkezi.	13
Şekil 3.4 : Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.	16
Şekil 4.1 : Tip1,tip2,tip3,tip4 için bodrum kat planları.	23
Şekil 4.2 : Tip1 için kat planı.	24
Şekil 4.3 : Tip2 için bahçeli kat planı.	25
Şekil 4.4 : Tip2 için bahçesiz kat planı.....	26
Şekil 4.5 : Tip3 için bahçeli kat planı.	27
Şekil 4.6 : Tip3 için bahçesiz kat planı.....	28
Şekil 4.7 : Tip4 için bahçeli kat planı.	29
Şekil 4.8 : Tip4 için bahçesiz kat planı.....	30
Şekil 4.9 : 15 katlı binanın x yönü taban kesme kuvveti.	38
Şekil 4.10 : 15 katlı binanın y yönü taban kesme kuvveti.	38
Şekil 4.11 : 17 katlı binanın x yönü taban kesme kuvveti.	39
Şekil 4.12 : 17 katlı binanın y yönü taban kesme kuvveti.	39
Şekil 4.13: 15 katlı binanın x yönü maksimum görelî kat ötelemesi.....	40
Şekil 4.14: 15 katlı binanın y yönü maksimum görelî kat ötelemesi.....	40
Şekil 4.15: 17 katlı binanın x yönü maksimum görelî kat ötelemesi.....	41
Şekil 4.16: 17 katlı binanın y yönü maksimum görelî kat ötelemesi.....	41
Şekil 4.17: 15 katlı binanın x yönü maksimum yerdeğiştirmesi.	42
Şekil 4.18: 15 katlı binanın y yönü maksimum yerdeğiştirmesi.	43
Şekil 4.19: 21 katlı binanın x yönü maksimum yerdeğiştirmesi.	43
Şekil 4.20: 21 katlı binanın y yönü maksimum yerdeğiştirmesi.	43
Şekil 4.21 : 15 katlı binanın C14 kolonun normal kuvveti.....	44
Şekil 4.22 : 19 katlı binanın C14 kolonun normal kuvveti.....	45
Şekil 4.23 : 15 katlı binanın C14 kolonun moment değeri.....	45
Şekil 4.24 : 19 katlı binanın C14 kolonun moment değeri.....	46
Şekil 4.25 : 15 katlı binanın K12 kirişinin kesme kuvveti değeri.	47
Şekil 4.26 : 19 katlı binanın K12 kirişinin kesme kuvveti değeri.	47
Şekil 4.27 : 15 katlı binanın K12 kolonun moment değeri.....	48
Şekil 4.28 : 19 katlı binanın K12 kolonun moment değeri.....	48

SEMBOL LİSTESİ

A(T)	= Spektral ivme katsayısı
A_o	= Etkin yer ivmesi katsayısı
A_t	= Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında kullanılan eşdeğer alan [m ²]
A_{wj}	= Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin brüt enkesit alanı [m ²]
B_a	= Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	= Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	= Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_B	= Mod Birleştirme Yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_D	= B _B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
C_t	= Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
D_i	= Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta ± %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_{fi}	= Binanın i'inci katında F _{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_i	= Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
F_{fi}	= Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
F_i	= Eşdeğer deprem yüğü yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
f_e	= Mekanik ve elektrik donanımının kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yüğü
g	= Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
g_i	= Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	= Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrumkatlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği) [m]
H_N	= Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin katdöşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik) [m]
h_i	= Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	= Bina Önem Katsayısı
ℓ_{wj}	= Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin, gözönüne alınan deprem doğrultusunda çalışan uzunluğu [m]
m_i	= Binanın i'inci katının kütlesi (m _i = w _i / g)

- m_{qi} = Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
- N = Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
- n = Hareketli Yük Katılım Katsayısı
- q_i = Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
- R = Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
- $R_a(T)$ = Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
- $S(T)$ = Spektrum Katsayısı
- $S_{pa}(T_r)$ = r'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı [m/s^2]
- T = Bina doğal titreşim periyodu [s]
- T_1 = Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
- T_{1A} = Binanın amprik bağıntı ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu [s]
- T_A, T_B = Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
- T_r, T_s = Binanın r'inci ve s'inci doğal titreşim periyotları [s]
- $V_i (*)$ = Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın l'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
- V_t = Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
- V_{tB} = Mod Birleştirme Yönteminde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
- W = Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
- w_e = Mekanik veya elektrik donanımının ağırlığı
- w_i = Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
- Y = Mod Birleştirme Yönteminde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
- Δ_i = Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
- $(\Delta_i)_{max}$ = Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
- $(\Delta_i)_{ort}$ = Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
- ΔF_N = Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yüğü
- η_{bi} = i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
- η_{ci} = i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
- η_{ki} = i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
- q_i = i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri

ÇOK KATLI YAPILARDA GEOMETRİK VE YÜK DÜZENSİZLİKLERİNİN DİNAMİK ANALİZİ

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, son zamanlarda uygulanmaya başlanan çok katlı yapılarda, kat bahçesi uygulamasından dolayı meydana gelen geometrik ve yük düzensizliklerinin ETABS programı yardımıyla dinamik analizleri yapılarak uygulamaların binaya etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada 1 adet kat bahçesiz, 3 adet de kat bahçeli 4 farklı bina yapısının 15, 17, 19 ve 21’er katlı olmak üzere 4 farklı kat adedi için analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda binalarda depremden dolayı meydana gelen kat ötelemeleri, deprem kuvvetleri gibi değerleri ve binalardan 1’er adet seçilen kolon ve kirişlerinde meydana gelen kesit tesir değerleri ETABS programından alınmıştır.. Alınan veriler, EXCEL programı yardımıyla tablo ve grafiklere dönüştürülerek karşılaştırmalı ve detaylı incelemeler yapılmıştır.

Tezin ilk bölümde son yıllarda Türkiyede meydana gelen depremler ve bunların etkisi anlatılmıştır. Meydana gelen bu depremlerde oluşan yapısal hasarlardan dolayı önem kazanan depreme dayanıklı yapı tasarım ilkesinin özelliklerinden bahsedilmiştir. Günümüzde insanlar yaşadıkları mekânların estetik, ekonomik ve çok fonksiyonlu olmasını istemektedir. Bunun sonucu olarak da simetrik olmayan, geometrisi düzensiz, depreme karşı yeteri kadar rijit olmayan yapı tipleri ortaya çıkmaktadır. Yapının planlama aşamasındayken mimari tasarımda yapılan hatalar, yanlış geometri seçimleri, estetik ve görünüş kaygıları nedeniyle yapılan yanlış düzenlemeler, yapıyı deprem karşısında önemli ölçüde riske sokmaktadır. Depremlerde hasar gören yapıların hasar nedenleri bazen doğrudan doğruya mimari tasarım ile bağlantılı olmaktadır. Mimari tasarımda olabildiğince özgür davranmak, normal koşullarda bile taşıyıcı sistem düzenlemesinde güvenli bir çözümü güçleştirmektedir. Buna deprem etkileri de eklendiği zaman taşıyıcı sistem davranışında çok daha önemli problemlerle karşılaşmaktadır. Bu bölümde bu problemlerinin nedenlerinden bahsedilmektedir.

İkinci bölümde, depreme dayanıklı yapı tasarımının öneminden ve kullanılan hesap yöntemleri anlatılmıştır. Bu bölümde depreme dayanıklı yapı tasarımının temel ilkeleri olan yeterli dayanım, yeterli rijitlik, yeterli süneklik ve yeterli sönüm kavramlı açıklanmıştır. Daha sonra depreme dayanıklı yapı tasarımı için kullanılan hesap yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu hesap yöntemleri yeni deprem yönetmeliğine göre; eş değer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi olmak üzere 3 ana başlıktan oluşmaktadır. Bu hesap yöntemleri için kullanılacak olan formüller ve sabit katsayılar hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde, taşıyıcı sistem düzensizliklerinden dolayı meydana gelen düzensizliklerden bahsedilmiştir. Bu bölümde ilk olarak yapıların depreme karşı davranışlarını olumsuz yönde etkileyen ve bu nedenle tasarımından ve yapımından

kaçınılması gereken düzensizlikleri içeren yapılar hakkında bilgi verilmiştir. Yapıda düzensizlikler, planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlikler olmak üzere 2 ana başlık da incelenmiştir. Daha sonra bu düzensizliklere dikkat edilerek taşıyıcı sistem seçiminin önemi ve taşıyıcı sistem seçilirken dikkat edilmesi gereken hususlar hakkında bilgiler verilmiştir. Bir yapının seçilen taşıyıcı elemanları ya da taşıyıcı sistemi, öncelikle mimari tasarıma ve yapının kullanım amacına uygun olmalıdır. Taşıyıcı elemanlar ne az kullanılmalı ne de yapıyı ağırlaştırmalıdır. Sistem makine, elektrik tesisatlarına kolay kullanım imkânı vermelidir. Sistem elemanları, ısı ve ses köprüsü oluşturmamalı, yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Gerekliyorsa korunmalıdır. Bununla birlikte, en önemlisi de, olası bir deprem dâhil bütün yüklere karşı yapı yeterli dayanımı göstermelidir

Dördüncü bölümde, son dönemlerde ülkemide uygulanmaya başlanan kat bahçesi uygulanmasından dolayı meydana gelen yük ve mimari düzensizliklerin taşıyıcı sistem davranışı üzerinde etkilerini incelemek üzere sayısal örnekler yapılmıştır.. Oluşturulan modellerde kat bahçelerinin değişik yer ve oranları için, kat sayısı parametresi dikkate alınarak, kat bahçesi uygulamasının taşıyıcı sisteme etkisi araştırılmıştır. Yapılarda taşıyıcı sistemi değiştirilmeden sadece planda ve düşeyde değişiklikler yapılmıştır. İncelenen yapıların özelliklerini, mimari planlarını ve uygulama şekilleri hakkında bilgi verilmiştir. Bu bölümde her bina tipi için kat planları mevcuttur. Etabs ile yapılan analizler sonunda ortaya çıkan yapıların ağırlıkları, her iki yönde deprem kuvvetleri, kat ötelemeleri gibi yapıya ait karakteristik özellikler tablolar halinde verilmiştir. Bu tablolar baz alınarak yapıların incelenmesi sonucunda ortaya çıkan analizler grafik yardımı ile bu bölümde yer almaktadır. Bu bölümdeki grafikler binaların x ve y yönünde max kat ötelemeleri, görelî kat ötelemesi, seçilen kolonun normal kuvvet ve moment değerleri, seçilen kirişin kesme kuvveti ve moment değerlerini kapsamaktadır.

Beşinci bölümde, yapılan tüm analizler, tablolar ve grafiklerin sonucunda kat bahçesi uygulamasıyla ilgili sonuç ve önerilere yer verilmiştir. Bu sonuçlar kat bahçesi uygulanacak binanın her iki yönde rijit yapıda olmasına dikkat edilmelidir. Kat bahçesinden dolayı meydana gelecek bina ağırlığındaki artış dikkate alınmalıdır. Özellikle zemini kötü olan bölgelerde kat bahçesi uygulacaksa, kat bahçesi üzerindeki döşemeler kaldırılarak bina ağırlığı dengelenmelidir. Kat bahçeleri tek bir döşemede büyük olacağına ufak döşemelerle binanın simetrisini bozmadan uygulanmalıdır. Kat bahçesi uygulamalarında rijitlik merkezi ile ağırlık merkezlerinin birbirlerinde uzaklaştırılmadan planmalıdır aksi takdirde binada düzensizlikler meydana gelebilir. Özellikle büyük kat bahçesi uygulamaları için proje aşamasındayken belirlenen toprak yükünün uygulama sırasında aşılmasına dikkat edilmelidir. Ağırlık merkezinde meydana gelebilecek değişiklikler büyük sorunlar meydana getirilebilir. Kat bahçesi uygulanacak sistemlerde perdelerin yerleşimi ve oranı çok önemlidir. Çünkü kolon kiriş sisteminde en fazla zorlanmalar moment değerlerinde meydana gelmektedir. Bu moment değerleri düzgün olarak perdelerle paylaştırılarak büyük kolon ve kiriş kesitlerinden kaçılabilir

Sonuç olarak yapılan analizler ile son dönemlerde binalarda uygulanmaya başlanan kat bahçesi uygulamasının avantajları ve dezavantajları irdelenmiştir.

DYNAMIC ANALYSIS OF GEOMETRIC AND LOADS IRREGULARITIES AT TALL BUILDINGS

SUMMARY

Geometric and load unbalances on the high rise apartment blocks with floor garden application are investigated ETABS software by dynamic analysis in this study as master thesis. In this study first floor without garden, 3 floors with floor garden respectively 15,17,19,21 floors are analyzed. Column and beam of the one floor cross section effect value, floor offset and earthquake effect analysis are done on ETABS. Taken values are shown on the EXCEL sheet table and graph and detailed analysis are done.

Nowadays people want aesthetic, economic and multifunctional places to live. And so unsymmetrical, irregular geometry and not sufficient rigidity against earthquake construction design appears result of multi functional design. Architectural faults like wrong arrangement, wrong geometric selections, aesthetic and visual concerns will risk the constructions against earthquakes. Damages are causing directly to the architectural design in the damaged constructions on the earthquake. Being free in the architectural design hardens the secure arrangement of the carrier. And this causes more important problems after adding earthquake effects to carrier system behavior. Main point of earthquake resistant construction design is no damage constructional or non-constructional damage system element in low level earthquakes, limited damage constructional or non-constructional damage system element in medium level earthquakes, providing health security in high level earthquakes.

Rigidity, equilibrium and strength needs to be found to support secure and constant load flow from carrier system to earth for earthquake loads in the construction carrier system. In this case furnishing systems needs to provide rigidity and strength between carrier system and earthquake forces. Besides that construction behavior such as sufficient equilibrium, sufficient damping and sufficient compatibility will be defined. In project and application stage described criteria need to be done for building a safety construction. In this master thesis these calculations done and analyzed in ETABS software to find suitable construction carrier system for floor garden application.

In the first chapter earthquakes happened in last years in Turkey and affects are explained. After constructional damages on the earthquakes, earthquake resistant construction design principle properties are explained. Nowadays people want aesthetic, economic and multifunctional places to live. Architectural faults like wrong arrangement, wrong geometric selections, aesthetic and visual concerns will

risk the constructions against earthquakes. Damages are causing directly to the architectural design in the damaged constructions on the earthquake. Being free in the architectural design hardens the secure arrangement of the carrier. And this causes more important problems after adding earthquake effects to carrier system behavior. Reasons of the problems are explained in this chapter.

In the second chapter importance of earthquake resistant construction design and used calculation methods are explained. Sufficient strength, rigidity and damping concepts are explained for basic principles of earthquake resistant construction design. After that used calculation methods for earthquake resistant construction design is explained. These calculation methods are formed in 3 main methods which are equivalent value earthquake load method, mode combination method and time definition area method. Used formulas and constant factors are explained in this part.

In the third chapter carrier system unconformities are explained. In this part negative effects of the earthquake and methods to prevent these effects are explained. These effects are researched in 2 main titles which are construction unconformities and vertical axis unconformities. And after that importance of carrier system selection against these unconformities are explained. Carrier system elements or carrier system of a construction needs to be applicable to usage area. Carrier system needs to be used not so much and not to be heavy. System needs to let easy usage of machine and electrical installment. System components need to be fire resistant and prevent heat and sound dissipation. If needed, components will be protected. The most important point construction strength needs to be compatible to all loads including earthquake.

In the fourth chapter numerical analysis are done for floor garden application effect in carrier system behavior. Different location and ratio of floor garden in the construction are researched with floor number parameter and floor garden application effect to the carrier system is researched. In these constructions only plan and vertical line is changed. Properties of the researched construction, architectural plans and application ways are explained. Weights of the construction, two way earthquake forces, floor offset are shown on the tables by doing analysis on ETABS. These graphs cover x and y max. floor offset, relative floor offset, selected column normal force and moment values, selected string cut-off force and moment values.

In the fifth part, results and recommendations are given for floor garden application after result of all analysis, tables and graphs. These results are construction needs to be two way rigid for floor garden application. Construction weight needs to be considered because of floor garden application. Especially if floor garden is going to be applied in bad earth area, construction weight needs to be balanced with removing furnishings on the floor garden. Floor garden will be large with one furnishing, so it needs to be with small furnishings without avoiding construction symmetry. Floor garden application need to be planned according to rigidity center and weight, otherwise unconformities will be seen on the construction. Especially earth load will be checked for large floor garden application in the project stage. Changing of the

gravity center will cause big problems. Column arrangement and ratio is very important for floor garden application. Because strains will occur in column and beam system. Moment values needs to be shared to each column and beam equally.

As a result in this study advantages and disadvantages of the floor garden application which is popular in last years are researched with analysis.

1. GİRİŞ

Doğal afet, en geniş anlamı ile insanlara zarar veren olaylara denir. Başka bir ifade ile can ve mal kaybına yol açan doğal olaylardır. Afetin ilk özelliği doğal olması, ikincisi can ve mal kaybına neden olması bir diğeri çok kısa zamanda meydana gelmesi ve son olarak da başladıktan sonra insanlar tarafından engellenememesidir. Bazı afetlerin yeryüzünün nerelerinde daha çok olduğu bilinmektedir. Örneğin deprem, heyelan, çığ, sel, don ve bazı afetlerin sonuçları depremde olduğu gibi doğrudan ve hemen ortaya çıkar. Ama kuraklıkta olduğu gibi bazılarının sonuçları ise uzun bir zaman sonra ve dolaylı olarak görülür.

Ülkemizde son dönemlerde özellikle görüldüğü üzere en büyük maddi ve manevi kayıplarımızı doğal afetler içinden depremler oluşturmaktadır. Bu sebeple son dönemlerde depreme dayanıklı yapı tasarımı konusu, gerek ülkemizde gerekse dünya üzerinde yoğun olarak çalışılan bir konudur. Önemli bir deprem kuşağında bulunan Türkiye' nin alan olarak %92' si, nüfus olarak %95' i aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Büyük bir toprak kısmı bu kuşak üzerinde bulunan ülkemizde, oldukça sık deprem olmakta ve her depremde can ve mal kaybına uğranılmaktadır. Tarihsel ve hatta 1894-1999 yılları arasında oluşmuş daha yakın dönem 66 yıkıcı deprem bunun bir göstergesidir. Özellikle 17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremleri, “meydana getirdiği yıkım, can ve mal kaybı, oluşturduğu şiddetin büyüklüğü” deprem olgusunun Türkiye için önemini bir kez daha ortaya çıkarmışlardır. Bu depremlerde de daha önceki depremlere benzer hasarların oluşmuş olması, Türkiye' de hala “*depreme dayanıklı yapı*” üretilemediğini, oluşmuş depremlerden gerekli dersin çıkarılmadığını göstermektedir.

“Mimari ve taşıyıcı sistemin belirlenmesi”nden oluşan tasarım aşamasında, bölgenin depremselliği kesinlikle göz önüne alınmalı, tasarlanan yapının mimari geometrisi, planı ve taşıyıcı sistemi depreme uygun olmalıdır. Bütün hesap kurallarına uyularak hesaplanmış bir yapının deprem esnasındaki davranışının iyi olamayacağı, başka bir deyişle deprem dayanımının yeterli olamayacağı, iyi bir hesabın yanısıra, mimari ve taşıyıcı sistemin de düzgün seçilmiş ve oluşturulmuş olması gerekmektedir. Dolayısıyla daha başlangıçta mimari tasarımda yapılan hatalar, yanlış geometri seçimleri, estetik ve görünüş kaygıları nedeniyle yapılan hatalı, yanlış geometri seçimleri yapıyı önemli ölçüde riske sokmaktadır.

Oluşan bu riski de taşıyıcı elemanlarla gidermek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle tasarım aşamasında bazı ilkelere uyulması da zorunlu olmaktadır. [1]

Günümüzde insanlar yaşadıkları mekânların estetik, ekonomik ve çok fonksiyonlu olmasını istemektedir. Bunun sonucu olarak da simetrik olmayan, geometrisi düzensiz, depreme karşı yeteri kadar rijit olmayan yapı tipleri ortaya çıkmaktadır. Yapının planlama aşamasındayken mimari tasarımda yapılan hatalar, yanlış geometri seçimleri, estetik ve görünüş kaygıları nedeniyle yapılan yanlış düzenlemeler, yapıyı deprem karşısında önemli ölçüde riske sokmaktadır. Depremlerde hasar gören yapıların hasar nedenleri bazen doğrudan doğruya mimari tasarım ile bağlantılı olmaktadır. Mimari tasarımda olabildiğince özgür davranmak, normal koşullarda bile taşıyıcı sistem düzenlemesinde güvenli bir çözümü güçleştirmektedir. Buna deprem etkileri de eklendiği zaman taşıyıcı sistem davranışında çok daha önemli problemlerle karşılaşmaktadır.

Yapı tasarım ve üretim sürecinde yapısal güvenliği etkileyen faktörleri özetleyecek olursak;

- Deprem ve özellikleri
- Yerel zemin ve geoteknik koşullar
- Kullanılan yapısal malzemeler ve kalitesi
- Mimari tasarım
- Taşıyıcı sistem tasarımı
- İmalattaki özen ve işçilik
- Proje ve yapı denetimi

olarak sıralayabiliriz. Bu çalışmada “mimari tasarım” ve “taşıyıcı sistem tasarımı” üzerinde durulacaktır.

2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

Depremler, yapıda zamana bağılı olarak değişen ve yapı kütlesiyle doğru orantılı olan yüklerin oluşmasına neden olurlar. Buna tepki olarak, yapıda da zamana bağılı olarak değişen iç kuvvetler oluşur. Depreme dayanıklı yapı tasarımında amaç, bu kuvvetlerin etkisiyle oluşabilecek hasarın belli değerleri aşmamasıdır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ilkesi, hafif şiddetteki depremlerde binalarda yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır. [2]

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Bu bağlamda döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. [2]

Depreme dayanıklı yapı tasarımı için temel ilkeler genellikle yeterli dayanım, yeterli rijitlik ve yeterli süneklik olarak belirtilmektedir. Bunlardan başka yapıların davranışlarıyla ilgili olarak kullanılan yeterli kararlılık, yeterli sönüm ve yeterli uyum ilkelerini de açıklayabiliriz

- **Yeterli dayanım**

Yeterli dayanımda amaç; taşıyıcı sistem elemanlarının kendilerine etkiyen yük ya da yük etkileri nedeniyle kesit tesirlerini kırılmadan taşıyabilmeleridir. Bu ilke doğrultusunda deprem yönetmeliğinde getirilen koşullardan biri kısaca kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşuludur.

- **Yeterli rijitlik**

Yapının yeterli rijitliğe sahip olmasının istenmesindeki amaç ikinci mertebe momentlerini mümkün olduğunda küçültmek, sıkça oluşan depremlerde, yani kullanılabilirlik sınır

durumuna karşı gelen depremlerde, yapısal olmayan hasarları azaltmak ve deformasyonları önlemektir.

Yeterli süneklik

Bir malzeme, bir kesit, bir eleman veya bir yapının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan deformasyon yapabilme, tekrarlı yükler etkisinde enerji tüketebilme özelliğine; o malzemenin, o kesitin, o elemanın veya o yapının sünekliği denilmektedir. Yapıların süneklik özelliği dikkate alınarak deprem yükleri, taşıyıcı sistem davranış katsayısı R 'ye bağlı olan deprem yükü azaltma katsayısına bölünerek azaltılmaktadır. Azaltılan bu yüke göre hesap yapıldığında şiddetli depremlerde yapıda elastik sınırın ötesinde deformasyonları dolayısıyla da hasarın oluşabileceği, ancak süneklik ve enerji tüketebilme özelliği nedeniyle tamamen göçmenin önleneyeği kabul edilmektedir.

Yeterli kararlılık (Stabilite)

Yapı emniyeti için sadece dayanımın dikkate alınması yeterli değildir. Yapının denge konumunun da yeterince kararlı olması gerekmektedir. Eğer sistem kararlı durumdan çok az bir miktarda dahi olsa saparsa, yapı aniden göçer.

Yeterli sönüm

Deprem yönetmeliğinde betonarme yapılar için sönüm oranı %5 olarak dikkate alınmaktadır. Yapıda meydana gelebilecek çatlakların artması sönümü arttırmaktadır.

2.1 Yapı Sistemlerinin Depreme Göre Hesabı

Taşıyıcı sisteme etkiyen deprem yüklerinin hesabında kullanılacak hesap yöntemlerinin seçimine yönelik sınırlamalar, yeni deprem yönetmeliğinde verilmektedir. Yapı sistemlerinin deprem yükü hesabı 3 şekilde yapılabilir.

- A. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi
- B. Mod Birleştirme Yöntemi
- C. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu yöntemlerin uygulama sınırları [2] nolu kaynakta verilmiştir.

2.1.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi

“Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi” binaların ve bina türü yapıların deprem yükü etkisi altındaki statik hesabında kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde yapının tümü için

deprem yükü tek bir kuvvet olarak hesaplanmaktadır. Toplam Eşdeğer Deprem Yükü, yapı yüksekliği boyunca tabanı üstte olan üçgen şeklinde kat hizalarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir.

Yapıya etkiyen deprem kuvvetlerinin tamamı ile yapının en alt kotundaki düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetleri yatay doğrultuda dengededir. “Taban Kesme Kuvveti” olarak tanımlanan düşey taşıyıcıların kesme kuvveti toplamı, toplam eşdeğer deprem yükü ile bir kuvvet çifti oluşturur.

2.1.1.1 Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulama sınırları

“Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi” nin uygulanabileceği binalar çizelge 2,1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Eşdeğer deprem yükü yöntemi’nin uygulanabileceği binalar.

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>Bina Türü</i>	<i>Toplam Yükseklik Sınırı</i>
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25 \text{ m}$
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 40 \text{ m}$
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40 \text{ m}$

2.1.1.2 Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi

A.B.Y.Y.H.Y.’de göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen “Toplam Eşdeğer Deprem Yükü” değeri,

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 A_0 I W \quad (2.1)$$

Bağıntısı ile verilmektedir.

2.1.1.2.1 Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunantoplam ağırlığı (W):

Binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı olarak gözönüne alınacak olan W şeklinde hesaplanır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.2)$$

kat ağırlıkları olup 2.3 bağıntısında

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.3)$$

olarak hesaplanır. Burada;

w_i : i ' inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı,

g_i : Binanın i ' inci katındaki toplam sabit yük,

q_i : Binanın i ' inci katındaki toplam hareketli yük,

n : Hareketli yük katılım katsayısı, olarak tanımlanmaktadır.

Bağıntı (2.3)' de yer alan “Hareketli Yük Katılım Katsayısı” n , çizelge 2.2.' de verilmiştir. Kar yüklerinin %30' unun sabit yük olarak göz önüne alınacağı, endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n=1$ alınacağı, ancak vinç kaldırma yüklerinin kat ağırlıklarının hesabında göz önüne alınmayacağı, A.B.Y.Y.H.Y' de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2 : Hareketli yük katılım katsayısı.

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

2.1.1.2.2 Spektral ivme katsayısı ($A(T)$)

A.B.Y.Y.H.Y.' de deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik “Tasarım İvme Spektrumu”nun yerçekimi ivmesi g ’ ye bölünmesine karşı gelen “Spektral İvme Katsayısı” $A(T)$,

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (2.4)$$

bağıntısıyla verilmiştir.

2.1.1.2.3 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)

A.B.Y.Y.H.Y.' de maksimum deprem ivmesinin g ’ ye oranı olarak tanımlanan “Etkin Yer İvmesi Katsayısı” (A_0) çizelge 2.3.' de verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Etkin yer ivmesi katsayısı.

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

2.1.1.2.4 Bina önem katsayısı (I)

A.B.Y.Y.H.Y. ‘ de “Bina Önem Katsayısı (I) ” yapının kullanım amacına göre1-1,5 arasında değişmektedir. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli maddeler içeren binaların “Bina Önem Katsayısı (I) ”nın konutlara göre daha büyük olduğu çizelge 2.4.’de görülmektedir.

Çizelge 2.4 : Bina önem katsayısı.

Binanın kullanım amacı ve türü	Binanın önem kat sayısı (I)
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u>	
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	1.5
b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u>	
a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kıışlalar, cezaevleri, vb.	1.4
b) Müzeler	
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u>	
Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u>	
Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

2.1.1.2.5 Spektrum katsayısı (S(T))

A.B.Y.Y.H.Y.’de yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T’ ye bağlı olarak “Spektrum Katsayısı” (S(T)) aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$S(T) = 1 + 1,5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.5.a)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (2.5.b)$$

$$S(T) = 2,5 (T_B / T)^{0,8} \quad (T > T_B) \quad (2.5.c)$$

“Spektrum Karakteristik Periyotları” olarak tanımlanan T_A ve T_B yerel zeminsınıflarına bağlı olarak çizelge 2.5.’ de verilmiştir.

Çizelge 2.5 : Spektrum karakteristik periyotları.

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

2.1.1.2.6 Deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$)

A.B.Y.Y.H.Y.’de taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, “Spektral İvme Katsayısı”na göre bulunacak elastik deprem yüklerinin, “Deprem Yükü Azaltma Katsayısı”na bölüneceği ifade edilmektedir.

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için çizelge 2.6.’daki “Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı” R ’ye ve doğal titreşim periyodu, T ’ye bağlı olarak aşağıda verildiği şekilde hesaplanır.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.6.a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (2.6.b)$$

Çizelge 2.6 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı.

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

2.1.1.3 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi

(2.1) bağıntısı ile hesaplanan “Eşdeğer Deprem Yükü”, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak şeklinde ifade edilebilir. Bu bağıntıda, V_t :Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’nde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

ΔF_N : Binanın N ’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü

F_i : Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde i ’inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü $H_N > 25$ m. için binanın N ’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N ’in değeri, (2.8) bağıntısına göre hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu T_1 ’e bağlı olarak,

$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (2.7)$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (2.8)$$

3.TAŞIYICI SİSTEM DÜZENŞİZLİKLERİ

Yapıların depreme karşı davranışlarını olumsuz yönde etkileyen ve bu nedenle tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensizlikleri içeren yapılar düzensiz yapılar olarak adlandırılır.

Bu düzensizliklerin başlıcalar şunlardır;

A-Planda düzensizlik durumları

A1-Burulma Düzensizliği

A2-Döşeme Süreksizlikleri

A3-Planda Çıkıntılar Bulunması

A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerin Paralel Olmaması

B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği(Zayıf Kat)

B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

B3-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

3.1.Planda Düzensizlik Durumları

3.1.1 Burulma düzensizliği durumu

Burulma düzensizliği, 2007 deprem yönetmeliğinde A1 türü düzensizlik olarak verilmiştir. Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1,2'den büyük olması durumudur.[2]

$$\eta_{bi} = (\Delta i)_{\max} / (\Delta i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (3.1)$$

$$(\Delta i)_{\max} = (\Delta i)_{\max} - (\Delta i-1)_{\max} \quad (3.2)$$

$$(\Delta i)_{\min} = (\Delta i)_{\min} - (\Delta i-1)_{\min} \quad (3.3)$$

$$(\Delta i)_{\text{ort}} = (\Delta i)_{\text{ort}} - (\Delta i-1)_{\text{ort}} \quad (3.4)$$

Δi : binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi

Burada kat deplasmanları Δ_i ve görelî kat görelî kat ötelemeleri Δ_i deprem yüklerinin $\pm 5\%$ eksantrik olarak yapıya etki ettirilmesiyle belirlenir.

Şekil 3.1' de gösterildiği gibi döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda deprem kuvveti etkisinde X ve Y yönlerinde her katta yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında kat burulmasından dolayı bir dönme bağımsız statik yer değiştirme bileşeni oluşur.

$(\Delta_i)_{\max}$: binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\min}$: binanın i'inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi

Burada kat ortalama yatay yer değiştirmesi bina döşemesinin rijit diyafram gibi davrandığı kabul edilerek, en küçük ve en büyük yer değiştirmelerin ortalaması olarak alınmıştır.

$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = 1/2 [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] \quad (3.5)$$

Ek Dış Merkezlik

Binanın kat döşemesi, kolonları, kirişleri, bölme duvarları ağırlıkları ile diğer sabit yüklerin yanı sıra kat içinde düzgün yayılı kabul edilen hareketli yük ve diğer yükler hesaba katılarak x ve y eksenlerine göre sistemin kütle merkezi hesaplanır

Yapıya etkiyen deprem kuvveti bileşkesi bu noktadan geçer. Deprem kuvveti etkisi altındaki düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin her bir kat için iki doğrultuda hesaplanan bileşkesinin kesim noktası o kata ait rijitlik merkezi olarak tanımlanır. Rijitlik merkezi her kat için aynı ise sistemin gerçek bir dönme eksenî vardır. Ancak bütün katlar için ortak bir dönme eksenî yoksa kat rijitlik merkezlerine ait koordinatların dış yüklere göre ağırlıklı ortalamaları alınarak tek bir dönme eksenî oluşturulur.

Birbirine dik doğrultuda uygulanan deprem kuvvetleri, kat içinde tek bir nokta olarak hesaplanan kütle merkezine etki eder. Kütle merkezi ile rijitlik merkezi çakışıyor ise kat içinde dışmerkezlik oluşmaz. Bunu sonucu olarak, $e = 0$ $M_b = 0$ olur ve katta dönme hareketi oluşmaz. Sadece x ve y ötelemeleri meydana gelir.

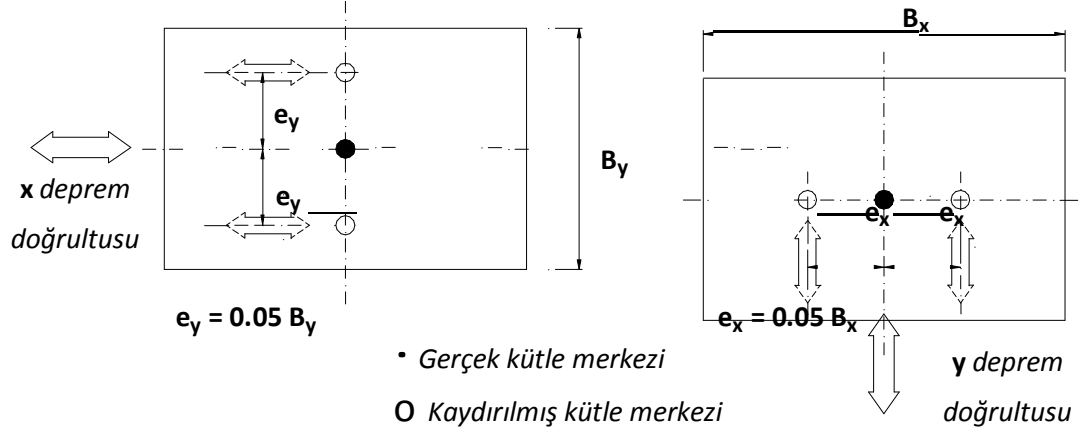
Eğer katta kütle merkezi ile rijitlik merkezi çakışmıyorsa, söz konusu kata etkiyen burulma momenti M_b ve katta rijit kütle dönmesi, ortaya çıkar. Doğal olarak deprem yükü altında birbirine dik iki yönde e_x ve e_y dışmerkezlik mesafeleri oluşur. A.B.Y.Y.H.Y.' belirtilen göre her katta belirlenen e_x ve e_y deprem yükü kat kütle merkezine ve ayrıca ek

dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile kaydırılmış kütle merkezlerine tekil yatay yükler olarak uygulanır.

Şelik 3.2 de görüldüğü gibi kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun %5' i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalaradır.

$$edx = ex + Bx \quad (3.6a)$$

$$edy = ey + By \quad (3.6b)$$



Şekil 3.1 : Kaydırılmış kütle merkezleri

Yapıda “A1- Burulma Düzensizliği”nin bulunması ve $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ olması durumunda, bu kata uygulanan %5 ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülür.[2]

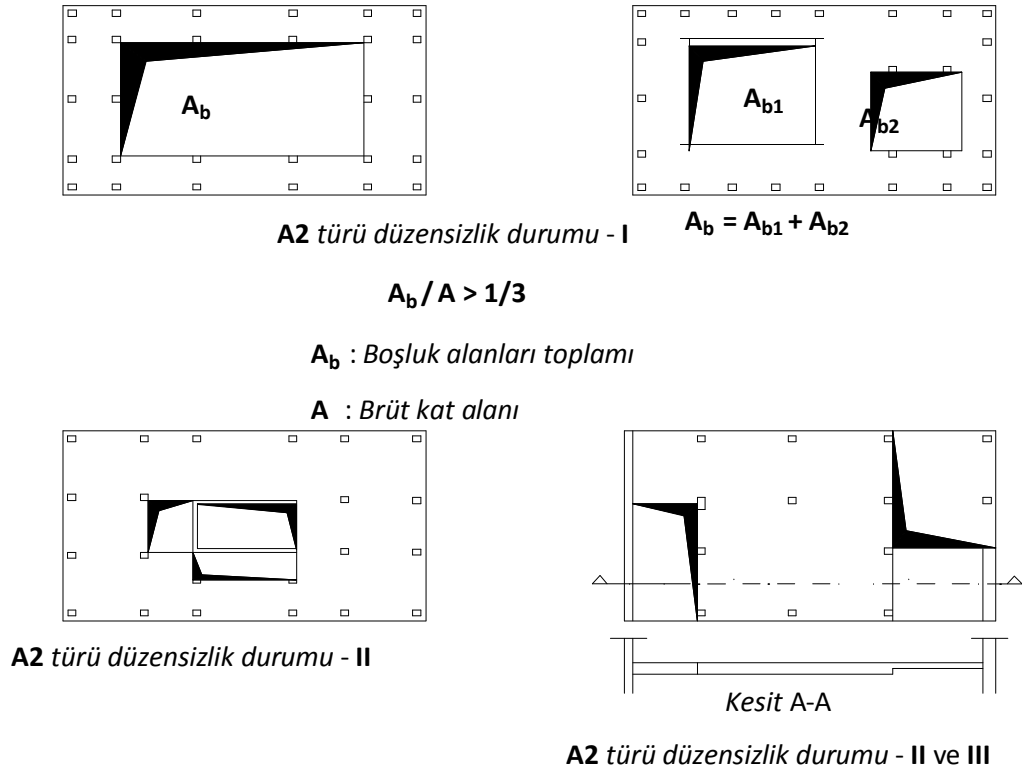
$$D_i = (\eta_{bi} / 1,2)^2 \quad (3.7)$$

$\eta_{bi} > 2$ olması halinde sistemde dinamik analiz yapılır.

3.1.2 Döşeme süreksizliği durumu-A2 düzensizliği

A2–Döşeme Süreksizliği, A.B.Y.Y.H.Y.’ in 2.3.2.2 maddesine göre, herhangi bir kattaki döşemede;

- I. Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanlarının toplamının kat brüt alanının 1/3 ’ünden fazla olması,
- II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması,
- III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.2 : A2 döşeme düzensizliği

3.1.2.1 Döşemeleri rijit diyafram olarak çalışan yapılar

Deprem yönetmeliğinde A2 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde, deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiğinin hesapla doğrulanması gerektiği ifade edilmektedir.

Deprem yükü döşeme plağı düzlemine paralel doğrultuda etki yapar ve plağı çok derin ve ince bir kiriş gibi zorlar. Deprem yükünü kendi düzlemi içinden geçiren döşeme plağı, bu yükü düşey taşıyıcılara aktarır ve düşey taşıyıcılarda kesme kuvvetlerinin oluşmasına neden olur. Bu kesme kuvvetleri ile deprem yükü, her düzeyde dengelenmek zorundadır.[3]

Kendi düzlemine paralel yükleme halinde, döşeme plağı, deprem yükü etkisi altında ihmal edilecek kadar küçük eğilme sehimini oluşturur; ancak bütün düşey taşıyıcıları beraber sürükleyerek ötelenmelerini sağlar. Başka bir deyişle, döşeme rijit kütle hareketi göstererek ötelenir. Döşemenin deprem yüklerini düşey taşıyıcılara aktarmasına diyafram görevi adı verilir.[3]

Rijit diyafram kabulünde döşemelerin düzlemi içinde sonsuz rijit olduğu yani şekil değiştirmedeği kabul edilmektedir. Böylece döşeme üzerinde seçilen bir “Master Noktası”

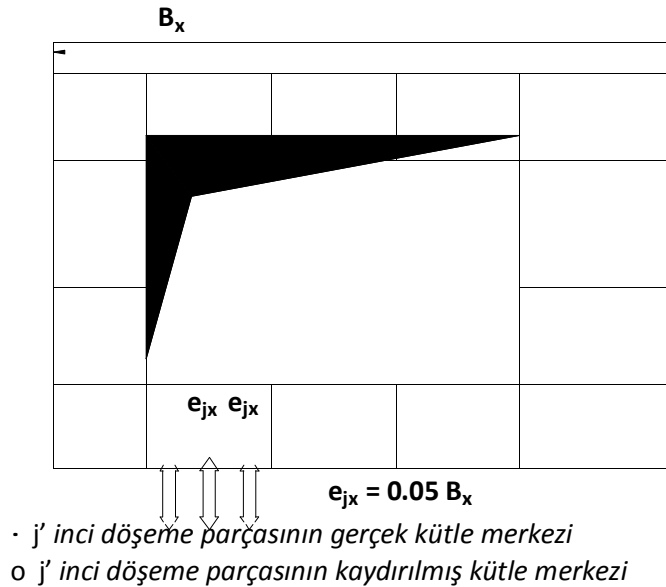
nın birbirine dik iki yatay ötelenme ve döşeme düzlemine dik eksen etrafında dönme deplasmanlarının bilinmesi durumunda, döşeme üzerindeki diğer düğümlerin deplasmanları master noktası deplasmanlarına bağlı olarak hesaplanabilmektedir.[4]

Etkin bir diyafram görevi için döşeme kendi düzlemi içinde etkiyen deprem yükü altında çok küçük sehim yapmalıdır. Bunun sağlanması için döşemenin düzlem içi eğilme rijitliği büyük olmalıdır. [3]

Ayrıca, deprem yükleri altındaki döşeme plağı, kesme kuvvetlerine ve momente maruzdur. İşte bu kesme kuvvetleri ve momentler altında döşeme plağında kesme kırılması ve moment kırılması oluşmamalıdır.[3]

3.1.2.2 Döşemeleri rijit diyafram olarak çalışmayan yapılar

Kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarmadığı durumlarda yapının kat döşemesi rijit diyafram olarak çalışmamaktadır. Bu durumda her bir çerçevenin ötelenmesi farklı olur ve farklı ötelenmenin getirdiği farklı kesme kuvvetleri oluşur. Bu farklı kesme kuvvetlerinin şiddetini doğru hesaplayabilmek için A2 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlilikte bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta göz önüne alınır. Rijit diyafram olarak çalışmayan döşeme hesabında, döşeme plağı yeterli sayıda üç boyutlu kabuk elemanlara bölünerek oluşturulan sonlu elemanlar modeli kullanılır. Bu durumda ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi için her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dikdoğrultudaki kat boyutunun $\pm \%5$ i kadar kaydırılır.[2]



Şekil 3.3 : Kaydırılmış kütle merkezi

3.1.3 Planda çıkıntılarının bulunması – A3 düzensizliği

Bu düzensizlik türü, bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımlarının birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu olarak tanımlanmıştır.[2]

Deprem yönetmeliğine göre,A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerinin güvenle aktarabildiğinin hesaplama doğrulanması gerekmektedir. [2]

3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları – B Türü Düzensizlikler

3.2.1 B1 -Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumudur. [2]

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (3.8)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (3.9)$$

Olarak hesaplanacaktır. Bu bağıntılarda;

$\sum A_e$: kolonun veya perde uç bölgesinin brüt en kesit alanları toplamını (etkili kesme alanı),

$\sum A_w$: depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç, herhangi birkattaki kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamını,

$\sum A_g$: binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamını,

$\sum A_k$:binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkarıldıktan sonra hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.

B1 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır.

$0.60 < (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ Aralığında ise; taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25(\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. [2]

3.2.2 B2 - Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 2'den fazla olması durumudur.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0 \quad (2.9)$$

Görelî kat ötelemeleri , $\pm \%5$ ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak belirlenecektir.

$\eta_{ki} < 2.0$ ise; yapıda B2 türü yumuşak kat düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} > 2.0$ ise; birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde dinamik hesap yapılması zorunludur. [2]

3.2.3 B3- Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur.

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

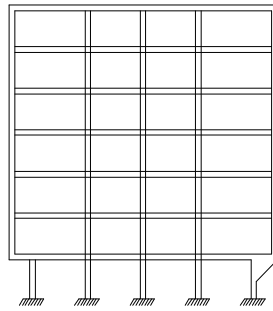
a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve

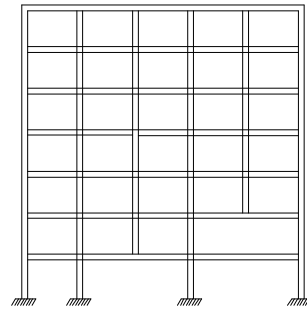
depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda ayrıca sarılma bölgelerinde yönetmelikte verilen koşullar uygulanmalıdır. Böylece sarılma bölgesini güçlendirmiş oluruz

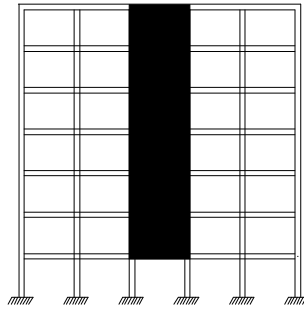
d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.



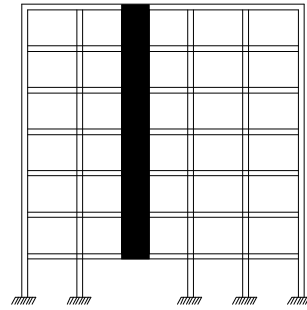
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.4 : Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Düşey taşıyıcılarda süreksizlik olması deprem açısından istenmeyen bir durumdur.(Şekil 3.5) A ve B de gösterildiği gibi, betonarme kolon ya da perde duvar bir katta kesilmekte veya yapı yüksekliği boyunca şaşırtılarak yerleştirilmektedir. Bu tip yapıların deprem karşısında ayakta kalmaları mümkün olmamaktadır. C de ise düşey taşıyıcıda süreksizlik yoktur, fakat rijitliğin belirli bir düzeyde aniden değişmesi sebebiyle yapı, deprem hareketinden olumsuz etkilenmektedir.

3.3 Taşıyıcı Sistem Seçim İlkeleri

Bir yapının seçilen taşıyıcı elemanları ya da taşıyıcı sistemi, öncelikle mimari tasarıma ve yapının kullanım amacına uygun olmalıdır. Taşıyıcı elemanlar ne az kullanılmalı ne de yapıyı ağırlaştırmalıdır. Sistem makine, elektrik tesisatlarına kolay kullanım imkânı vermelidir. Sistem elemanları, ısı ve ses köprüsü oluşturmamalı, yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Gerekliyse korunmalıdır. Bununla birlikte, en önemlisi de, olası bir deprem dâhil bütün yüklere karşı yapı yeterli dayanımı göstermelidir.

A.B.Y.Y.H.Y (1998) yapıların depreme dayanıklılığını, yapının deprem enerjisini tüketmesi ile korunmasını ve bu amaçla yapının yeterince sünek olmasını ister. . Yönetmeliğin amacı, çok şiddetli depremlerde dahi yapının tamamen yıkılmamasıdır. Bu yaklaşım üç aşamalı bir yapısal davranış esasına dayanır:

Sık oluşabilecek hafif şiddetteki depremlerde yapıların elastik davranması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi,

Orta sıklıkta oluşabilecek orta şiddetteki depremlerde yapıların elastik limitine yaklaşması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması,

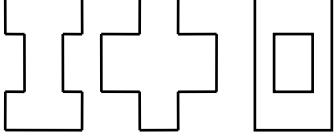
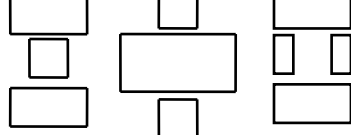
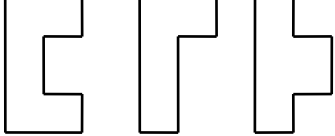
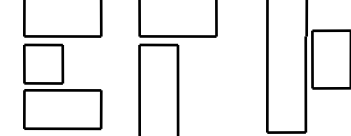
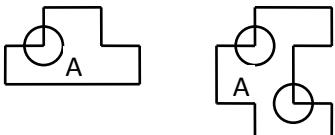
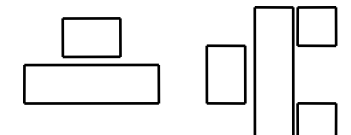
Seyrek olarak oluşabilecek şiddetli depremlerde ise yapıların plastik davranması, can kaybını önlemek amacıyla binaların kısmen veya tamamen göçmesini önlemektir.

Yönetmeliklerde tanımlanan çok şiddetli depremin etkisi altında yapının göçmeksizin ayakta kalabilmesi, yapıda belirli bir dayanımın bulunmasıyla birlikte, önemli ölçüde enerji yutabilme kapasitesinin sağlanmış olmasına bağlıdır. Bu iki yapısal özellik, yukarıda ikinci aşamada belirtilen yapısal davranış için de gereklidir. Birinci aşama için öngörülen doğrusal elastik davranış ise tümüyle yapı elemanlarının yeterli dayanımı ile sağlanır.

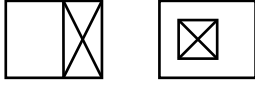
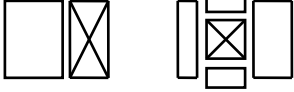
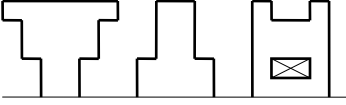
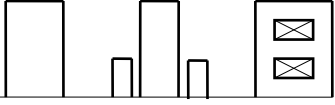
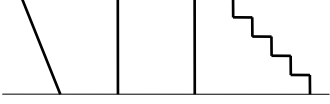
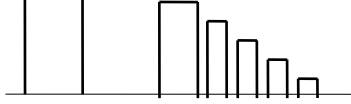
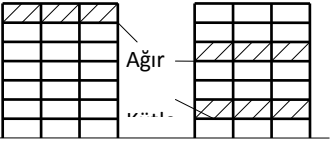
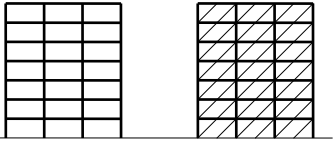
Önemle vurgulanması gereken husus, dayanım ve süneklik özelliklerinin birbirlerinden bağımsız olmadıkları, aksine birbirlerinin tamamlayıcısı oldukları hususudur. Çok şiddetli deprem altında yapının göçmesini önlemek için zorunlu olan süneklik özelliğinin sağlanabilmesi için, büyük ölçülerde enerji yutması beklenen yapı elemanlarının aynı zamanda yeterli bir dayanıma da sahip olmaları gerekir.

Çizelge 3.1 de taşıyıcı sistem seçiminde yapılan uygun olan ve uygun olmayan uygulamalar gösterilmiştir.

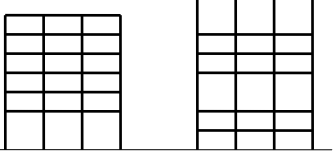
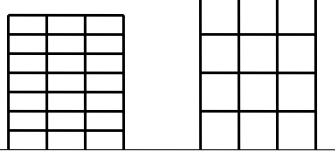
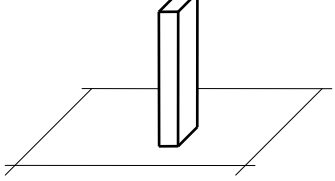
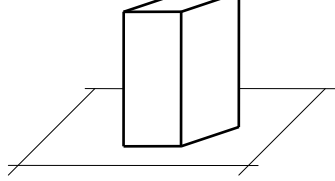
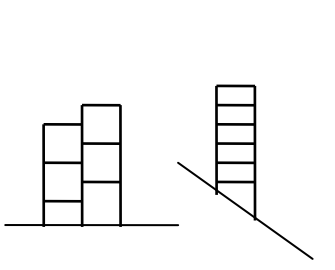
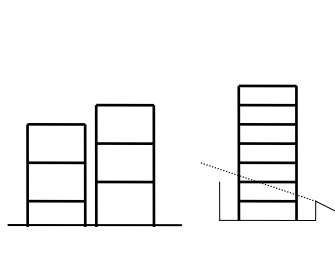
Çizelge 3.1 : Taşıyıcı sistem seçiminde yapılan uygun olan ve uygun olmayan uygulamalar . [1]

	UYGUN DEĞİL	UYGUN	AÇIKLAMA
1	 <i>Planda ani rijitlik değişimi</i>	 <i>Planda simetri</i>	Plan şekli itibariyle karmaşık ve ani rijitlik değişimlerine neden olan şekiller derzlerle bölünerek kare, dikdörtgen gibi plan şekillerine dönüştürülmelidir.
2	 <i>Planda simetriden ayrılma</i>	 <i>Planda simetri</i>	Bina planda olabildiğince basit geometrik ve simetrik şekilde olmalıdır. Bununla birlikte birkaç eksen etrafında simetrilik de deprem ve yapısal burulma açısından faydalıdır.
3	 <i>Planda girintili ve çıkıntılı yapılar</i>	 <i>Uygun dilatasyonlarla</i>	Plandaki girinti ve çıkıntılar nedeniyle köşelerde gerilme yoğunlaşmaları, ekzantrisiteden dolayı aşırı burulma etkileri oluşacaktır.

Çizelge 3.1 : Taşıyıcı sistem seçiminde yapılan uygun olan ve uygun olmayan uygulamalar . [1]

4	 <i>Döşeme boşluklu yapılar</i>	 <i>Uygun dilatasyonlarla</i>	Merdiven boşluğu, asma kat gibi nedenlerle bırakılan döşeme yırtıkları diyafram süreksizliği ve yapısal burulma meydana getireceğinden sakıncalıdır.
6	 <i>Bina kesitinde ani</i>	 <i>Rijitlik düzenlemesi</i>	Cephe süreksizlikleri yada cephedeki ani rijitlik değişimleri, büyük gerilme yığılmalarına ve depremde katlar arasında farklı davranışa neden olacaktır.
7	 <i>Bina kesitinde simetriden</i>	 <i>Bina kesitinde simetri</i>	Yapı yüksekliği boyunca kat alanlarında ani ve büyük değişimler depremde yapı davranışına olumsuz yönde etki eder. Yapı derzlerle birkaç binaya ayrılmalıdır.
8	 <i>(yumuşak kat)</i>	 <i>Kütle düzenlemesi</i>	Dolgu duvarlarda yapıya önemli bir rijitlik kazandırmakta, deprem esnasında taşıyıcı elemanlar gibi davranmaktadır.

Çizelge 3.1 : Taşıyıcı sistem seçiminde yapılan uygun olan ve uygun olmayan uygulamalar . [1]

9	 <i>Rijitlik düzensizliği</i>	 <i>Rijitlik düzenlemesi</i>	Rijitlik ve kütle düzensizlikleri ile kolon boylarındaki değişimlerin bulunduğu yerlerde depremde büyük gerilme birikimleri oluşur.
10	 <i>Bina kesitinde narinlik</i>	 <i>Bina kesitinde uygunluk</i>	Çok dar alanlara çok yüksek yapılar oturtulmamalıdır. Yapı yüksekliğinin genişliğe oranı 6'yı geçmemelidir. $(H/D) < 6$
11	 <i>Kısa kolon davranışı</i>	 <i>Kolonları ayrılmış yapılar</i>	Bitişik veya kademeli yapıların yada bir bölümünün döşemesi diğerinden farklı bir düzeyde olan yapılarda bir rijitlik düzensizliği vardır.

4. İNCELENEN YAPILAR

Bu bölümde son dönemlerde ülkemide uygulanmaya başlanan kat bahçesi uygulanmasından dolayı meydana gelen yük ve mimari düzensizliklerin taşıyıcı sistem davranışı üzerinde etkilerini incelemek üzere sayısal örnekler yapılmıştır.. Oluşturulan modellerde kat bahçelerinin değişik yer ve oranları için, kat sayısı parametresi dikkate alınarak, kat bahçesi uygulamasının taşıyıcı sisteme etkisi araştırılmıştır. Yapılarda taşıyıcı sistemi değiştirilmeden sadece planda ve düşeyde değişiklikler yapılmıştır.

4.1 İncelemede Esas Alınan Yapıların Tanıtımı

Yapılarda kat bahçesinin etkisini görebilmek için bahçe katının yerini,büyükliğini ve kat sayısını değiştirilerek farklı modeller oluşturulmuştur. Taşıyıcı sistem değiştirilmemiştir.

Yapıların hesabında; 1. derece deprem bölgesi, zemin sınıfı Z2 süneklik düzeyi yüksek yapı sistemi seçilmiştir. Kullanılan malzeme BS25 ve BÇ-III seçilmiş, yapının kullanım amacı konut olarak düşünülmüştür.

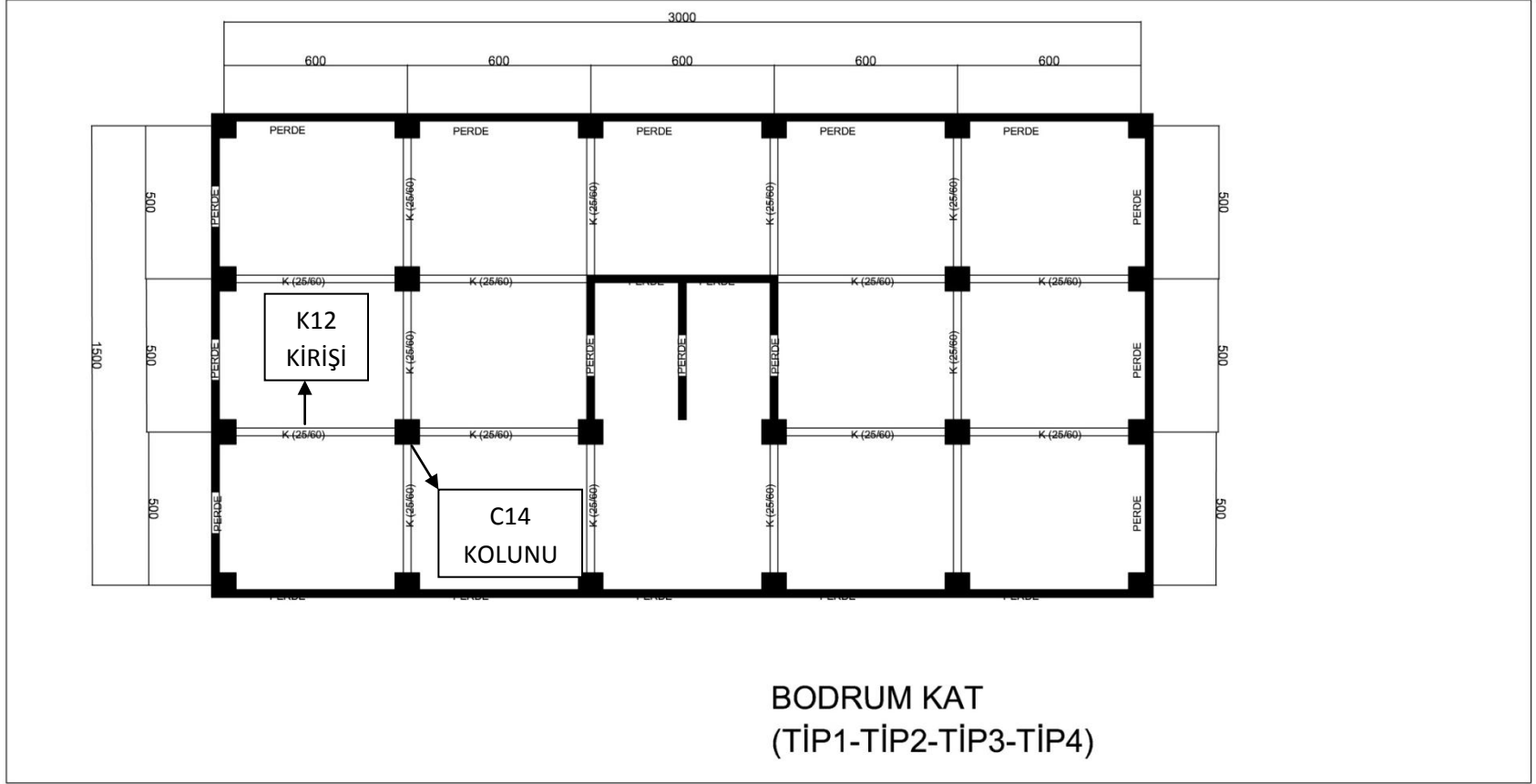
Tüm kat yükseklikleri 3m' dir. Tüm kiriş boyutları 25/60 cm, tüm kolonlar 80/80,bodrum perdelerinin ve asansör perdelerinin kalınlığı 40 cm olarak seçilmiştir.. Hareketli yükler normal katlarda 2 kN/m², bahçe olan döşemelerde 3,5 kN/m² olarak alınmıştır. Sabit yük bahçe bulunmayan döşemelerde 1,2 kN/m² ,bahçe olan katlarda 1,92 kN/m² olarak alınmıştır Tüm çevre kirişlerde duvar yükü 12 kN/m. dir. [5]

Yapıların deprem hesabı eşdeğer deprem yükü yöntemine göre yapılmıştır.

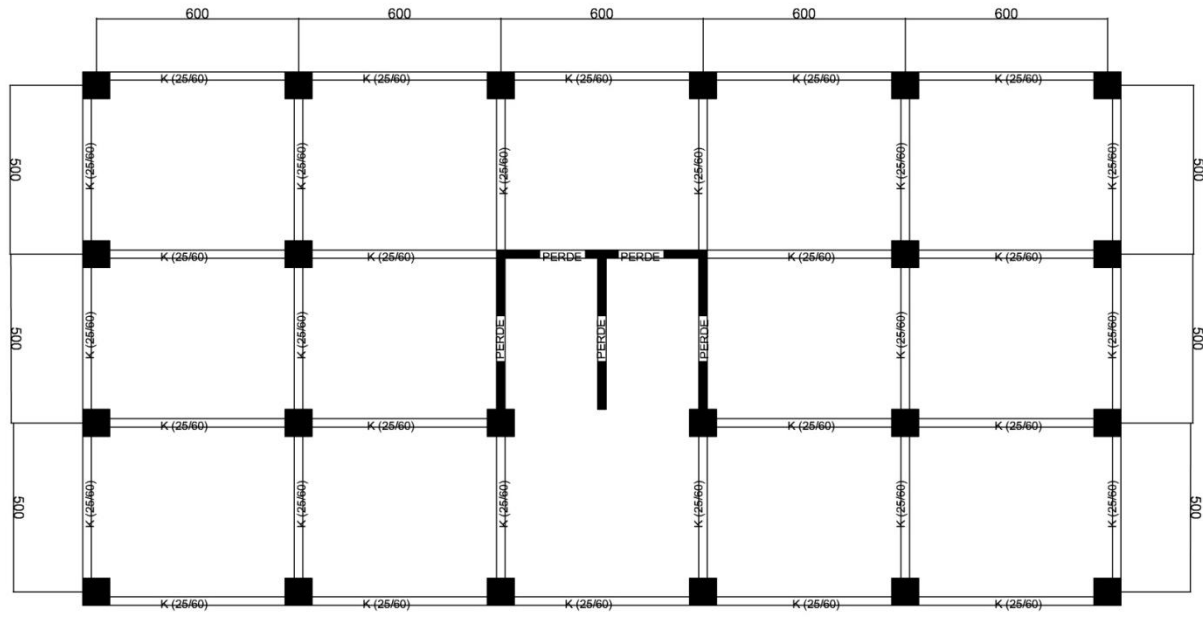
Ek dış merkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5 ve -%5 'i kadar kaydırılmıştır.

Çizelge 4.1: Yapı ve model adlandırmaları

Bina tipi	Açıklama
Tip1-15	15 katlı, kat bahçesi yok
Tip2-15	15 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip3-15	15 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)küçük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip4-15	15 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme var
Tip1-17	17 katlı, kat bahçesi yok
Tip2-17	17 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip3-17	17 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)küçük kat bahçesi var ,kat Bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip4-17	17 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme var
Tip1-19	19 katlı, kat bahçesi yok
Tip2-19	19 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip3-19	19 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)küçük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip4-19	19 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme var
Tip1-21	21 katlı, kat bahçesi yok
Tip2-21	21 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip3-21	21 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)küçük kat bahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme yok
Tip4-21	21 katlı,(1,3,5,7,9,11,13)büyük kat kahçesi var ,kat bahçesinin üstündeki döşeme var

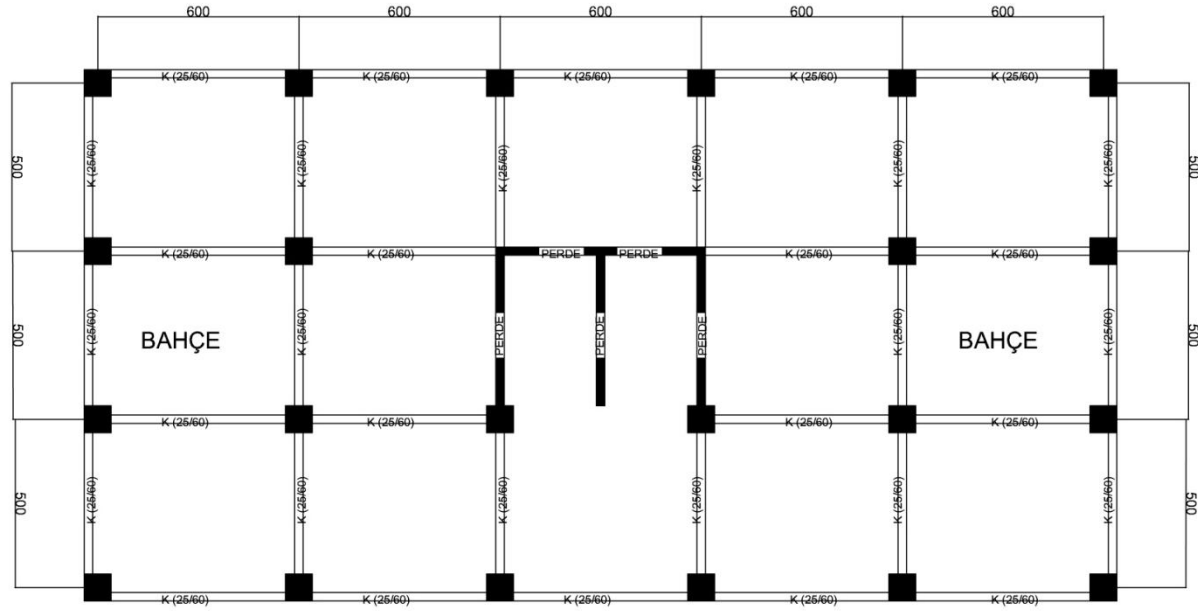


Şekil 4.1: Tip1,tip2,tip3,tip4 için bodrum kat planları.



KAT PLANI
(TİP1)

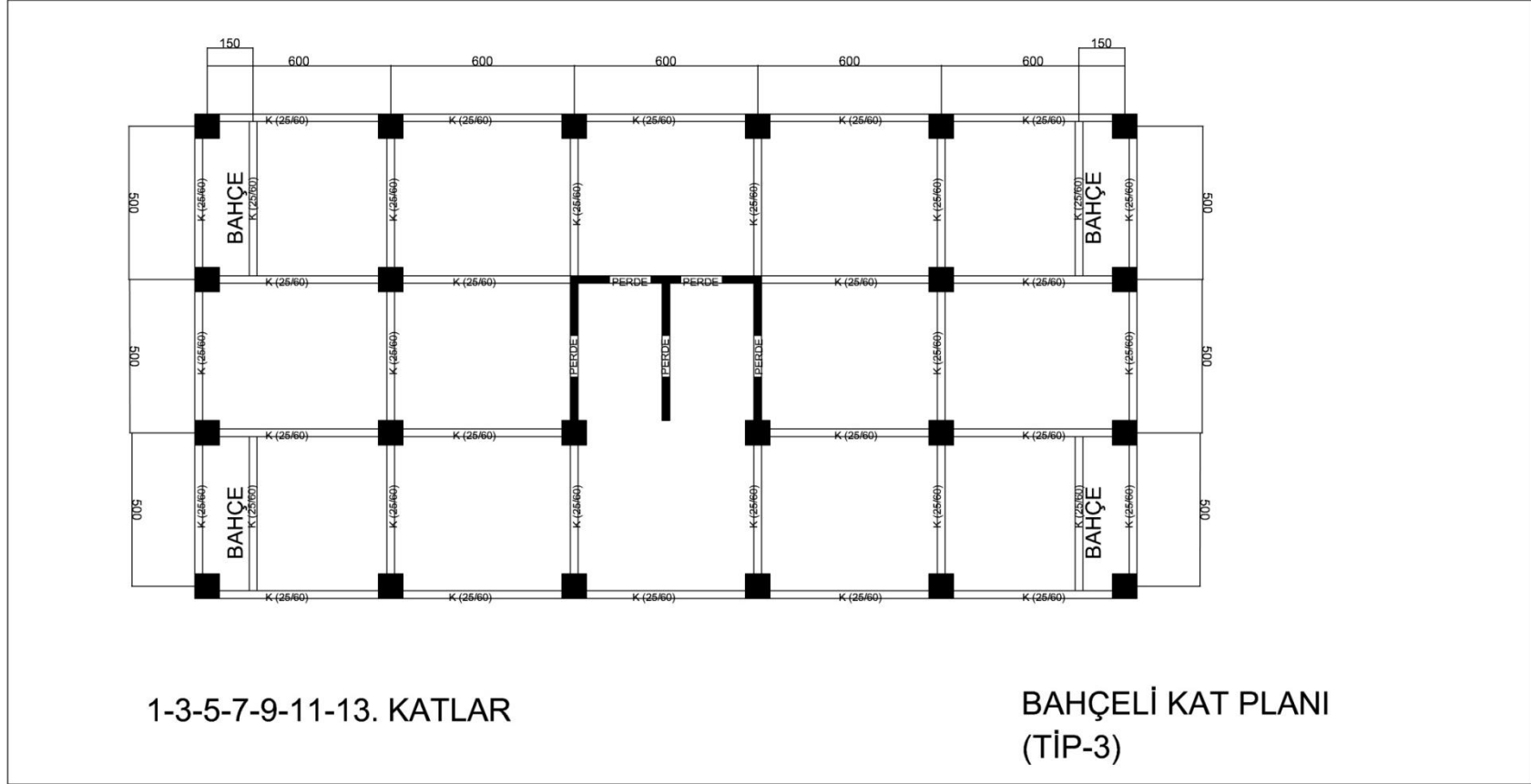
Şekil 4.2: Tip1 için kat planı.



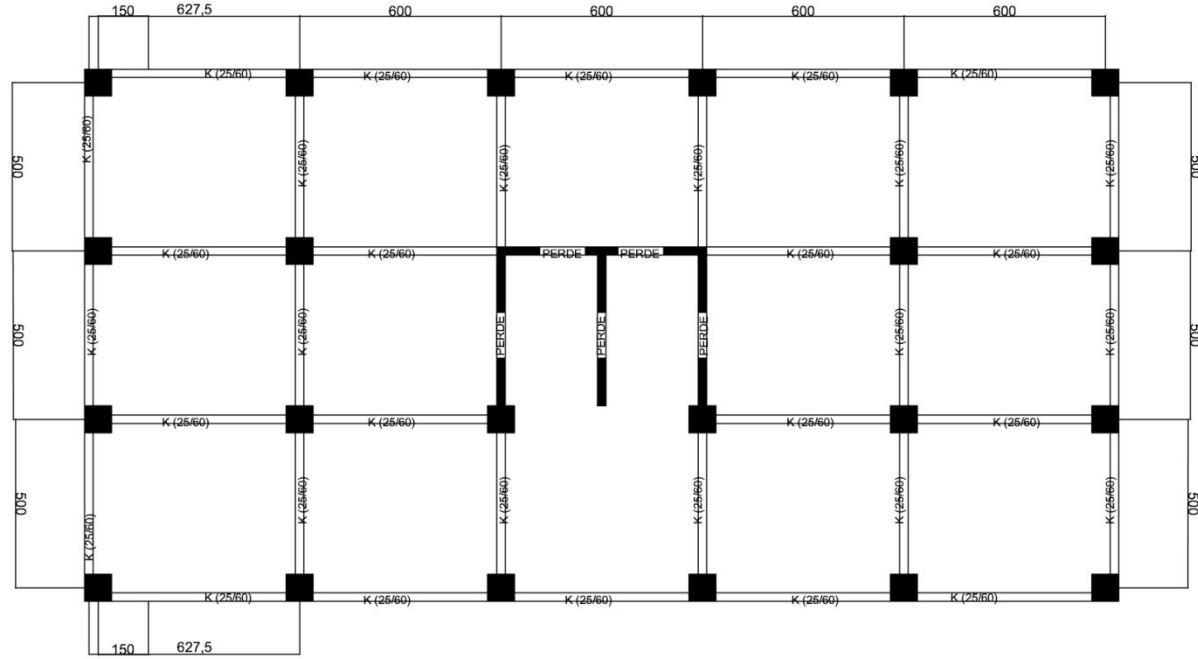
1-3-5-7-9-11-13. KATLAR

BAHÇELİ KAT PLANI
(TİP2)

Şekil 4.3: Tip2 için bahçeli kat planı.



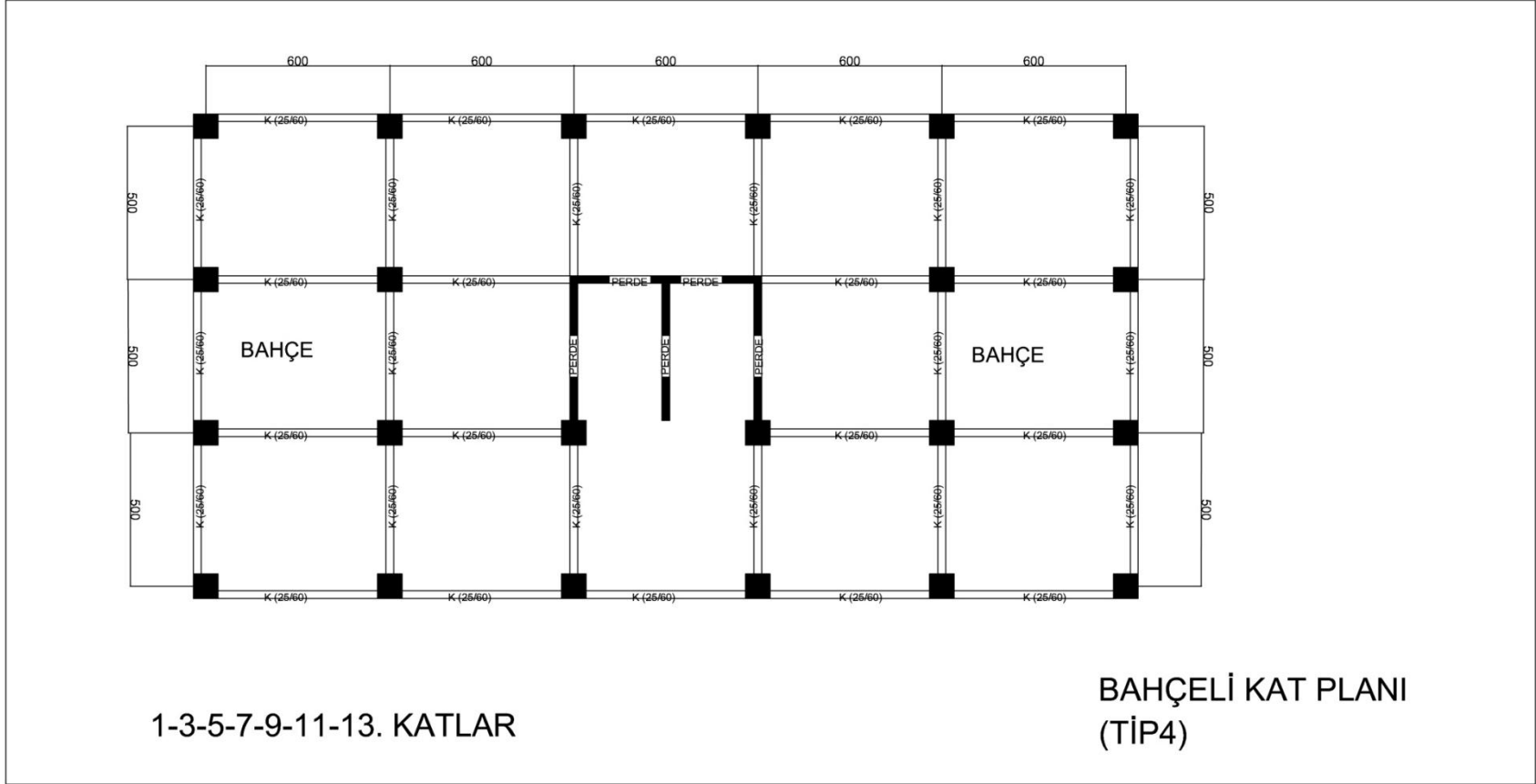
Şekil 4.5: Tip3 için bahçeli kat planı.



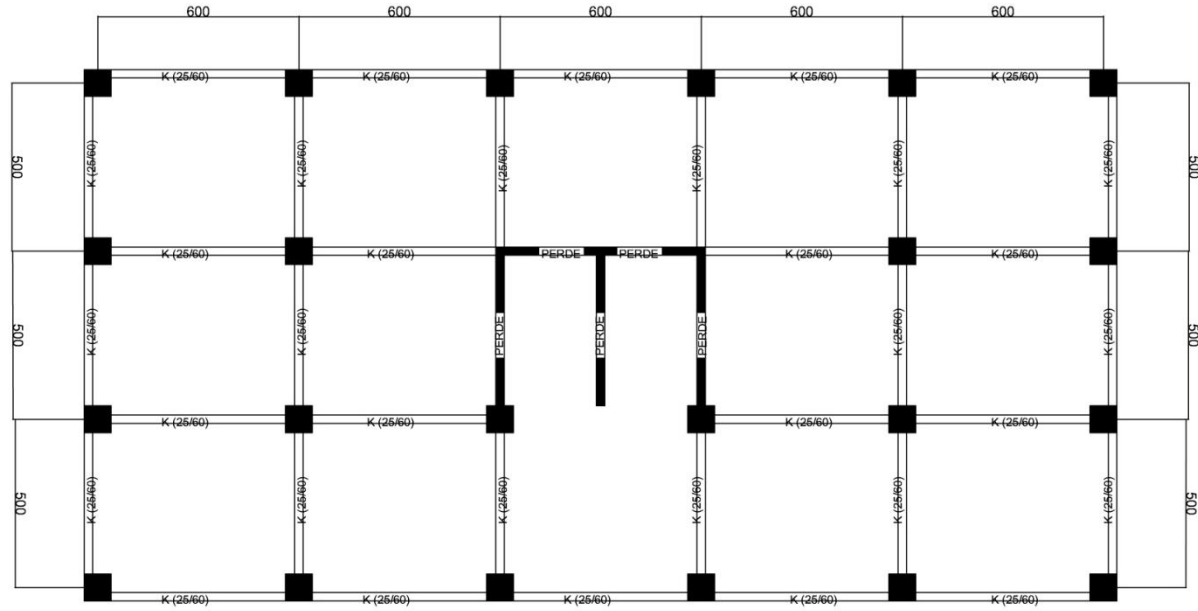
2-4-6-8-10-12-14. KATLAR

BAHÇESİZ KAT PLANI
(TİP-3)

Şekil 4.6: Tip3 için bahçesiz kat planı.



Şekil 4.7: Tip4 için bahçeli kat planı.



2-4-6-8-10-12-14. KATLAR

BAHÇESİZ KAT PLANI
(TİP4)

Şekil 4.8: Tip4 için bahçesiz kat planı.

Bina ağırlıkları, sistemin birinci doğal titreşim periyotları ve x,y yönlerine etkiyen eşdeğer deprem yükü kuvvetler çizelge 4.2 de verilmiştir.15 ve 17 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değerleri çizelge 4.3 ve çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Tip1-15,tıp2-15,tıp3-15,tıp4-15 katlı yapıların ağırlıkları(kN), birinci doğal titreşim periyodu(sn), eşdeğer deprem kuvvetleri(kN) ve ek deprem kuvvetleri(kN)

	T1-15	T2-15	T3-15	T4-15
W (kN)	88142,92	88147,13	85816,82	88634,01
T1x	1,61	1,65	1,66	1,62
T1y	1,27	1,28	1,27	1,27
Vtx	4499,72	4332,72	4208,34	4517,41
ΔFNx	433,99	425,56	412,31	433,98
Vty	5461,64	5286,24	5232,71	5483,13
ΔFNy	524,67	521,41	510,82	524,67
	T1-17	T2-17	T3-17	T4-17
W (kN)	99416,84	99421,71	96702,89	99978,15
T1x	1,88	1,92	1,93	1,88
T1y	1,52	1,53	1,52	1,52
Vtx	4485,32	4415,45	4289,07	4505,8
ΔFNx	494,16	485,93	470,68	494,16
Vty	5352,98	5276,32	5130,63	5377,41
ΔFNy	585,76	582,72	584,72	589,06
	T1-19	T2-19	T3-19	T4-19
W (kN)	110690,8	110552,3	107589	113322,3
T1x	2,14	2,18	2,2	2,14
T1y	1,78	1,8	1,79	1,78
Vtx	4555,73	4525,86	4356,03	4586,967
ΔFNx	558,04	594,14	530,53	571,31
Vty	5268,96	5186,13	5168,48	5305,11
ΔFNy	646,64	640,08	625,7	662,01
	T1-21	T2-21	T3-21	T4-21
W (kN)	121964,7	122378,9	107589	122666,4
T1x	2,4	2,47	2,47	2,41
T1y	2,06	2,09	2,06	2,06
Vtx	4654,01	4454,92	4316,76	4673,85
ΔFNx	623,31	611,21	591,71	624,82
Vty	5291	5091,41	5038,08	5315,9
ΔFNy	704,34	598,6	648,18	708,39

Çizelge 4.3: 15 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değeri(mm)

Kat	Tip1-15		Tip2-15		Tip3-15		Tip4-15	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT15	0,837	1,369	0,859	1,401	0,836	1,399	0,839	1,373
KAT14	0,829	1,441	0,915	1,472	0,856	1,513	0,831	1,445
KAT13	0,899	1,505	0,99	1,536	0,919	1,542	0,901	1,509
KAT12	0,969	1,57	1,061	1,599	0,988	1,589	0,972	1,575
KAT11	1,033	1,627	1,127	1,655	1,058	1,64	1,036	1,632
KAT10	1,087	1,668	1,181	1,694	1,113	1,677	1,09	1,673
KAT9	1,127	1,689	1,223	1,713	1,156	1,69	1,13	1,695
KAT8	1,15	1,684	1,246	1,705	1,182	1,68	1,154	1,69
KAT7	1,152	1,647	1,249	1,665	1,189	1,637	1,156	1,652
KAT6	1,129	1,572	1,224	1,586	1,163	1,557	1,133	1,577
KAT5	1,073	1,45	1,163	1,461	1,102	1,427	1,077	1,455
KAT4	0,97	1,272	1,052	1,279	1,009	1,266	0,973	1,276
KAT3	0,798	1,021	0,863	1,023	0,866	1,046	0,801	1,024
KAT2	0,48	0,634	0,515	0,634	0,487	0,615	0,482	0,636
KAT1	0,048	0,09	0,047	0,088	0,046	0,088	0,048	0,09

Çizelge 4.4: 17 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değeri(mm).

Kat	TİP1-17		TİP2-17		TİP3-17		TİP4-17	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT17	0,907	1,45	0,896	1,512	0,923	1,487	0,911	1,456
KAT16	0,888	1,518	0,877	1,582	0,926	1,603	0,891	1,524
KAT15	0,888	1,581	0,877	1,646	0,926	1,628	0,891	1,587
KAT14	1,013	1,647	1,008	1,712	1,05	1,676	1,017	1,654
KAT13	1,076	1,709	1,074	1,774	1,12	1,734	1,08	1,716
KAT12	1,132	1,762	1,131	1,826	1,181	1,783	1,137	1,769
KAT11	1,178	1,801	1,18	1,864	1,233	1,816	1,184	1,809
KAT10	1,213	1,822	1,216	1,883	1,27	1,83	1,219	1,83
KAT9	1,235	1,821	1,24	1,879	1,295	1,823	1,24	1,829
KAT8	1,24	1,793	1,246	1,848	1,304	1,793	1,246	1,801
KAT7	1,226	1,734	1,234	1,785	1,292	1,727	1,231	1,742
KAT6	1,187	1,639	1,196	1,684	1,249	1,627	1,193	1,646
KAT5	1,117	1,499	1,125	1,537	1,172	1,478	1,122	1,505
KAT4	1,001	1,304	1,008	1,336	1,064	1,302	1,006	1,309
KAT3	0,819	1,039	0,822	1,061	0,908	1,068	0,822	1,044
KAT2	0,49	0,643	0,492	0,655	0,509	0,625	0,493	0,646
KAT1	0,049	0,091	0,048	0,091	0,048	0,089	0,049	0,092

Çizelge 4.5 ve çizelge 4.6 da 19 ve 21 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değeri verilmiştir. Çizelge 4.7 ve 4.8 de ise 15 ve 17 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değeri verilmiştir.

Çizelge 4.5: 19 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değeri(mm).

KAT	TİP1-19		TİP2-19		TİP3-19		TİP4-19	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT19	0,986	1,531	0,972	1,598	1,005	1,601	0,995	1,543
KAT18	0,959	1,596	0,945	1,665	0,995	1,722	0,967	1,609
KAT17	1,007	1,656	0,998	1,726	1,046	1,743	1,016	1,669
KAT16	1,072	1,722	1,064	1,791	1,109	1,792	1,082	1,735
KAT15	1,135	1,786	1,128	1,856	1,179	1,855	1,145	1,8
KAT14	1,192	1,845	1,187	1,914	1,24	1,911	1,202	1,859
KAT13	1,243	1,895	1,24	1,963	1,296	1,957	1,253	1,909
KAT12	1,285	1,931	1,284	1,998	1,341	1,989	1,295	1,946
KAT11	1,317	1,952	1,318	2,018	1,378	2,007	1,327	1,967
KAT10	1,337	1,954	1,339	2,017	1,401	2,004	1,348	1,968
KAT9	1,344	1,933	1,348	1,993	1,409	1,977	1,354	1,947
KAT8	1,335	1,886	1,341	1,942	1,404	1,928	1,345	1,9
KAT7	1,307	1,809	1,314	1,86	1,377	1,841	1,317	1,822
KAT6	1,317	1,696	1,318	1,742	1,378	1,723	1,327	1,708
KAT5	1,173	1,541	1,181	1,579	1,231	1,554	1,182	1,552
KAT4	1,045	1,332	1,052	1,364	1,111	1,362	1,053	1,342
KAT3	0,851	1,057	0,854	1,077	0,944	1,112	0,857	1,064
KAT2	0,508	0,651	0,509	0,663	0,527	0,648	0,512	0,656
KAT1	0,05	0,093	0,05	0,093	0,05	0,093	0,051	0,093

Çizelge 4.6: 21 katlı yapıların maksimum görelî kat öteleme değeri(mm).

KAT	TİP1-21		TİP2-21		TİP3-21		TİP4-21	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT21	1,066	1,635	1,034	1,692	1,062	1,684	1,07	1,642
KAT20	1,032	1,699	0,999	1,756	1,042	1,805	1,036	1,706
KAT19	1,079	1,757	1,044	1,814	1,087	1,821	1,082	1,765
KAT18	1,137	1,822	1,106	1,877	1,145	1,867	1,141	1,83
KAT17	1,199	1,888	1,168	1,941	1,212	1,931	1,203	1,896
KAT16	1,257	1,951	1,225	2,001	1,272	1,99	1,262	1,96
KAT15	1,311	2,008	1,278	2,056	1,328	2,043	1,315	2,017
KAT14	1,357	2,055	1,324	2,1	1,375	2,084	1,362	2,064
KAT13	1,396	2,091	1,363	2,132	1,418	2,117	1,401	2,1
KAT12	1,425	2,112	1,392	2,15	1,449	2,133	1,431	2,121
KAT11	1,445	2,116	1,413	2,15	1,471	2,132	1,451	2,126
KAT10	1,453	2,101	1,421	2,131	1,481	2,113	1,458	2,11
KAT9	1,447	2,062	1,417	2,089	1,475	2,068	1,453	2,072
KAT8	1,427	1,998	1,398	2,021	1,458	2,003	1,433	2,007
KAT7	1,388	1,904	1,36	1,922	1,42	1,9	1,393	1,913
KAT6	1,325	1,775	1,3	1,789	1,355	1,769	1,331	1,783
KAT5	1,231	1,604	1,208	1,613	1,255	1,586	1,237	1,611
KAT4	1,092	1,38	1,071	1,386	1,128	1,383	1,097	1,387
KAT3	0,886	1,09	0,866	1,09	0,955	1,125	0,889	1,095
KAT2	0,528	0,67	0,515	0,669	0,531	0,653	0,53	0,673
KAT1	0,052	0,096	0,051	0,094	0,05	0,094	0,053	0,096

Çizelge 4.7: 15 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).

KAT	TİP1-15		TİP2-15		TİP3-15		TİP3-15	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT15	33,8	49,4	33	49,8	34,4	48,8	33,9	49,6
KAT14	32,1	46,3	31,4	46,6	32,6	42,2	32,2	46,5
KAT13	30,1	43	29,5	43,3	30,7	40,3	30,3	43,2
KAT12	28	39,5	27,4	39,7	28,5	35,7	28,1	39,7
KAT11	25,7	35,8	25,2	36	26,2	35,1	25,8	35,9
KAT10	23,1	31,9	22,7	32	23,6	28,5	23,2	32
KAT9	20,4	27,9	20	28	20,8	27,2	20,5	28
KAT8	17,6	23,7	17,2	23,8	17,9	21	17,6	23,8
KAT7	14,6	19,5	14,4	19,6	14,9	19	14,7	19,6
KAT6	11,7	15,4	11,4	15,4	11,9	13,5	11,7	15,5
KAT5	8,7	11,4	8,6	11,4	8,9	11,1	8,8	11,5
KAT4	6	7,7	5,8	7,7	6	6,7	6	7,8
KAT3	3,4	4,5	3,3	4,5	3,4	4,3	3,4	4,5
KAT2	1,3	1,8	1,3	1,8	1,3	1,6	1,3	1,8
KAT1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2

Çizelge 4.8: 17 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).

KAT	TİP1-17		TİP2-17		TİP3-17		TİP4-17	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT17	40,6	59,1	40,6	60,9	42,2	58,6	40,7	59,3
KAT16	38,8	56	38,8	57,6	40,4	51,4	39	56,2
KAT15	36,8	52,6	36,9	54,2	38,4	52	37	52,8
KAT14	34,7	49,1	34,7	50,5	36,2	44,8	34,8	49,3
KAT13	32,3	45,4	32,4	46,6	33,7	44,7	32,5	45,6
KAT12	29,8	41,5	29,9	42,6	31,8	37,5	29,9	41,6
KAT11	27	37,3	27,2	38,3	28,3	36,6	27,2	37,5
KAT10	24,2	33,1	24,3	33,9	25,3	29,7	24,3	33,2
KAT9	21,2	28,7	21,3	29,4	22,1	28,1	21,3	28,8
KAT8	18,1	24,3	18,2	24,9	18,9	21,6	18,2	24,4
KAT7	15	19,9	15,1	20,3	15,6	19,4	15	2
KAT6	11,9	15,6	11,9	15,9	12,4	13,7	11,9	15,7
KAT5	8,9	11,5	8,9	11,8	9,2	11,2	8,9	11,6
KAT4	6	7,8	6	7,9	6,2	6,8	6	7,8
KAT3	3,4	4,5	3,4	4,9	3,6	4,3	3,5	4,5
KAT2	1,3	1,8	1,3	1,9	1,4	1,6	1,3	1,8
KAT1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2

Çizelge 4.9 ve çizelge 4.10 da 19 ve 21 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.9: 19 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm)

KAT	TİP1-19		TİP2-19		TİP3-19		TİP4-19	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT19	48,4	69,2	48,3	71,4	50,4	70,7	48,6	69,5
KAT18	46,6	66,1	46,5	68,1	48,5	62,7	46,8	66,3
KAT17	44,6	62,7	44,5	64,6	46,4	63,8	44,7	63
KAT16	42,3	59,2	42,3	60,9	44,1	55,8	42,5	59,4
KAT15	39,5	55,4	40	57	41,7	56,2	40,1	55,6
KAT14	37,3	51,5	37,4	52,9	39	48,2	37,5	51,7
KAT13	34,6	47,3	34,6	48,6	36,1	47,9	34,7	47,5
KAT12	31,6	43	31,7	44,1	33,1	40	31,8	43,2
KAT11	28,6	38,5	28,7	39,5	29,9	38,9	28,7	38,7
KAT10	25,4	33,9	25,5	34,8	26,5	31,4	25,5	34,1
KAT9	22,1	29,3	22,2	30	23,1	29,5	22,2	29,4
KAT8	18,8	24,7	18,9	25,3	19,7	22,6	18,9	24,8
KAT7	15,5	20,1	15,6	20,6	16,2	20,2	15,6	20,2
KAT6	12,2	15,7	12,3	16,1	12,8	14,3	12,3	15,8
KAT5	9,1	11,6	9,1	11,8	9,5	11,5	9,1	11,6
KAT4	6,1	7,8	6,2	7,9	6,4	7	6,2	7,8
KAT3	3,5	4,5	3,5	4,5	3,6	4,4	3,5	4,5
KAT2	1,4	1,8	1,4	1,9	1,4	1,7	1,4	1,8
KAT1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2

Çizelge 4.10: 21 katlı yapıların maksimum yer değiştirme değerleri(mm).

KAT	TİP1-21		TİP2-21		TİP3-21		TİP4-21	
	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
KAT21	57	81,4	55,3	82,2	57,2	81	57,3	81,8
KAT20	55,1	78,1	53,5	78,8	55,3	72,7	55,4	78,4
KAT19	53	74,7	51,5	75,3	53,3	74,2	53,2	75
KAT18	50,8	71	49,3	71,6	51	65,7	51	71,3
KAT17	48,3	67,2	46,9	67,7	48,6	66,6	48,5	67,5
KAT16	45,7	63,2	44,4	63,5	46	58,1	45,8	63,4
KAT15	42,8	58,9	41,6	59,2	43,1	58,2	43	59,2
KAT14	39,8	54,5	38,7	54,7	40,2	49,8	40	54,7
KAT13	36,7	49,9	35,7	50	37	49,2	36,8	50,1
KAT12	33,4	45,1	32,5	45,2	33,7	41	33,6	45,3
KAT11	30	40,3	29,2	40,3	30,3	39,6	30,2	40,4
KAT10	26,6	35,3	25,9	35,4	26,8	31,9	26,7	35,5
KAT9	23,1	30,4	22,5	30,4	23,3	29,8	23,2	30,5
KAT8	19,5	25,5	19	25,5	19,7	22,8	19,6	25,6
KAT7	16	20,7	15,6	20,7	16,2	20,2	16,1	20,8
KAT6	12,6	16,1	12,3	16,1	12,7	14,3	12,7	16,2
KAT5	9,4	11,8	9,1	11,8	9,4	11,5	9,4	11,9
KAT4	6,3	7,9	6,1	7,9	6,3	7	6,3	8
KAT3	3,6	4,5	3,5	4,5	3,6	4,4	3,6	4,6
KAT2	1,4	1,9	1,3	1,8	1,4	1,7	1,4	1,9
KAT1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	1	0,2

Çizelge 4.11 ve çizelge 4.12 de 15 ve 17 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet ve moment değerleri verilmiştir. Çizelge 4.13 ve çizelge 4.14 de 19 ve 21 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet ve moment değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.11: 15 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet (N) ve moment (M) değerleri(KN).

KAT	TİP1-15		TİP2-15		TİP3-15		TİP4-15	
	MAX		MAX		MAX		MAX	
	N	M	N	M	N	M	N	M
KAT15	-376,02	135,155	-368,46	128,111	-374,93	133,439	-373,55	135,405
KAT14	-746,34	119,945	-749,04	120,959	-726,04	139,429	-741,13	127,514
KAT13	-1118,5	128,23	-1139,36	122,82	-1142,06	131,617	-1136,63	129,666
KAT12	-1491,64	132,795	-1522,89	133,263	-1495,81	151,699	-1506,98	140,141
KAT11	-1866,33	137,952	-1916,07	132,843	-1914,47	141,634	-1905,09	139,439
KAT10	-2242,83	142,243	-2303,43	142,79	-2271,63	161,215	-2278,92	149,568
KAT9	-2621,48	145,476	-2701,2	140,982	-2694,33	149,526	-2681,18	146,917
KAT8	-3002,62	147,27	-3094	148,118	-3056,26	166,772	-3059,88	154,527
KAT7	-3386,59	147,414	-3498,04	143,988	-3484,4	152,15	-3467,75	148,742
KAT6	-3773,77	145,543	-3897,99	146,98	-3852,52	165,396	-3852,83	152,662
KAT5	-4164,52	142,001	-4310,1	140,221	-4287,58	147,753	-4267,87	143,146
KAT4	-4559,23	134,863	-4719,05	137,3	-4663,44	156,894	-4660,95	141,746
KAT3	-4958,31	126,901	-5141,14	127,295	-5106,99	131,476	-5084,85	127,846
KAT2	-5362,2	192,197	-5561,16	191,355	-5492,31	202,46	-5487,71	198,735
KAT1	-5776,15	105,059	-6000,55	101,635	-5932,98	103,058	-5927,55	105,452

Çizelge 4.12: 15 katlı yapılardaki K12 kirişinin maksimum kesme kuvveti (V) ve moment (M) değerleri(KN).

KAT NO	TİP1-15		TİP2-15		TİP3-15		TİP4-15	
	MAX		MAX		MAX		MAX	
	V	M	V	M	V	M	V	M
KAT15	-101,4	-133,374	-105,54	-140,399	-104,49	-140,01	-101,43	-133,544
KAT14	-103,09	-147,63	-111,68	-154,855	-135,49	-176,145	-103,1	-147,901
KAT13	-102,49	-151,62	-120,46	-166,832	-181,58	-203,777	-116,2	-159,238
KAT12	-103,68	-157,074	-110,89	-164,526	-134,43	-186,385	-103,79	-157,469
KAT11	-105,5	-161,83	-119,78	-176,947	-181,07	-214,302	-115,74	-169,505
KAT10	-107	-165,78	-114,12	-173,003	-135,72	-195,498	-107,14	-166,249
KAT9	-106,94	-166,393	-119,86	-183,349	-180,24	-221,217	-117,12	-176,296
KAT8	-108,56	-169,878	-115,53	-176,727	-137,52	-199,567	-108,73	-170,408
KAT7	-108,4	-169,449	-120,03	-183,802	-179,17	-221,89	-117,48	-177,242
KAT6	-107,42	-166,909	-114,19	-173,232	-136,14	-195,825	-107,6	-167,478
KAT5	-105,46	-161,78	-116,82	-175,435	-177,83	-213,339	-114,56	-169,596
KAT4	-102,22	-153,287	-108,59	-158,615	-129,97	-180,372	-102,39	-153,857
KAT3	-97,76	-140,344	-112,95	-152,461	-176,26	-189,659	-111,53	-148,137
KAT2	-96,96	-121,002	-102,14	-123,694	-126,6	-144,278	-97,05	-121,486
KAT1	-108,96	-90,715	-125,22	-103,959	-172,89	-140,14	-124,92	-103,21

Çizelge 4.13: 19 katlı yapılardaki C14 kolonun maksimum normal kuvvet (N) ve moment (M) değerleri(KN)

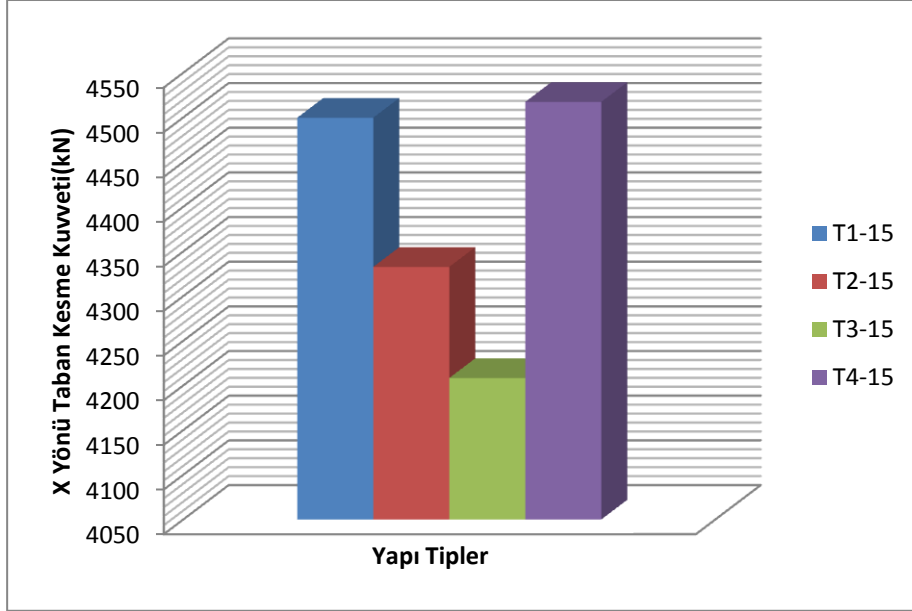
KAT	TİP1-19		TİP2-19		TİP3-19		TİP4-19	
	MAX		MAX		MAX		MAX	
	N	M	N	M	N	M	N	M
KAT19	-360,2	186,382	-352,04	161,455	-357,78	168,252	-356,78	172,736
KAT18	-714,13	163,582	-715,53	154,416	-691,12	170,301	-706,94	158,592
KAT17	-1069,81	173,025	-1088,81	155,551	-1089,4	161,011	-1084,94	160,969
KAT16	-1426,27	177,518	-1404,11	158,656	-1425,12	182,301	-1437,57	170,643
KAT15	-1784,01	183,365	-1725,78	161,29	-1825,61	170,302	-1817,69	169,738
KAT14	-2143,24	188,801	-2148,45	172,182	-2164,21	191,994	-2173,17	180,121
KAT13	-2504,24	193,747	-2527,13	169,312	-2568,06	179,445	-2556,67	178,308
KAT12	-2867,26	197,837	-2900,11	179,998	-2910,61	199,818	-2916,12	187,413
KAT11	-3232,58	200,805	-3283,53	175,556	-3318,98	185,673	-3304,16	183,758
KAT10	-3600,49	202,394	-3661,96	183,683	-3666,65	203,589	-3668,77	190,578
KAT9	-3971,28	202,371	-4051,56	177,338	-4080,71	187,186	-4062,6	184,195
KAT8	-4345,26	200,514	-4436,93	181,744	-4434,73	201,795	-4433,64	187,903
KAT7	-4722,76	196,662	-4834,26	173,004	-4855,76	182,436	-4834,59	178,056
KAT6	-5104,1	190,553	-5228,19	172,746	-5217,47	192,602	-5213,46	177,947
KAT5	-5489,64	182,714	-5634,93	161,583	-5646,83	170,654	-5622,98	164,517
KAT4	-5879,74	170,83	-6039,17	155,03	-6017,67	176,556	-6011,2	159,233
KAT3	-6274,79	158,5	-6457,17	141,175	-6456,88	147,13	-6430,86	141,83
KAT2	-6675,23	233,496	-6873,69	207,883	-6838,48	220,471	-6830,12	213,222
KAT1	-7086,27	127,727	-7310,19	110,721	-7275,84	113,015	-7266,96	113,333

Çizelge 4.14: 19 katlı yapılardaki K12 kirişinin maksimum kesme kuvveti (V) ve moment (M) değerleri(KN)

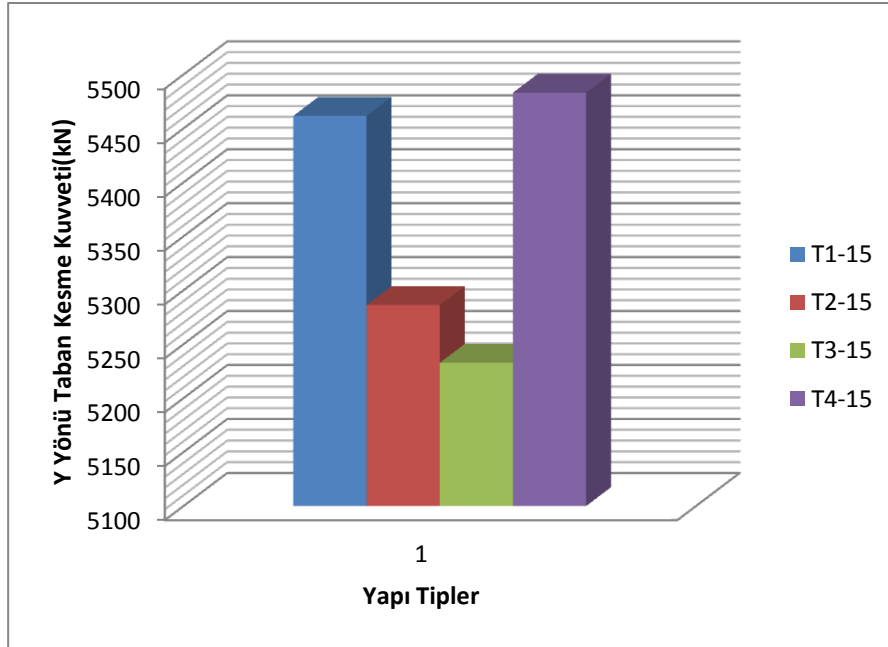
KAT	TİP1-19		TİP2-19		TİP3-19		TİP4-19	
	MAX		MAX		MAX		MAX	
	V	M	V	M	V	M	V	M
KAT19	-103,89	-154,501	-109,7	-153,551	-108,45	-157,97	-103,86	-146,539
KAT18	-108,94	-170,807	-115,82	-168,483	-139,75	-195,537	-105,45	-161,701
KAT17	-110,56	-175,033	-124,65	-179,685	-184,96	-221,81	-118,56	-172,578
KAT16	-112,87	-181,082	-115,7	-177,029	-139,34	-205,213	-108,84	-170,586
KAT15	-115,06	-186,82	-124,12	-189,533	-184,54	-232,445	-119,64	-182,764
KAT14	-117,11	-192,206	-119,18	-186,149	-143,53	-215,29	-112,48	-180,135
KAT13	-118,92	-196,947	-125,36	-197,67	-183,85	-241,383	-122,93	-191,405
KAT12	-120,4	-200,845	-121,73	-192,876	-146,68	-222,788	-115,26	-187,443
KAT11	-121,49	-203,712	-127,25	-202,647	-182,98	-247,029	-125,07	-197,044
KAT10	-122,12	-205,367	-122,83	-195,795	-148,17	-226,161	-116,64	-191,09
KAT9	-122,21	-205,622	-127,44	-203,179	-181,91	-247,984	-125,57	-198,376
KAT8	-121,69	-204,265	-121,98	-193,598	-147,41	-223,973	-116,12	-189,754
KAT7	-120,46	-201,034	-125,38	-197,818	-180,62	-242,649	-123,87	-193,951
KAT6	-118,37	-195,569	-118,5	-184,522	-143,58	-214,217	-113,04	-181,688
KAT5	-115,23	-187,355	-120,18	-184,22	-179,09	-228,487	-119,1	-181,467
KAT4	-110,7	-175,517	-111,09	-165,154	-135,15	-193,202	-106,1	-163,546
KAT3	-104,33	-158,806	-114,11	-157,155	-177,35	-199,558	-112,46	-155,781
KAT2	-97,87	-134,968	-103,19	-127,244	-127,7	-151,709	-97,97	-127,168
KAT1	-109,85	-93,01	-126,15	-106,386	-173,6	-142,322	-125,82	-105,548

4.1.1 Analizlerin incelenmesi

İlk incelemede kat sayıları aynı olan yapılar incelenerek kat bahçesinin yeri ve büyüklüğün binalara etkisi araştırılmıştır. Şekil 4.9 da 15 katlı binanın x yönü taban kesme kuvveti, şekil 4.10 da ise y yönü taban kesme kuvveti grafikleri verilmiştir.



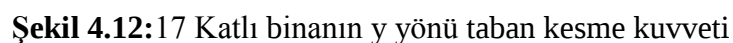
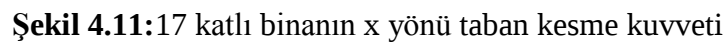
Şekil 4.9: 15 katlı binanın x yönü taban kesme kuvveti



Şekil 4.10: 15 katlı binanın y yönü taban kesme kuvveti

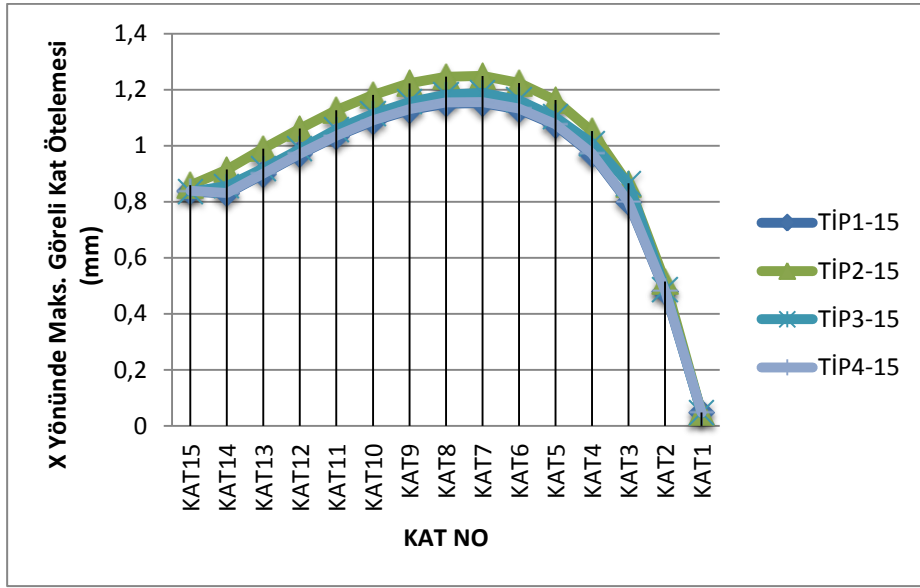
Şekil 4.9 ve 4.10 da görüldüğü gibi her iki yönde de en büyük taban kesme kuvveti TİP4 de oluşmaktadır. Bunun sebebi kat bahçesinden dolayı meydana gelen toprak yükü ile bina ağırlığının artması ve kat bahçesinin üzerindeki döşeme kaldırılmadığı

Şekil 4.11 ve şekil 4. 12 de 17 katlı binanın x ve y yönündeki taban kesme kuvvetleri verilmiştir. Şekil 4.11 ve 4.12 de görüldüğü gibi her iki yönde de en büyük taban kesme kuvveti TİP4 de oluşmaktadır. Bunun sebebi kat bahçesinden dolayı meydana gelen toprak yükü ile bina ağırlığının artması ve kat bahçesinin üzerindeki döşeme kaldırılmadığı için TİP2 ve TİP3'e göre bina ağırlığının artmasıdır.Bu iki sebepten dolayı deprem kuvvetinden en fazla TİP4 etkilenmektedir.19 ve 21 katlı yapılarda da aynı şekilde TİP4 de en fazla deprem kuvveti alan yapıdır. Sonuçların yorumları 15 ve 17 katlı binalarla aynı olduğu için incelenmemiştir

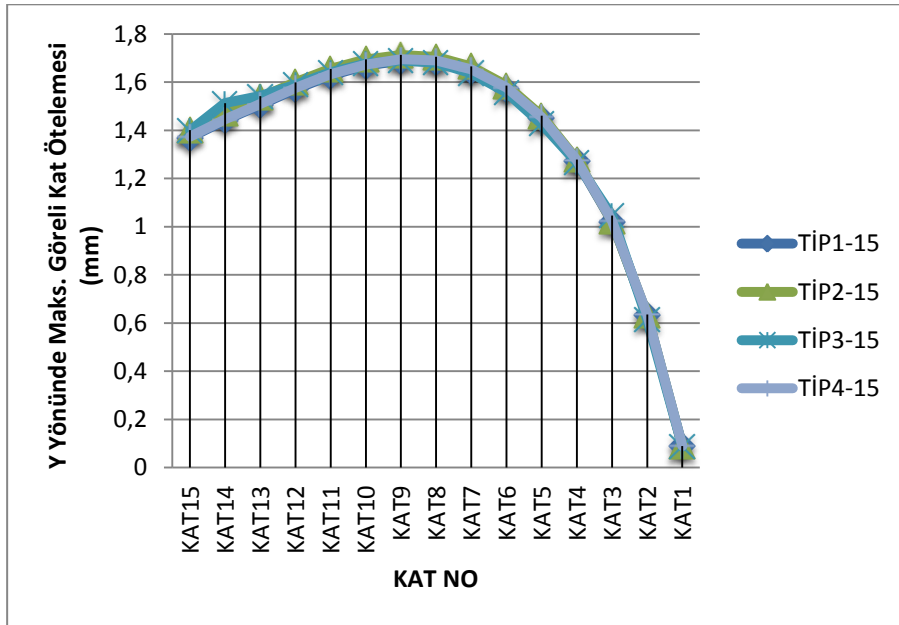


Sonuç olarak kat bahçesi uygulaması uygulanan binlarda kat ağırlığını dengelemek için kat bahçesinin üstündeki döşemeyi kaldırmak deprem kuvvetini kat bahçesi olmayan tiplere göre dengelemekte hatta azaltmaktadır. Hem kat bahçesi olan hem de kat bahçesi üzerindeki döşemesi kaldırılmamış yapılarda deprem kuvveti artmaktadır.

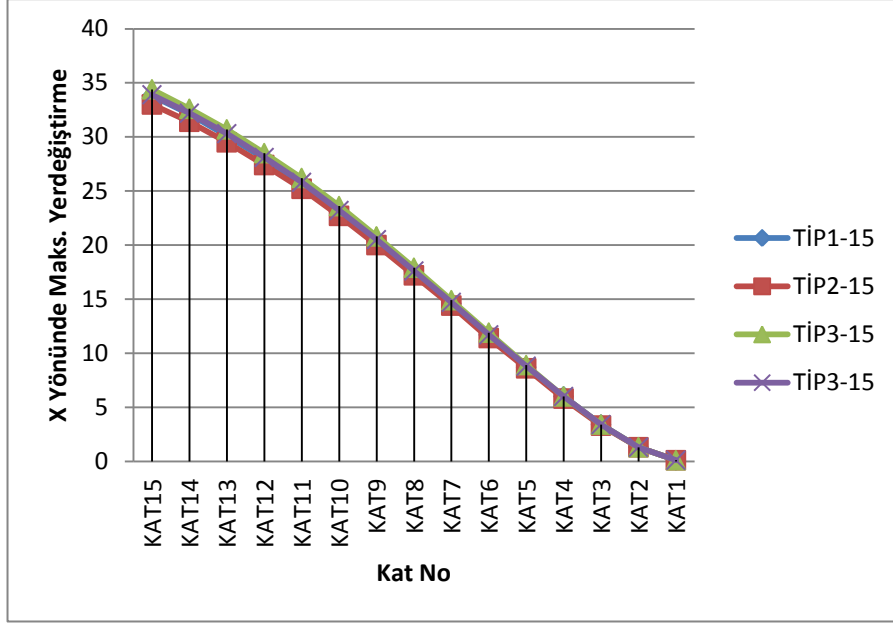
Şekil 4.13 ve şekil 4.14 de 15 katlı binanın x ve y yönündeki maksimum görel kat ötelemesi grafikleri verilmiştir. Şekil 4.16 ve şekil 4.17 de ise 15 katlı binanın x ve y yönündeki maksimum yer değiştirme grafikleri verilmiştir.



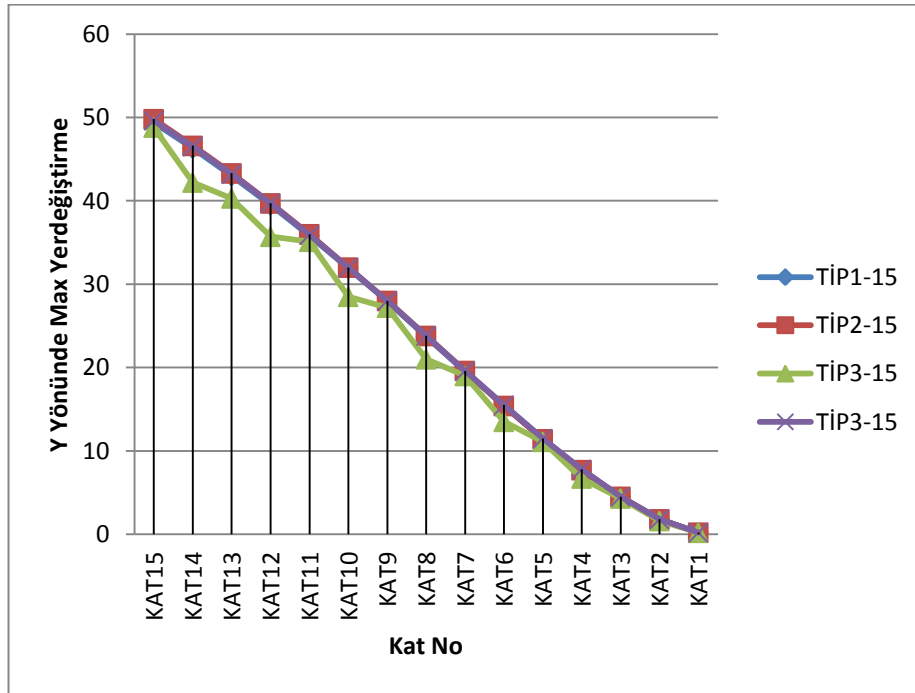
Şekil 4.13: 15 katlı binanın x yönü maksimum görel kat ötelemesi



Şekil 4.14: 15 katlı binanın y yönü maksimum görel kat ötelemesi



Şekil 4.15:15 katlı binanın x yönü maksimum yerdeğiştirme



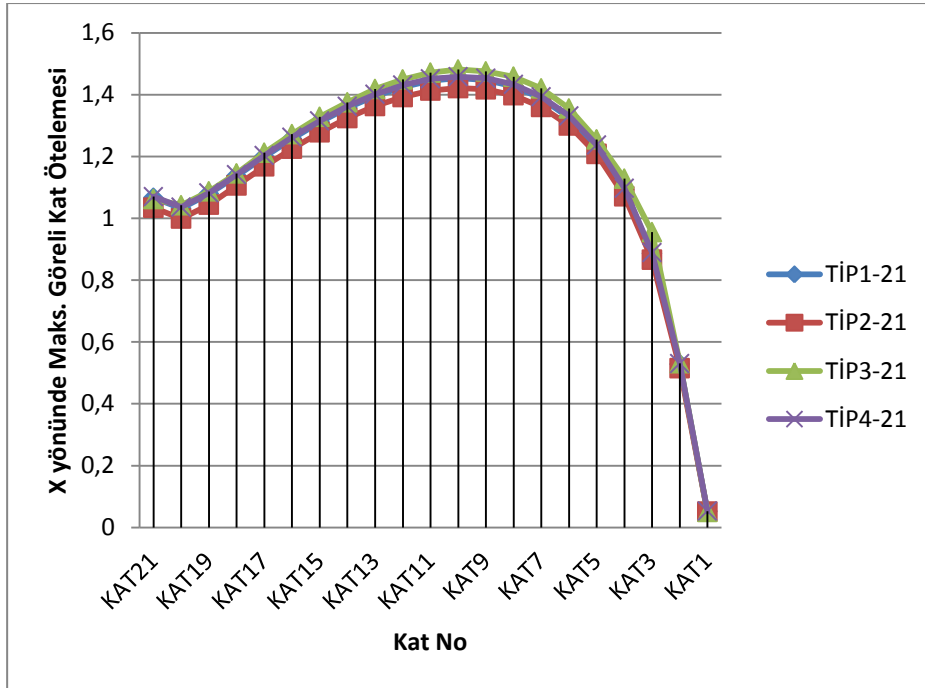
Şekil 4.16:15 katlı binanın y yönü maksimum yerdeğiştirme

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 de görüldüğü gibi sistemler X yönünde Y yönüne göre daha rijit olduğu için göreceli kat ötelemeleri Y yönünde daha fazla gözlenmektedir. X yönünde Tip1, Tip2, Tip3 ve Tip4'ü incelediğimizde en büyük göreceli kat ötelemesinin 7. katlarda oluştuğunu ve en büyük göreceli kat ötelemesine sahip yapının Tip2 olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni ise Tip2 nin kat bahçelerinin binanın ortasında ve tek parça olmasından dolayı göreceli kat ötelemeleri diğer sistemlere göre

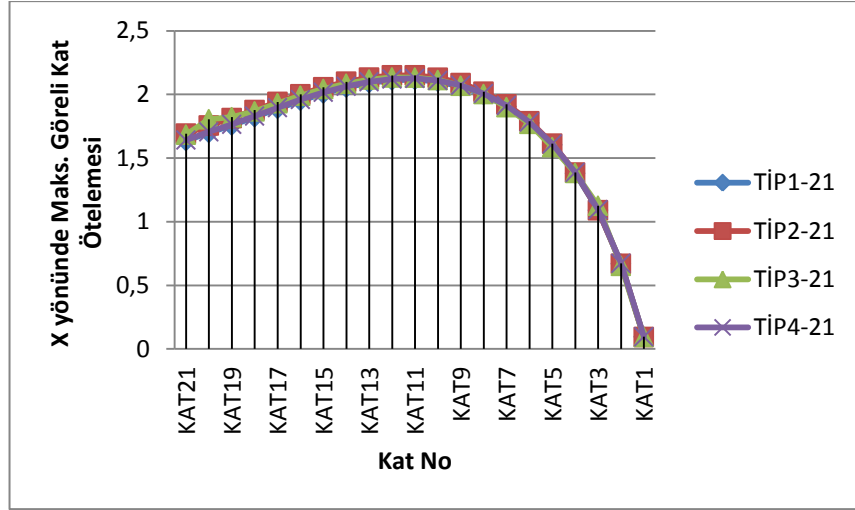
daha büyüktür. Tip2 den sonra en büyük görel kat ötelemesi kat bahçesi olduğu ve kat bahçesiz katlarda döşemeleri kaldırıldığından dolayı Tip3 olarak gözükmemektedir. Tip4 ise Tip1'e göre azda olsa görel kat ötelemesi fazladır. Bunun nedeni geometri olarak aynı olmalarına rağmen Tip4de kat bahçesi olduğu için meydana gelen binanın ağırlık artışından dolayıdır. Y yönünde Tip1, Tip2, Tip3 ve Tip4'ü incelediğimizde en büyük görel kat ötelemesinin 9. katlarda oluştuğunu ve en büyük görel kat ötelemesine sahip yapının Tip2 olduğu gözlenmektedir. Y yönünde X yönüne göre belirgin en büyük farklılık binalardaki görel kat ötelemelerinin değerleri birbirine yaklaştığı görülmüştür.

Şekil 4.15 ve Şekil 4.16 da görüldüğü gibi sistemler X yönünde Y yönüne göre daha rijit olduğu için maks. yer değiştirmeler Y yönünde daha fazla gözlenmektedir. Y yönünde Tip3 de kat bahçelerinin binanın köşesinde olmasından dolayı bahçeli kat ile bahçesiz kat arasındaki yerdeğiştirmelerin farklı olduğu gözlenmektedir. Daha rijit olan kat bahçesiz katların yerdeğiştirmesi daha azdır. Tip3 ün X yönünde Y yönünde görülen yer değiştirme farklılıkları gözükmemektedir.

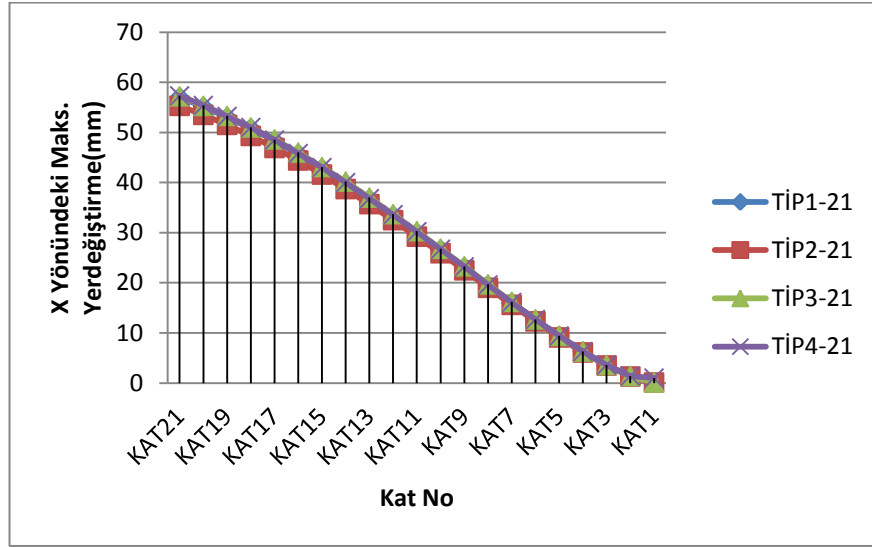
Şekil 4.17 ve şekil 4.18 de 21 katlı binaların x ve y yönündeki maksimum görel kat ötelemesi grafikleri verilmiştir. Şekil 4.19 ve şekil 4.20 de ise 21 katlı binaların x ve y yönündeki maksimum yerdeğiştirme grafikleri verilmiştir



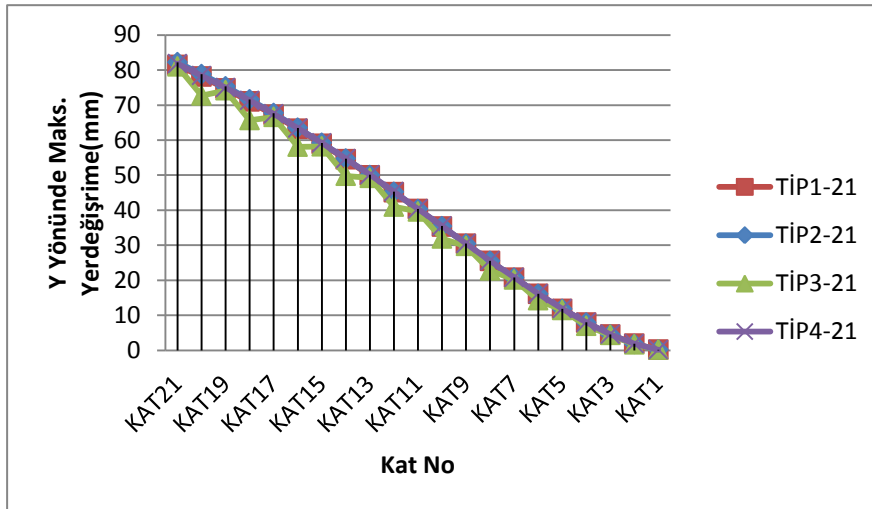
Şekil 4.17: 21 katlı binanın x yönü maksimum görel kat ötelemesi



Şekil 4.18: 21 katlı binanın y yönü maksimum görel kat ötelemesi



Şekil 4.19: 21 katlı binanın x yönü maksimum yerdeğiştirme

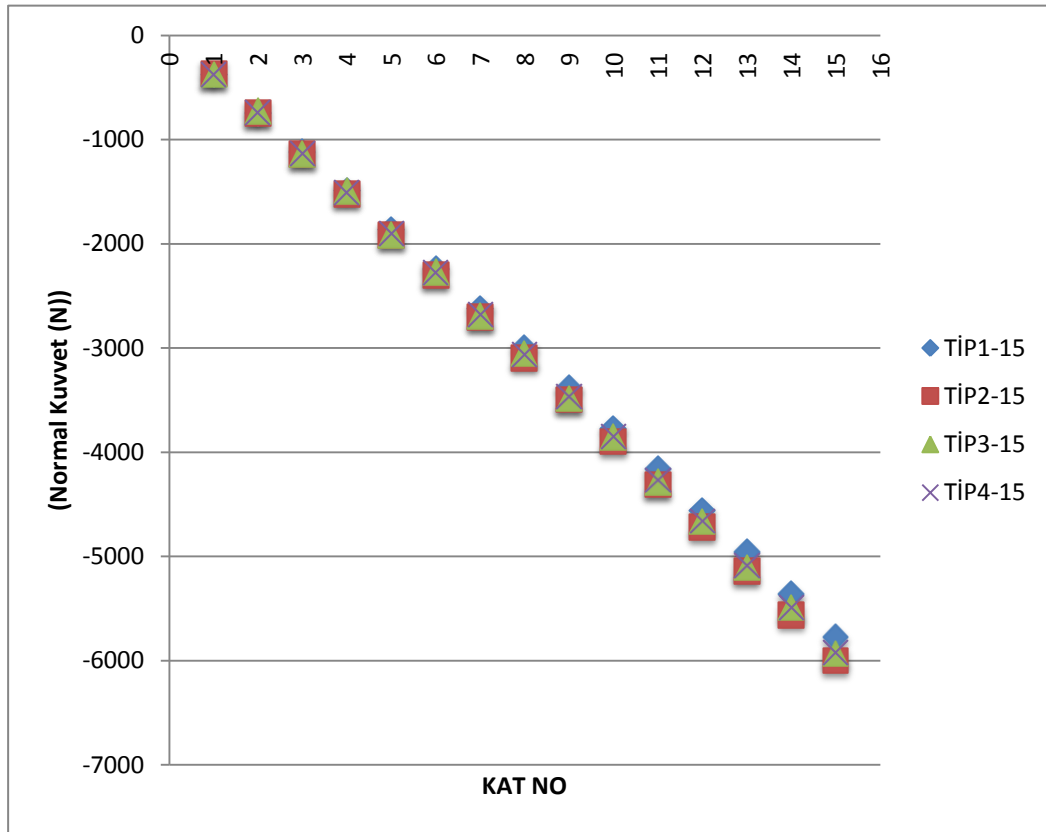


Şekil 4.20: 21 katlı binanın y yönü maksimum yerdeğiştirme

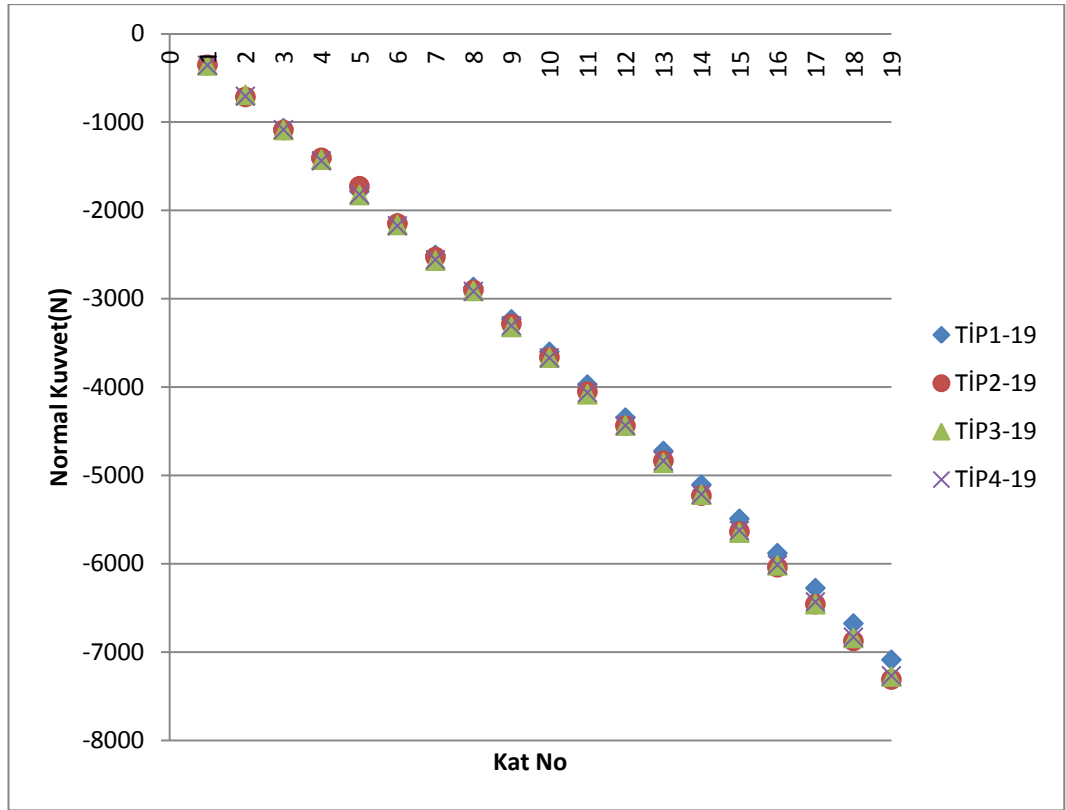
Şekil 4.17 ve Şekil 4.18 de görüldüğü gibi sistemler X yönünde Y yönüne göre daha rijit olduğu için görelî kat ötelemeleri Y yönünde daha fazla gözlenmektedir. X yönünde Tip1, Tip2, Tip3 ve Tip4'ü incelediğimizde en büyük görelî kat ötelemesinin 10. katlarda oluştuğunu ve en büyük görelî kat ötelemesine sahip yapıların Tip4 olduğu gözlenmektedir. 15 katlı yapıdan farklı olarak. Bunun sebebi kat sayısı arttığı için Tip4 ile diğer Tipler arasındaki kat ağırlık farklı artmasından dolayıdır. Y yönünde Tip1, Tip2, Tip3 ve Tip4'ü incelediğimizde en büyük görelî kat ötelemesinin 11. katlarda oluştuğunu ve en büyük görelî kat ötelemesine sahip yapının Tip2 olduğu gözlenmektedir. Y yönünde de Tip4 deki maks. yerdeğiştirme değerlerinin Tip2 e yaklaştığı görülmektedir.

İkinci incelemede kat sayıları aynı olan yapılarda kat bahçesinin yeri ve büyüklüğüne göre seçilen kolonun Normal Kuvvetinin ve Momentinin değişimi ve seçilen kirişin Kesme Kuvveti ve Momentinin değişimi araştırılmıştır.

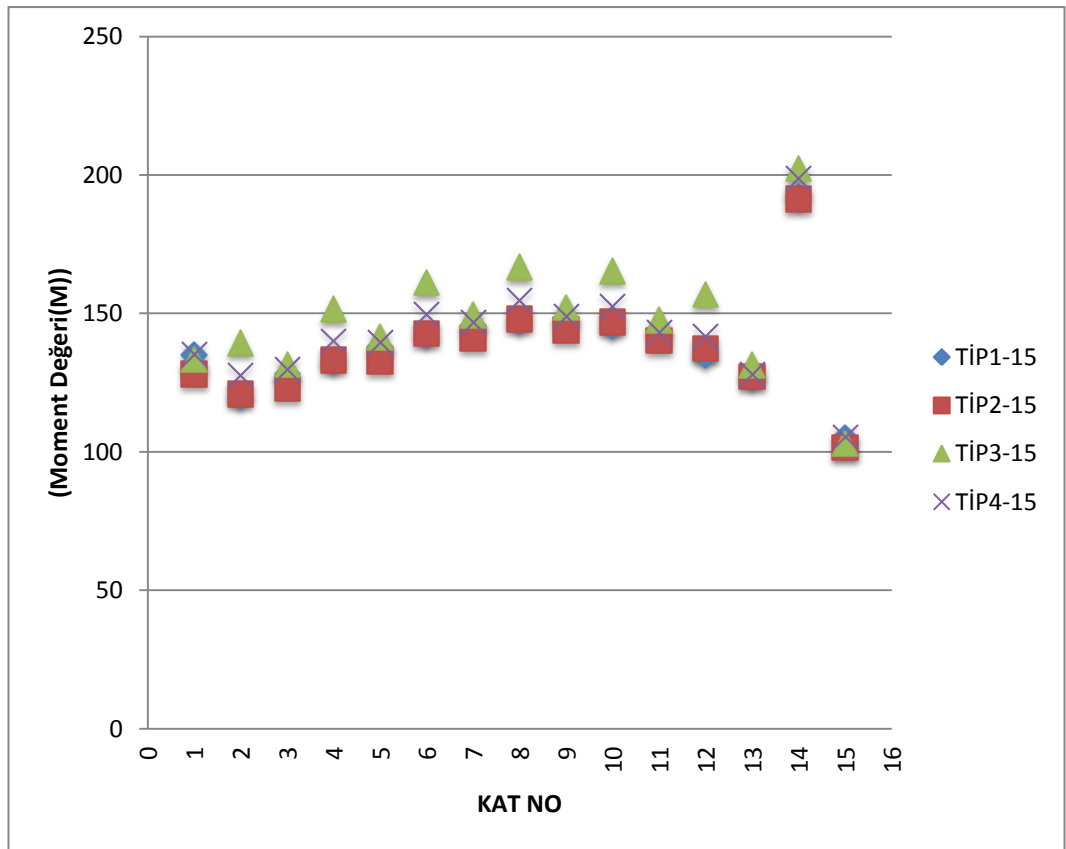
Şekil 4.21 ve şekil 4.22 15 ve 19 katlı binalardaki C14 kolonun normal kuvvet grafikleri verilmiştir. Şekil 4.23 ve 4.24 de ise 15 ve 19 katlı binaların C14 kolonun moment değeri grafikleri verilmiştir.



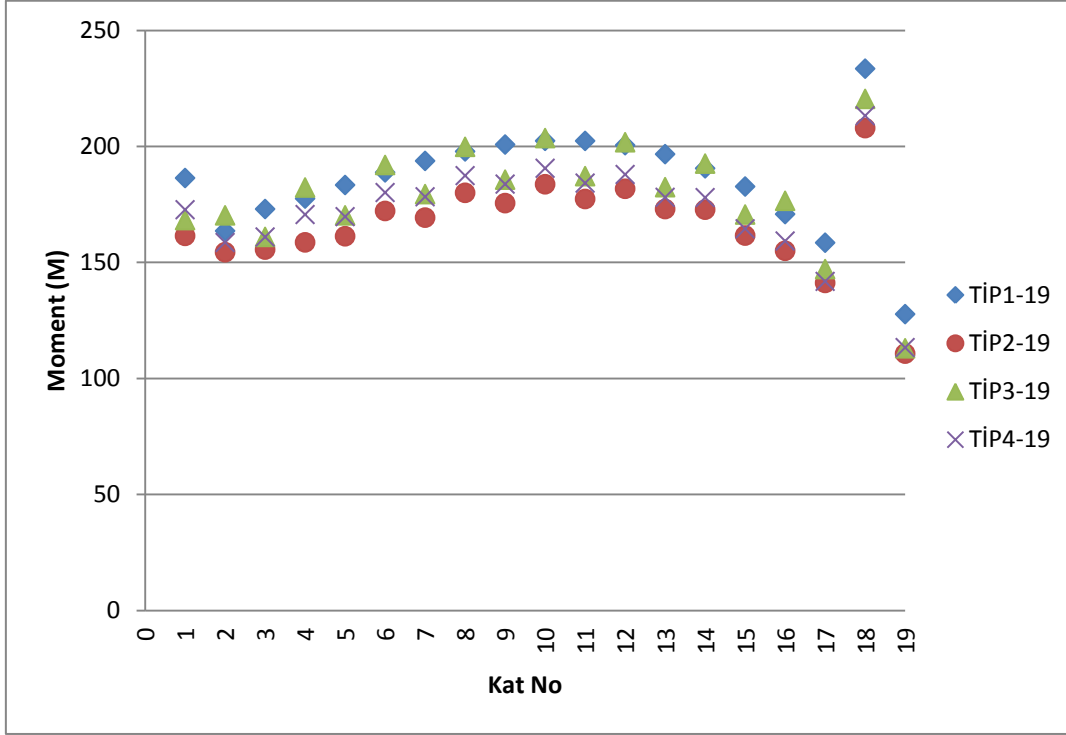
Şekil 4.21: 15 katlı binalardaki C14 kolonun normal kuvveti



Şekil 4.22:19 katlı binalardaki C14 kolonunun normal kuvveti



Şekil 4.23:15 katlı binalardaki C14 kolonunun moment değeri

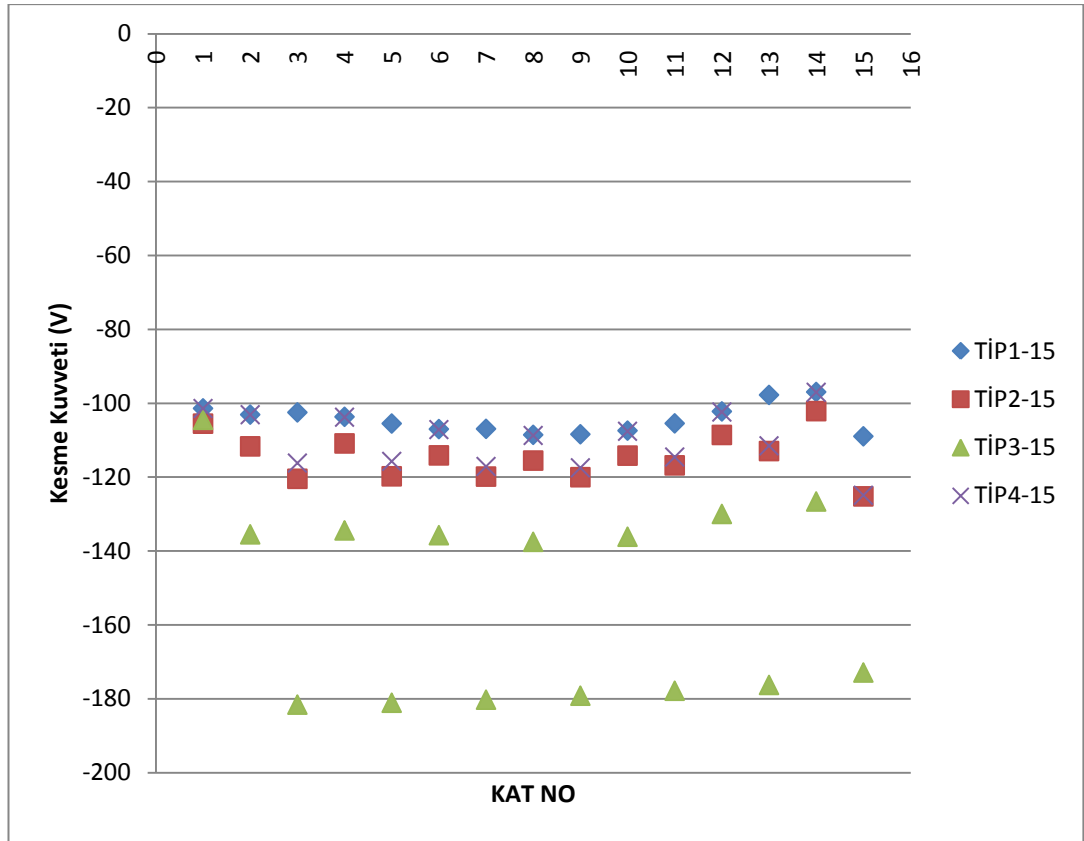


Şekil 4.24:19 katlı binalardaki C14 kolonunun moment değeri

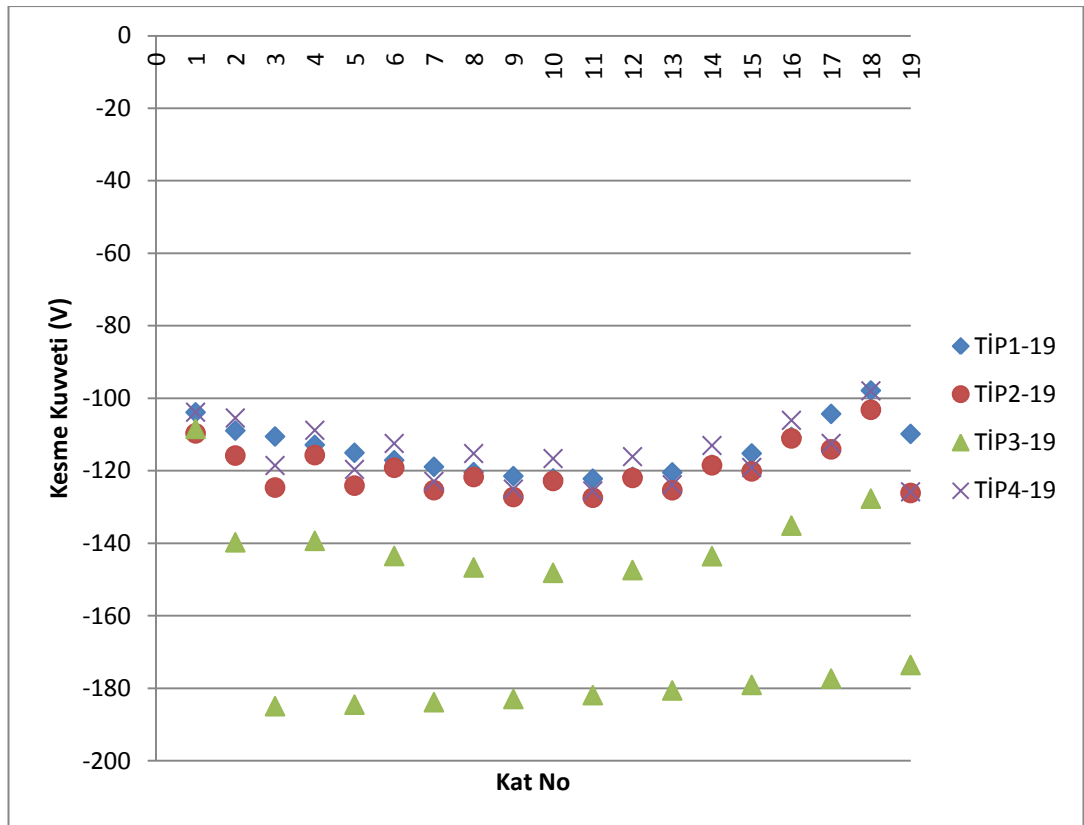
Şekil 4.21 ve 4.22 de görüldüğü gibi C14 kolonunda Normal Kuvvet en fazla Tip-2 de oluşmaktadır. Tip2 de C14 kolonun köşesine gelen kat bahçesinin büyük olması ve kat bahçesinin üstündeki döşemenin tamamın kaldırılmasında dolayı C14 kolonu için Normal Kuvvetin en fazla etkisini Tip-2 de görülmektedir. C14 kolonundaki Normal Kuvvet etkisi en az Tip-1 de görülmektedir çünkü kat bahçesi olmadığı için kolona gelen yük az ve uniformdur. Bina yüksekliklerine göre baktığımızda ise 19 katlı binların arasındaki normal kuvvet farkları 15 katlılara göre bina ağırlaştığı için daha fazladır.

C14 kolonu için Şekil 4.23 ve 4.24 de ki moment değerlerine baktığımızda en yüksek değeri Tip3 de görmekteyiz. Bunun sebebi kat bahçesi olan katlarda kat bahçesindeki ağırlık artışından dolayı saplamalı kiriş den dolayı C14 kolonuna bağlanan ana kirişde kesme kuvveti değeri artmaktadır buda kolonun moment değerini düzensiz ve maksimum yapmaktadır. Tip4 ve Tip1 de ise kat bahçeli durumlarda moment değerlerinin daha çok arttığını ama bu artışın Tip3 e göre daha az olduğunu görmekteyiz.

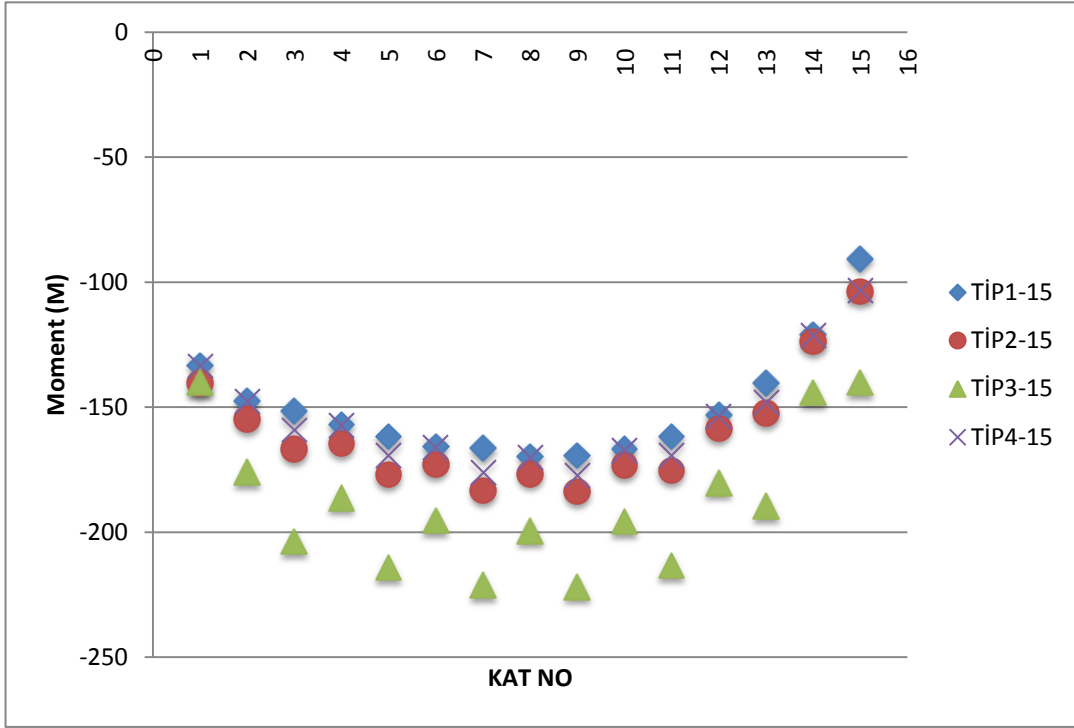
Şekil 4.25 ve şekil 4.26 da 15 ve 19 katlı binalardaki K12 kirişinin kesme kuvveti grafikleri verilmiştir. Şekil 4. 27 ve şekil 4.28 de ise 15 ce 19 katlı binalardaki K12 kirişinin moment grafikleri verilmiştir.



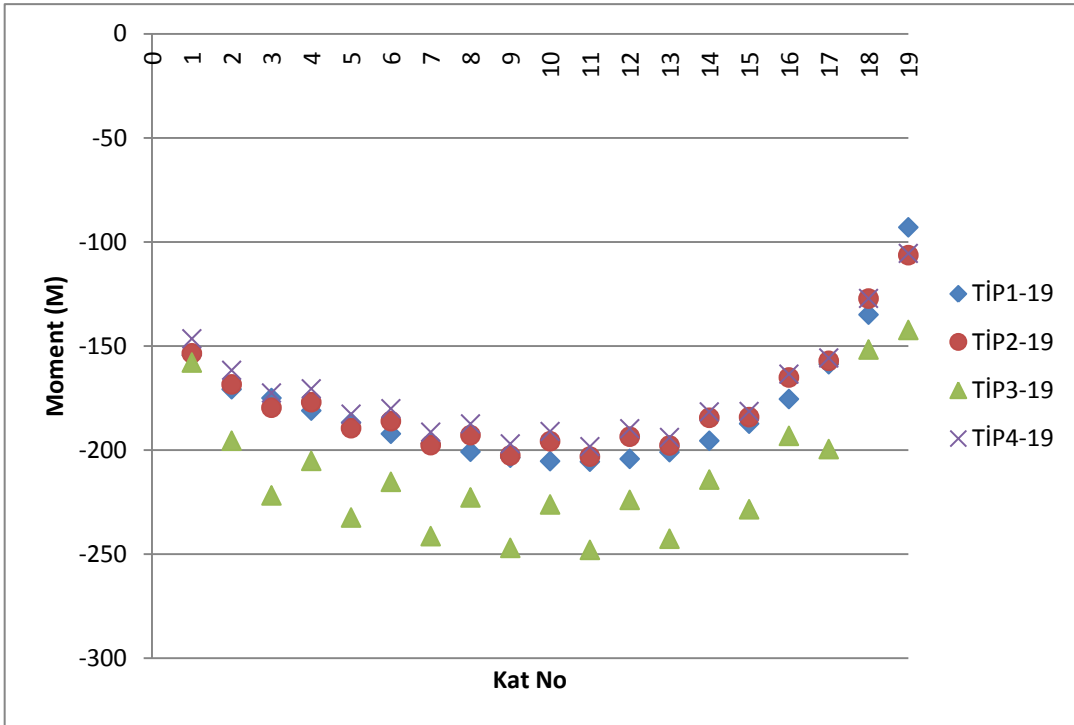
Şekil 4.25:15 katlı binalardaki K12 kirişinin kesme kuvveti değeri



Şekil 4.26:19 katlı binalardaki K12 kirişinin kesme kuvveti değeri



Şekil 4.27: 15 katlı binalardaki K12 kirişinin moment değeri



Şekil 4.28: 19 katlı binalardaki K12 kirişinin moment değeri

K12 kirişinin kesme kuvveti değerleri için Şekil 4.25 ve 4.26'a baktığımızda saplamalı kiriş bağlanan Tip3 de düzensiz ve yüksek kesme kuvvetleri oluşmaktadır. Tip1 de kat bahçesi olmadığı için kesme kuvveti uniform

dağılmaktadır. Tip2 ve Tip4'e baktığımızda kat bahçesi olan katlarda olmayanlara göre daha fazla kesme kuvveti oluşmaktadır.

K12 kirişinin moment değerlerine baktığımızda kesme kuvvetinde de görüldüğü gibi en yüksek değerler Tip 3 de meydana gelmektedir. Tip1, Tip2 ve Tip4 için 15 katlı ve 19 katlı yapılara bakıldığında kat sayısı artıkc moment ve kesme kuvveti değerlerinin birbirine yaklaştığı görülmektedir.

Çizelge 4.15 ve 4.16 ya baktığımızda kat bahçesi bulunmayan 8. katlarda 15 katlı yapılar için Tip3 haricinde Kesme Kuvveti ve Moment değerlerinin K12 kirişi için kat sayısı arttımında çok büyük değişiklikler görülmemiştir. Kat bahçesi olmadığı için ağırlık değişiminden etkilenmemiş olmamalarıdır.

Kat bahçesi bulunan 9. katta ise kat sayısı arttığında Tipler deki kiriş Kesme kuvveti ve Moment değerlerinin birbirine yaklaştığı görülmektedir

Çizelge 4.15 de C14 kolonun 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. kattaki göreceli normal kuvvet ve moment değerleri. Çizelge 4.16 da ise K12 kirişinin 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. kattaki göreceli kesme kuvveti ve moment değerleri

Çizelge 4.15: C14 kolonun 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. kattaki göreceli normal kuvvet ve moment değerleri

9. KAT	15 KATLI BİNA				19 KATLI BİNA			
	N	M	N*	M*	N	M	N*	M*
TİP1	-2621,48	145,476	1	1,03	-3971,28	202,371	1	1,14
TİP2	-2701,2	140,982	1,03	1,00	-4051,56	177,338	1,02	1,00
TİP3	-2694,33	149,526	1,03	1,03	-4080,71	187,186	1,03	1,06
TİP4	-2681,18	146,917	1,02	1,01	-4062,6	184,195	1,02	1,04

8. KAT	15 KATLI BİNA				19 KATLI BİNA			
	N	M	N*	M*	N	M	N*	M*
TİP1	-3002,62	147,27	1	1	-4345,26	200,514	1	1,10
TİP2	-3094	148,118	1,03	1,01	-4436,93	181,744	1,02	1,00
TİP3	-3056,26	166,772	1,02	1,13	-4434,73	201,795	1,02	1,01
TİP4	-3059,88	154,527	1,02	1,05	-4433,64	187,903	1,02	1,03

Kat bahçesi bulunan 9. katlarda kat artışından en çok etkilenen Tip1 olduğu görülmektedir. Diğer tipler için Tip2 de bir değişim olmadığı Tip3 ve Tip4 için artış gözlenmektedir.

Çizelge 4.16: K12 kirişinin 15 ve 19 katlı binalar için 8. ve 9. kattaki göreceli kesme kuvveti ve moment değerleri

KAT 9	15 KATLI BİNA				19 KATLI BİNA			
	V	M	V*	M*	V	M	V*	M*
TİP1	-106,94	-166,393	1	1	-122,21	-205,622	1	1,04
TİP2	-119,86	-183,349	1,12	1,10	-127,44	-203,179	1,04	1,02
TİP3	-180,24	-221,217	1,69	1,33	-181,91	-247,984	1,49	1,25
TİP4	-117,12	-176,296	1,10	1,06	-125,57	-198,376	1,03	1,00

KAT 8	15 KATLI BİNA				19 KATLI BİNA			
	V	M	V*	M*	V	M	V*	M*
TİP1	-108,56	-169,878	1	1	-121,69	-204,265	1,05	1,08
TİP2	-115,53	-176,727	1,06	1,04	-121,98	-193,598	1,05	1,02
TİP3	-137,52	-199,567	1,27	1,17	-147,41	-223,973	1,27	1,18
TİP4	-108,73	-170,408	1,00	1,00	-116,12	-189,754	1,00	1,00

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kat bahçesi uygulanacak binanın her iki yönde de rijit yapıya sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Kat bahçesinden dolayı meydana gelecek bina ağırlığındaki artış dikkate alınmalıdır. Özellikle zemini kötü olan bölgelerde kat bahçesi uygulacaksa, kat bahçesi üzerindeki döşemeler kaldırılarak bina ağırlığı dengelenmelidir.

Kat bahçeleri tek bir döşemede büyük olacağına ufak döşemelerle binanın simetrisini bozmadan uygulanmalıdır. Ufak döşemelerle uygulanacak ise saplamalı kiriş sistemi yerine çıkma balkon yapılarak kat bahçesi yapılması uygundur.

Kat bahçesi uygulanacak sistemlerde perdelerin yerleşimi ve oranı çok önemlidir. Çünkü kolon kiriş sisteminde en fazla zorlanmalar moment değerlerinde meydana gelmektedir.Bu moment değerleri düzgün olarak perdelerle paylaştırılarak büyük kolon ve kiriş kesitlerinden kaçılabilir.

Kat bahçesi uygulamalarında rijitlik merkezi ile ağırlık merkezlerinin birbirlerinde uzaklaştırılmadan planmalıdır aksi takdirde binada düzensizlikler meydana gelebilir.

Özellikle büyük kat bahçesi uygulamaları için proje aşamasındayken belirlenen toprak yükünün uygulama sırasında aşılmasına dikkat edilmelidir. Ağırlık merkezinde meydana gelebilecek değişiklikler büyük sorunlar meydana getirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Koçak, A. (1999). Depreme dayanaklı yapı tasarımı ders notları, *YTÜ, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul*
- [2] Deprem Yönetmeliği. (2007). Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik , *Bayındır Ve İskan Bakanlığı, Ankara*
- [3] Atımtay, E.. (2000). Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, *İstanbul*.
- [4] Çağatay, İ. H. ve Güzeldağ, S. (2002). Yeni deprem yönetmeliği(TDY-98) SAP2000N uygulamaları *Birsen Yayınevi, İstanbul*.
- [5] Özmen, G., Orakdoğan, E., ve Darılmaz, K. (2005). Örneklerle ETABS uygulamaları, *Birsen Yayınevi Sf.153*
- [6] Jack, P.M. (2006). Seismic analysis design and review of tall buildings
- [7] Kijewski, T. ve Pirnia, J. D. (2007). Dynamib behaviour of tall buildings under wind.
- [8] Öztürk, T. ve Arslan, S. (2007). Betonarme binalarda döşeme boşluklarının taşıyıcı sistem davranışına etkileri.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gürkan TOPTAŞ

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara 09/11/1986

E-Posta: gurkanoptas86@hotmail.com

Lisans Üniversitesi: Yıldız Teknik Üniversitesi