

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇERÇEVELİ VE PERDELİ ÇERÇEVELİ BİNALARDA  
A1 TÜRÜ DÜZENSİZLİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Cihat KURT**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : YAPI**  
**Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr.Hüseyin KASAP**

**Eylül 2010**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇERÇEVELİ VE PERDELİ ÇERÇEVELİ BİNALARDA  
A1 TÜRÜ DÜZENSİZLİKLERİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Cihat KURT

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez .. / .. /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Y.Doç.Dr. Hüseyin KASAP

.....  
Jüri Başkanı

Prof.Dr. Ahmet APAY

.....  
Üye

Y.Doç.Dr. M.Zeki ÖZYURT

.....  
Üye

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Çerçeveli ve perdeli çerçeveli binalarda burulma düzensizliği konusu ele alınmış değişik rijitlik ve geometriye sahip yapılar analiz edilerek elde sayısal sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması sırasında her konuda benden yardımlarını esirgemeyen karşılaştığım her probleme çözüm getirmemde bana yardımcı olan değerli hocam Hüseyin KASAP'a teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca her zaman her türlü maddi-manevi desteklerini, güvenlerini, sonsuz sevgilerini benden esirgemeyen, Babam Metin KURT'a, Annem Sevgi KURT'a, Çok değerli kardeşlerim Celali, Seçil ve Bengisu'ya, yüksek lisansın ilk gününden tezimi yazana kadar ki sürede beni hiç yalnız bırakmayan her türlü sorun ve probleme çözüm ve öneri getiren bu çalışmanın gerçek mimarı değerli meslektaşım ve eşim İnşaat Yüksek Mühendisi Zeynep Pınar KURT'a, ve bu çalışmada hiçbir katkısı olmayan hatta her türlü zorluk sorun ve problemleri çıkararak zaman zaman yazdıklarımı silen bilgisayarımın tuşlarını kıran ama yinede hayatımın en değerlisi şeker kızım ALMİNA KURT'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Eylül 2010

İnş. Müh. Cihat KURT

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	X
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Problemin Tanımı.....	1
1.2. İlgili Çalışmalar.....	2
1.3. Amaç ve Kapsam.....	2
BÖLÜM 2.	
PLANDA DÜZENSİZLİK TÜRLERİ.....	4
2.1. A2 Döşeme Süreksizliği Tanımı.....	4
2.1.1. Merdiven ve asansör boşlukları dahil , boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu.....	4
2.1.2. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu .....	5
2.1.3. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur. ....	6

2.1.4. Diyaframlar içindeki boşluk tasariminda dikkat edilmesi gerekli noktalar .....	7
2.2. A3 Düzensizlik Durumu Tanımı .....	7
2.3. A3 Türü Düzensizliğin Önüne Geçebilmek İçin Uygulanabilecek Çözüm Önerileri.....	9
2.3.1.Konsol boyunu sınırlamak.....	9
2.3.2. Konsol çevresini strüktürel elemanlarla güçlendirmek.....	9
<b>BÖLÜM 3.</b>	
<b>A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ.....</b>	<b>11</b>
3.1. Burulma Düzensizliği ( $\eta_b$ )Hesabı.....	11
3.2. Plan Geometrisi ve Rijitliğin Burulmaya Etkisi.....	12
3.2.1. Farklı geometrik formların burulma üzerindeki etkisi.....	14
3.2.2. A1 Türü düzensizliğine etki eden plan geometrisinin olumsuz etkisini azaltabilecek çözüm önerileri.....	16
3.3. Burulmaya Etki Eden Diğer Faktörler.....	18
3.4. Burulmaya Örnekler.....	22
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>PLANDA A1 BURULMA DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İRDELENMESİ.....</b>	<b>25</b>
4.1. A3 Çalışmanın Amacı Ve İncelenen Yapı Tipleri.....	25
4.2. A Tipi Yapılar.....	28
4.3. B Tipi Yapılar.....	34
4.4. Sonuçların Tablolar ve Grafiklerle Değerlendirilmesi.....	40
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>64</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>66</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>67</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$A_b$	: Boşluk kesit alanı
$A$	: Toplam kesit alanı
$a_x$	: X yönünde binadaki çıkıntı uzunluğu
$a_y$	: Y yönünde binadaki çıkıntı uzunluğu
$B_a$	: Taşıyıcı sistem elemanının asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
$B_{ax}$	: Taşıyıcı sistem elemanının asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
$B_{ay}$	: Taşıyıcı sistem elemanının asal eksenine doğrultusunda, y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
$D$	: Burulma düzensizliği büyütme katsayısı
$I$	: Bina önem katsayısı
$\eta_{bi}$	: Burulma kat sayısı
$\eta_{bix}$	: X yönünde binanın burulma kat sayısı
$\eta_{biy}$	: Y yönünde binanın burulma kat sayısı
$R$	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$d_i$	: Binanın $i$ ' inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
$(\Delta_i)_{max}$	: Binanın $i$ ' inci katındaki maksimum görece kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{min}$	: Binanın $i$ ' inci katındaki minimum görece kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın $i$ ' inci katındaki ortalama görece kat ötelemesi
$L_x$	: X yönünde binanın uzunluğu
$L_y$	: Y yönünde binanın uzunluğu
$\delta$	: Deplasman
TDY	: Türk deprem yönetmeliği
DBYBHY	: Deprem bölgesinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik
$V_t$	: Toplam taban kesme kuvveti

$V_{t-x}$  : X yönünde binadaki kolonlarda oluşan toplam kesme kuvveti  
 $V_{t-y}$  : Y yönünde binadaki kolonlarda oluşan toplam kesme kuvveti  
 $W$  : Bina toplam ağırlığı  
ATY : A tipi yapı  
BTY : B tipi yapı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Döşemede Yer Alan Boşluk Alanının, Toplam Kat Döşeme Brüt Alanının 1/3'ünden Fazla Olması Durumu.....	5
Şekil 2.2.	Döşemede Yer Alan Boşlukların Cepheye ve/veya Köşelere Yakın Olması Durumu.....	6
Şekil 2.3.	Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik ve Dayanımında Ani Azalmaların Olması Durumu.....	6
Şekil 2.4.	A3 Düzensizlik Durumu.....	8
Şekil 2.5.	Cephede Çıkma Yapan Binada Hasar.....	9
Şekil 3.1.	Görelî kat ötelemeleri.....	12
Şekil 3.2.	Düzensiz kat plan tipleri .....	14
Şekil 3.3.	Bina Kollar Birleşiminde Hasar, Kobe,1995.....	15
Şekil 3.4.	Bina Köşelerinde Ağır Hasar, Yalova, 1999.....	16
Şekil 3.5.	Dar Açılı Köşesi Yumuşatılmış Tokyo da Bir Bina.....	17
Şekil 3.6.	Kütle Merkezi ve Rijitlik Merkezlerinin Konumlarının burulmaya Etkisi.....	19
Şekil 3.7.	Plan Kurgusunda Asimetrik Olarak Yerleştirilen Rijit Merdiven Evleri .....	20
Şekil 3.8.	İç avlulardan oluşmuş plan kurgusu.....	21
Şekil 3.9.	Zayıf yapı kolları ile oluşturulmuş plan kurgusu.....	21
Şekil 3.10.	Plan şemaları L, T, H olan Yapılarda Burulma Etkileri.....	22
Şekil 3.11.	Plan şemaları L, T, H, + olan Yapılarda Burulma Etkileri.....	22
Şekil 3.12.	Guatemala Terminal Oteli.....	23
Şekil 3.13.	Burulma Kuvveti Tesirinde Kalmış Kolonlar.....	23
Şekil 3.14.	Deprem derzi olmayan L tipi yapı hasarı.....	24
Şekil 4.1.	İrdelenen Yapının 3 Boyutlu Görünümü.....	26
Şekil 4.2.	İncelenen Düzenli Duruma ait yapı planı .....	27



Şekil 4.3.	İncelenen 1 A Tipi Yapı Planı.....	29
Şekil 4.4.	İncelenen 2 A Tipi Yapı Planı.....	30
Şekil 4.5.	İncelenen 3 A Tipi Yapı Planı.....	31
Şekil 4.6.	İncelenen 4 A Tipi Yapı Planı.....	32
Şekil 4.7.	İncelenen 5 A Tipi Yapı Planı.....	33
Şekil 4.8.	İncelenen 1 B Tipi Yapı Planı.....	35
Şekil 4.9.	İncelenen 2 B Tipi Yapı Planı.....	36
Şekil 4.10.	İncelenen 3 B Tipi Yapı Planı.....	37
Şekil 4.11.	İncelenen 4 B Tipi Yapı Planı.....	38
Şekil 4.12.	İncelenen 5 B Tipi Yapı Planı.....	39
Şekil 4.13.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan Kesme Kuvveti Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.14.	A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre x Yönündeki Kesme Kuvvetlerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.15.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan Kesme Kuvvetleri Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	45
Şekil 4.16.	A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması...	46
Şekil 4.17.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	47
Şekil 4.18.	: A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması..	47
Şekil 4.19.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.20.	A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması...	48
Şekil 4.21.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda x Yönünde Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	49
Şekil 4.22.	A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Tabanda x Yönünde Oluşan $V_t$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması.....	50

Şekil 4.23.	A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda y Yönünde Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	51
Şekil 4.24.	A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Tabanda Y Yönünde Oluşan $V_t$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması.....	51
Şekil 4.25.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Kolonlarda Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	56
Şekil 4.26.	B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması	56
Şekil 4.27.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Kolonlarda Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	57
Şekil 4.28.	:B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması	57
Şekil 4.29.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	58
Şekil 4.30.	B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması	59
Şekil 4.31.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	60
Şekil 4.32.	B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Y Yönünde Oluşan $\eta_{bi}$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması	60
Şekil 4.33.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda x Yönünde Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması.....	61
Şekil 4.34.	B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Tabanda X Yönünde Oluşan $V_t$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması.....	61
Şekil 4.35.	B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda y Yönünde Oluşan $V_t$ Değerleri Bakımından Karşılaştırılması .....	62
Şekil 4.36.	B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Tabanda Y Yönünde Oluşan $V_t$ Değerinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması.....	62

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	Düzenli durumda yapının deprem hesap rapor değerleri.....	28
Tablo 4.2.	1 ATY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	29
Tablo 4.3.	2 ATY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	31
Tablo 4.4.	3 ATY durumunda binanın deprem hesabı rapor değerleri.....	32
Tablo 4.5.	4 ATY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	33
Tablo 4.6.	5 ATY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	34
Tablo 4.7.	1 BTY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	35
Tablo 4.8.	2 BTY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	36
Tablo 4.9.	3 BTY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	37
Tablo 4.10.	4 BTY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	38
Tablo 4.11.	5 BTY durumunda binanın deprem hesap rapor değerleri.....	39
Tablo 4.12.	A tipi yapılar ve düzenli durum için seçilen kolonlarda zemin katta oluşan kesme kuvveti $V_t$ (kN) değerleri.....	41
Tablo 4.13.	A tipi yapıların düzenli duruma göre X yönündeki kesme kuvveti - $V_t$ (kN)-nin yüzdesel değişimi.....	41
Tablo 4.14.	A tipi yapıların düzenli duruma göre Y yönündeki kesme kuvveti - $V_t$ (kN)-nin yüzdesel değişimi.....	42
Tablo 4.15.	A tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan $\eta_{bi}$ değerleri.....	42
Tablo 4.16.	A tipi yapıların düzenli duruma göre $\eta_{bi}$ değerinin X yönündeki yüzdesel değişimi.....	42
Tablo 4.17.	A tipi yapıların düzenli duruma göre $\eta_{bi}$ değerinin Y yönündeki yüzdesel değişimi.....	42
Tablo 4.18.	A tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti- $V_t$ (kN) değerleri.....	43
Tablo 4.19.	A tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti- $V_t$ (kN) nin X yönündeki yüzdesel değişimi.....	43

Tablo 4.20.	A tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti- $V_t$ (kN) nin Y yönündeki yüzdesel değişim.....	43
Tablo 4.21.	B tipi yapılar ve düzenli durum için seçilen kolonlarda zemin katta oluşan kesme kuvveti- $V_t$ (kN)- değerleri.....	53
Tablo 4.22.	B tipi yapıların düzenli duruma göre X yönündeki kesme kuvveti - $V_t$ (kN)-nin yüzdesel değişimi.....	53
Tablo 4.23.	B tipi yapıların düzenli duruma göre Y yönündeki kesme kuvveti - $V_t$ (kN)-nin yüzdesel değişimi.....	55
Tablo 4.24.	B tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan $\eta_{bi}$ değerleri.....	55
Tablo 4.25.	B tipi yapıların düzenli duruma göre $\eta_{bi}$ değerinin X yönündeki yüzdesel değişimi.....	55
Tablo 4.26.	B tipi yapıların düzenli duruma göre $\eta_{bi}$ değerinin Y yönündeki yüzdesel değişimi.....	55
Tablo 4.27.	B tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti - $V_t$ (kN)- değerleri.....	55
Tablo 4.28.	B tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti- $V_t$ (kN) nin X yönündeki yüzdesel değişim.....	55
Tablo 4.29.	B tipi yapılar ve düzenli durum için oluşan toplam kesme kuvveti- $V_t$ (kN) nin Y yönündeki yüzdesel değişim.....	55

## ÖZET

Ülkemizde doğal afetler sonucu meydana gelen bina hasarlarının çoğunluğu depremler nedeniyle meydana gelmektedir. Deprem en önemli doğal afetlerin başında gelmektedir. Bundan dolayı yapı tasarımında deprem kuvvetinin belirlenmesi büyük önem teşkil etmektedir. Deprem etkisi büyük ölçüde yapının özelliklerine bağlı olduğundan taşıyıcı sistem seçimi üzerinde önemle durulmalıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımının en önemli ilkesi yapıyı oluşturan taşıyıcı elemanların, hem düşey yükleri hem de depremden oluşan yatay yükleri bütün bir eleman olarak taşımasıdır. Bu nedenle yapısal elemanlardan kendi ağırlıklarını yeterli güvenlikle taşıması, üzerlerine gelen yükleri diğer elemanlara güvenli bir şekilde aktarması istenmektedir. Fakat yapılardaki bütünlüğü bozan düzensizliklerin teşkili deprem hasarlarını önemli oranda artırmaktadır. Bundan dolayı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY–2007) düzensiz yapıların uygulamasından kaçınılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Düzensiz binalar, depreme maruz kaldıklarında davranışlarında olumsuzluklar gösterirler. Bu olumsuzluklar ağır hasara ve hatta göçmelere yol açabilir. Yönetmelikte düzensizlikler planda (A) ve düşey doğrultuda (B) olmak üzere iki ayrı grupta incelenmektedir. A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesabında kullanılacak yöntemin seçiminde etkili olan düzensizliklerdir.

Düzensizlik gruplarından planda düzensizlikler A grubu olarak tanımlanmakta ve kendi içinde üç kısma ayrılmaktadır.

1. Burulma düzensizliği (A1)
2. Döşeme süreksizliği (A2)
3. Planda çıkıntıların bulunması (A3)

Bu çalışmada A1 burulma düzensizliği durumu incelenmiş iki farklı yapı tipi ele alınarak ve sonuçlar grafikler ve tablolarla sunulmuştur.

# **RESEARCH OF A1 IRREGULARITIES IN FRAME AND CURTAINED FRAME STRUCTURE**

## **SUMMARY**

Most of structural damage happens by earthquakes in our country. The earthquake is the most important disaster. For that, to determine the quake force, constitute an importance. As the earthquake force is related to system characteristics in large, the selection of structural system is significant. The most important principle of planning durable structural system is carrier system forming building, have to carry both vertical and horizontal load as a whole occurred by quake. Because of that, it is demand the structural elements have to carry their own loads safety and transfer them to the other elements.

But formation of irregularities endamaging entireness of structure, increases the earthquake harm. And so it is underlined to avoid practicing irregularities in structure in "Regulation For Structures Built In Disaster Areas".

Irregular structures show negative behaviors, expose to quake. These negativity causes to serious damages and also collapses.

In the code, irregularities are analyzed as in plan (A) and vertical direction (B). The types, A1 and B1, are the most effective irregularities on choice of method is used in quake calculation.

Irregularities in plan, is defined as A group, include three types.

- 1-Torsional irregularity
- 2-Floor discontinuity
- 3-Having overhang in plans

In this study, the irregularities have researched by Turkey EQ Code of and explained which one is plan.

A1, A2, A3 irregularities are explained step by step, 2 different building types are handled and results of them have showed by grapichs and tables.

# **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

## **1.1 . Problemin Tanımı**

Asırlardır, insanoğlunun yaşadığı çevre koşullarına bağlı olarak birçok ihtiyacının değişmiş olmasına rağmen barınma ihtiyacı hep var olmuştur. İnsanlık barınma ihtiyacını karşılayabilmek için yüzyıllardır değişik tiplerde ve yaşadıkları dönemin mimari ve sanatsal özelliklerini yansıtan yapılar yapmışlardır. Ancak özellikle son yüzyıllarda sık sık meydana gelen depremler başta olmak üzere diğer tüm doğal afetler insanoğlunu, yaptığı yapıları yeniden değerlendirmeye ve başka arayışlara itmeye mecbur kılmıştır. İşte bu noktada İnşaat mühendisliği bilimi insanlığın bu arayışına cevap vermiştir. Artık şu gerçek iyice anlaşılmıştır ki yaşadığımız evler ne kadar güvenli ise bizlerde o kadar güvendedeyiz.

Bu gerçek inşaat mühendislerini depreme dayanıklı yapılar tasarlamaya ve bu bilimin temel prensiplerini araştırmaya itmiştir. Yıllarca yapılan çalışmalar göstermiştir ki binaların depreme karşı güvenliğini etkileyen birçok faktör vardır ki bunlar; zemin etüdünün doğru bir şekilde yapılmamış olması, doğru temel türünün seçilmemiş olması, doğru taşıyıcı sistemin seçilmemiş olması, hesap hatalarının yapılması, uygulama hatalarının yapılması, yanlış malzeme seçimi olarak sıralanabilir. Ancak bir gerçek daha var ki, bu da yapının diğer tüm faktörler olumlu olmasına rağmen hatalı davranmasına ve olası bir depremde hasar almasına veya toptan göçmesine neden olan ve sadece tasarım aşamasında yapının geometrisinin yanlış seçilmesi, taşıyıcı elemanların doğru yerleştirilmemesi ve düzenli olmaması gibi ekonomik bir problem oluşturmayan ve yapıya herhangi yeni bir eleman veya malzeme eklememizi gerektirmeden çözümlenebilecek projelendirme hatalarıdır.

## 1.2. İlgili Çalışmalar

Döndüren S.M., Karaduman A., Altın M., Çöğürçü T.M., çalışmalarında plan geometrisi ve rijitlik dağılımı bakımlarından simetrik olan ve olmayan yapılarda burulma düzensizliği durumlarını, burulma düzensizliği olan ve olmayan 15 katlı üçgen, elips, kare, dikdörtgen, daire, L ve T şeklinde geometriye sahip yedi farklı türde çok katlı yapıları ele alarak deprem etkileri altındaki davranışlarını incelenmiş ve uygulamada yararlı olabilecek bazı sonuçlar çıkarmışlardır [2].

Demir A., Dönmez D., yaptıkları çalışmada, çok katlı perde-çerçeve sistemlerin parametrik bir araştırma yöntemi ile “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYYHY)” koşullarına göre burulma düzensizliklerini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada, geometrik planları ve perde yerleşimleri farklı olan altı tip yapı, parametrik olarak değişen kat adedi ve DBYYHY ‘de tanımlanan dört adet yerel zemin sınıfına göre incelenerek burulma düzensizlikleri irdelenmiş, etki eden faktörlerin önem derecesi belirlenmiştir [5].

Özmen G., çalışmasında farklı geometriye sahip yapıların yatay yükler altındaki davranışları ve plan geometrisinin burulma üzerindeki etkileri incelenmiştir [7].

Özmen G., çalışmasında rijitlik bakımından düzenli ve düzensiz olan yapı tiplerini seçerek rijitlik dağılımının burulma düzensizliği üzerindeki etkisini incelemiştir [8].

## 1.3. Amaç Ve Kapsam

Son yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki depremlerde, yapıların hasar almalarını en çok etkileyen faktör taşıyıcı sistemlerinin ve geometrilerinin düzensiz olarak planlanmasıdır. Bu çalışmada çerçevesiz ve perdeli çerçevesiz sistemlerde burulma düzensizliği durumu irdelenmiştir. Sayısal değerler vermesi ve somut değerlendirme yapılabilmesi için örnek olarak 13.5m X 12m ebadında 5 katlı, dikdörtgen formda betonarme çerçevesiz sistemden oluşan, zemin sınıfı Z2, beton sınıfı C25, çelik sınıfı S420, bina önem katsayısı 1, olan yapı ele alınmıştır. Analizler



Sta4 Cad programında yapılmış TDY 2007 deprem koşulları dikkate alınmıştır. İlk başta taşıyıcı sistemi sadece kolon giriş ve döşemeden oluşan yapı analiz edilmiş ve bu durum için yapının değerleri not edilmiştir bu ilk durum bizim için düzenli durum olarak adlandırılmıştır. Ardından sırayla yapının köşe noktalarına X ve Y yönünde perdeler ilave edilmek suretiyle tekrar tekrar analizler yapılmış yapıya perdeler eklenmesiyle oluşan tip yapılar A harfi ile gösterilmiştir. Daha sonra yapının değişik yerlerinden kütleler çıkarılarak değişik düzensiz durumlar oluşturulmuş ve bu tip yapılar B harfi ile gösterilmiştir. Her bir durum için yapının periyodu burulma katsayısı ve kolonlara gelen kesme kuvveti değerleri ayrı ayrı not edilerek değerlendirilmiştir. Kolonlarda ki kesme kuvveti değişimi ve burulma düzensizliğini karşılaştırma zemin katta yapılmıştır.

## **BÖLÜM 2. PLANDA DÜZENSİZLİK TÜRLERİ**

DBYBHY-2007’de planda düzensizlikler 3 ana başlıkta toplanmış olup bunlar;

-A1 Burulma düzensizliği

-A2 Döşeme süreksizliği

-A3 Düzensizliği

A2 ve A3 türü düzensizlikler bu bölümde detaylı olarak anlatılmış olup A1 türü düzensizlik 3. Bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

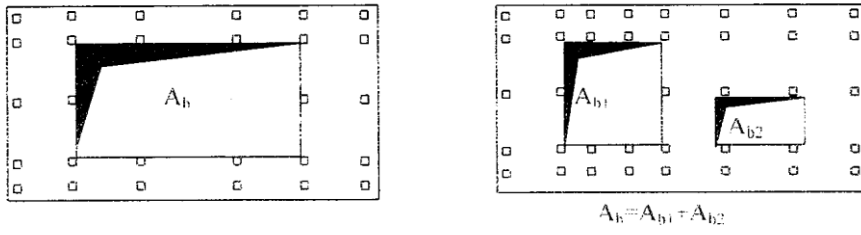
### **2.1. A2 Döşeme Süreksizliği Tanımı**

DBYBHY-2007’de A2 – Döşeme Süreksizlik Düzensizliği için üç durum verilmektedir.

#### **2.1.1. Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ ünden fazla olması durumu;**

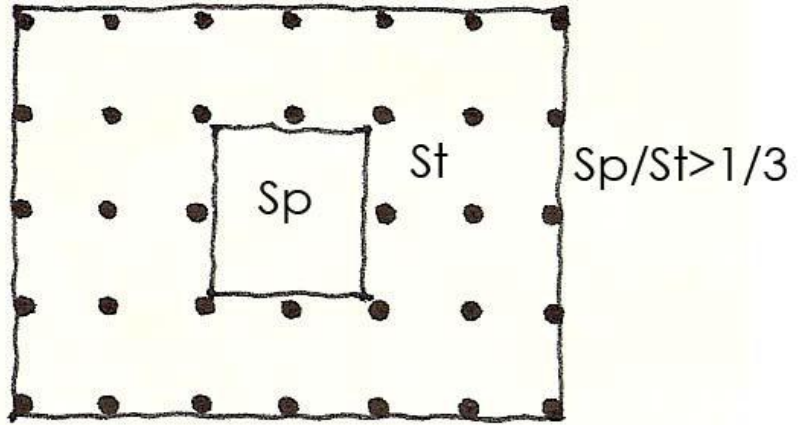
Merdiven evleri ve tesisat şaftları gibi boşlukların önemli boyutlara ulaşması durumunda, taşıyıcı sistemde diyafram rolü üstlenen döşemelerin rijitliklerinde önemli ölçüde azalmalar ve gerilme yığılmaları ortaya çıkmaktadır [1].

Şekil 2.1 de döşeme boşluk alanlarının toplam kat alanına oranının 1/3 den fazla olması durumu iki farklı durum için gösterilmiştir.



$$\frac{A_n}{A} > \frac{1}{3}$$

Şekil 2.1. Döşemede Yer Alan Boşluk Alanının, Toplam Kat Döşeme Brüt Alanının 1/3'ünden Fazla Olması Durumu

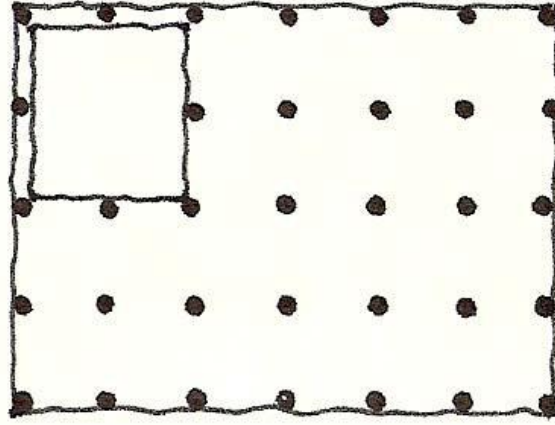


Şekil 2.1. (Devam)

### 2.1.2. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu;

Cepheye veya köşelere yakın olarak yerleştirilen döşeme boşlukları döşeme rijitliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum şekil 2.2 de gösterilmektedir.

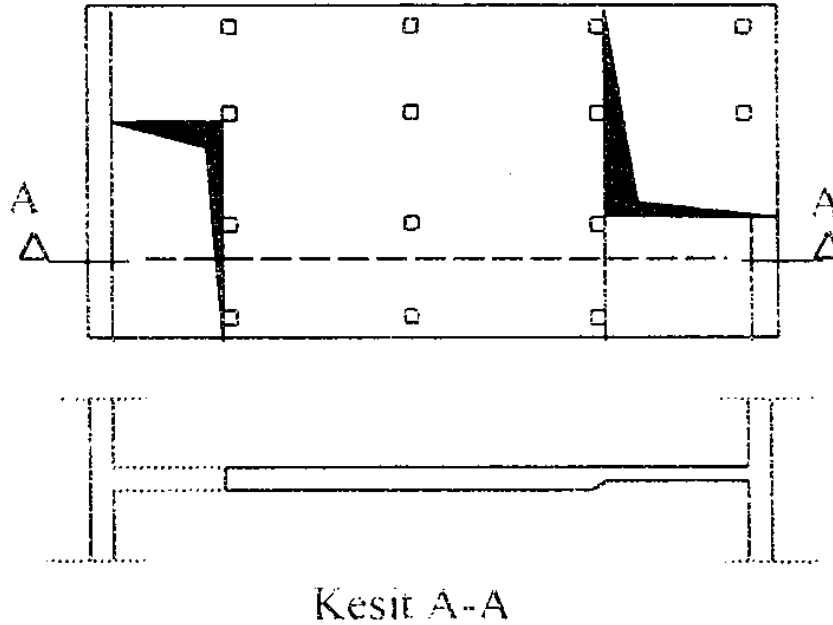
Köşe/Cephe  
yakın boşluk



Şekil 2.2. Döşemede Yer Alan Boşlukların Cepheye ve/veya Köşelere Yakın Olması Durumu

### 2.1.3. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur.

Döşemelerin kapladıkları alan boyunca sürekli ve aynı rijitlikte devam etmemeleri bu elemanların beklenmedik davranışlar sergileyerek yapıda düzensizlik oluşmasına sebep olmalarına yol açabilir. Aşağıda şekil 2.3 de görüldüğü gibi ani yükselti düşüleri istenmeyen bir durumdur.



Şekil 2.3. Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik ve Dayanımında Ani Azalmaların Olması Durumu

#### **2.1.4. Diyaframlar içindeki boşluk tasarımında dikkat edilmesi gerekli noktalar**

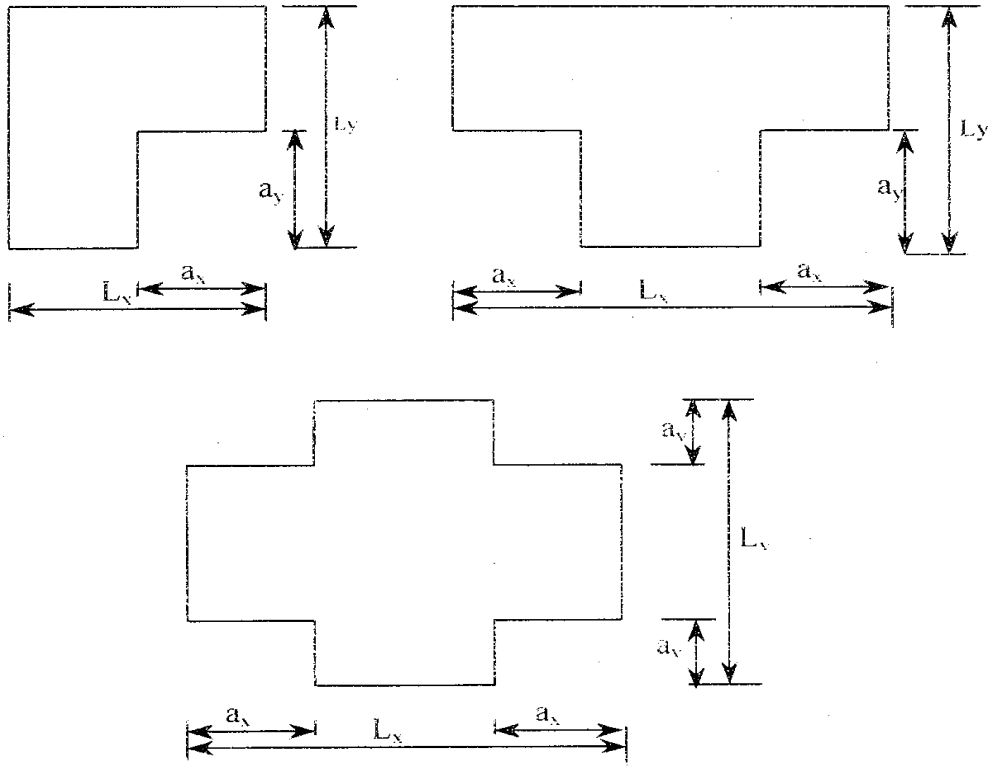
Diyaframlar tasarlanırken içlerinde oluşması zorunlu olan boşlukların tasarlanması noktasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 1- Boşlukların diyaframın duvar veya çerçeve bağlantılarıyla çakışmamasına dikkat edilmelidir.
- 2- Çok sayıda oluşturulacak olan boşlukların birbirinden yeterince uzağa yerleştirilmesi ve gerekli kapasiteyi sağlaması için güçlendirilmesi gereklidir.
- 3- Ayrıca köşe payandaların boşluklar ile bozulması önlenmelidir [10],[11].

#### **2.2. A3 Düzensizlik Durumu Tanımı**

A3 düzensizlik durumu, bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu olarak açıklanmaktadır [1]. Deprem sırasında bu çıkıntı yapan bölgelerde aşırı gerilme yığılmaları oluşur ve bu gerilmelerin güvenle taşındığı hesapla gösterilmelidir.

Şekil 2.4 de plandaki çıkıntıları sebebiyle düzensizlik oluşturabilecek durumlar gösterilmiştir.



$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 2.4. A3 Düzensizlik Durumu

Cepheyi hareketlendirmek amacıyla yapılan girinti ve çıkıntılarının deprem sırasında neden olacağı hasarların bir örneği Şekil 2.5. de görülebilmektedir [5].



Şekil 2.5. Cephede Çıkma Yapan Binada Hasar, Kobe, 1995

### **2.3. A3 Türü Düzensizliğin Önüne Geçebilmek İçin Uygulanabilecek Çözüm Önerileri**

Yapılarda oluşabilecek A3 türü düzensizliklerin önlenmesi için, binaların tasarlanması aşamasında alınabilecek tedbirler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

#### **2.3.1. Konsol boyunu sınırlamak**

Planda çıkıntılar nedeniyle binada dar açılı köşelerde oluşan gerilme yığılmalarının A3 türü düzensizliğe engel olmanın aslında birinci koşulu deprem bölgelerinde mümkün olduğunca konsollardan kaçınmaktır. Konsol çıkmalar uygulanacaksa bile 1.5m den daha fazla olmamasına dikkat edilmelidir.

#### **2.3.2. Konsol çevresini strüktürel elemanlarla güçlendirmek**

Konsolun üç tarafının kirişlerle çevrilmesi yapı güvenliğini artırmada önemli bir rol oynayacaktır. Yalnızca plak döşeme ile yapılan konsol çıkmaların uygulamada,

kullanıma başlandıktan kısa bir süre sonra çatlamlar yaptığı ve gözle görülür sehimler yaptığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle konsolların etrafı kirişlerle çevrilerek veya konsol ucuna kolon yerleştirilmesi ile daha güvenli hale getirilebilir.



## BÖLÜM 3. A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ

### 3.1. Burulma Düzensizliği ( $\eta_b$ ) Hesabı

Deprem esnasında döşeme üzerindeki yatay deprem enerjisinin büyük bölümü perdelerle, küçük bir bölümü kolonlarca absorbe edilecek ve yapı ağırlık merkezinde oluşan deprem yükü, yapıyı rijitlik merkezi etrafında döndürerek bir burulma momenti yaratacaktır. Kolonlar rijitlik merkezinden uzaklaştıkça yatay yer değiştirme artacak ve en uçtaki kolondan itibaren hasarlar meydana gelecektir. Bu nedenle bu tür düzensizliğe neden olacak düzenlemelerden olabildiğince kaçınılmalıdır.

Çağdaş deprem yönetmeliklerinde, en çok göz önüne alınan düzensizlik türü, “Planda Burulma Düzensizliği”dir. Burulma düzensizliği, herhangi bir katta, maksimum görelî yer değiştirmenin ortalama görelî yer değiştirmeye oranı olarak hesaplanan bir burulma düzensizliği katsayısına bağılı olarak tanımlanmaktadır.

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 katsayıya Burulma Düzensizliği Katsayısı,  $\eta_{bi}$ , denmektedir.

$\eta_{bi}$ 'nin herhangi bir katta 1.2' den büyük olması halinde burulma düzensizliği dikkate alınmalıdır.

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

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max} \quad (3.2)$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min} \quad (3.3)$$

$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = ((\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min})/2 \quad (3.4)$$

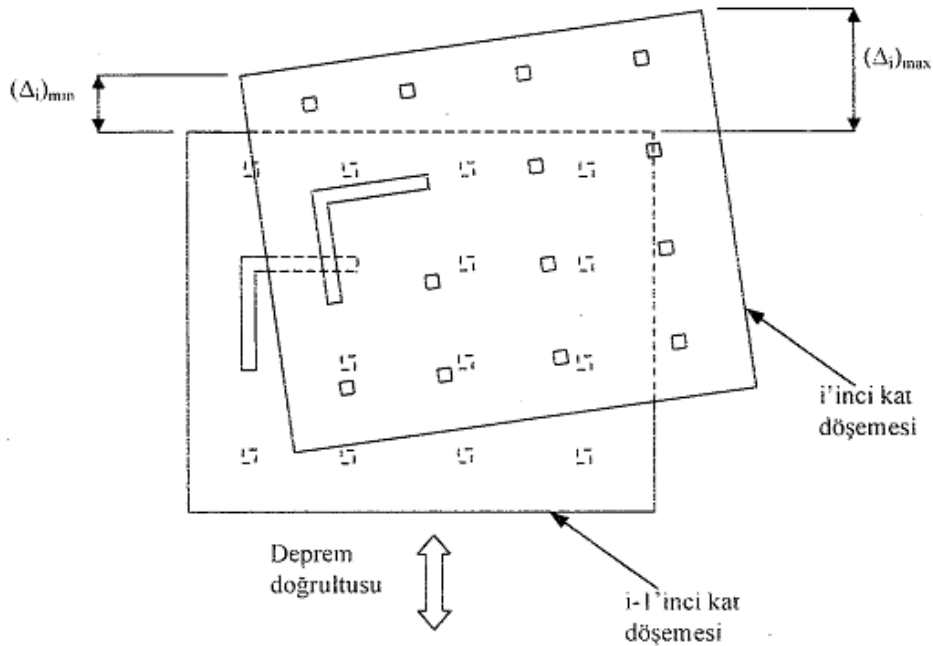
Burada;

$d_i$  = Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme,

$(\Delta_i)_{\max}$  = 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 ötelemesidir.

Aşağıda (şekil 3.1) de burulma düzensizliğinin oluşmasına sebep olan görelî kat ötelenmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Görelî Kat Ötelenesi

Burulma düzensizliği katsayısının, 1,20 ve 2,00 değerleri arasında olduğu durumlarda yapıda burulma düzensizliği olduğu kabul edilir. Bu durumda, bu katta uygulanan  $\pm\%5$  ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için  $D_i$  katsayısı ile çarpılarak büyütülür ve taşıyıcı sistemin daha fazla zorlanması sağlanır.

$$D_i = (\eta_{bi} / 1.2)^2 \quad (3.5)$$

$\eta_{bi}$  katsayısının 2,00 üst sınır değerini aştığı durumlarda ise, DBYBHY' de bulunan dinamik hesap yöntemlerinin uygulanması öngörülmektedir [1][11].

### 3.2. Plan Geometrisi Ve Rijitliğin Burulmaya Etkisi

Çok katlı yapılarda, burulma düzensizliğini etkileyen başlıca faktörlerin

Yapının plan geometrisindeki düzensizlikler;

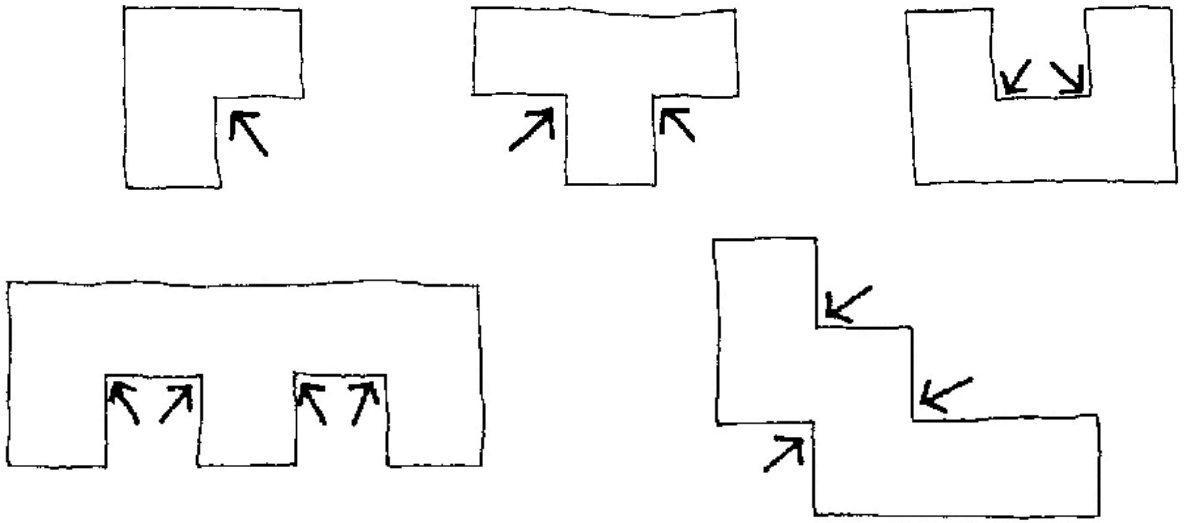
Planda rijitlik dağılımındaki düzensizlikler;

olduğu saptanmıştır. Ancak, gerek plan geometrisi gerekse rijitlik dağılımı bakımından simetrik olan bazı yapılarda da burulma düzensizliği olabilmektedir. Bu tür yapılarda burulma düzensizliğinin nedeni, kenar akslardaki rijitliklerin düşük olmasıdır. Burulma düzensizliklerini gidermek için, kenar akslardaki taşıyıcı elemanların boyutlarını artırmak gerekir. Bu iki faktör ayrı ayrı ele alınarak incelenmiş bulunmaktadır, Bu çalışmalarda elde edilen en önemli sonuçlar aşağıdaki biçimde özetlenebilir [7] [8].

1. Sadece geometrik bakımdan düzensiz olan yapılarda, burulma düzensizliği çok yüksek düzeyde değildir.
2. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz olan yapılarda, burulma düzensizliği çok yüksek düzeylerde olabilmektedir.
3. Her iki tür düzensizlik durumunda, “Zayıf” akslara perde yerleştirilmesi ve/veya diğer taşıyıcı elemanlarda küçük boyut artırımları yapılması sonunda, burulma düzensizliği geniş ölçüde giderilebilmektedir.
4. Yüksek oranda burulma düzensizliği olan yapılarda bile, boyutlandırma bakımından önemli bir olumsuzlukla karşılaşılmamaktadır.
5. Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından simetrik olan bazı yapılarda, burulma düzensizliği katsayıları, 1.20 sınır değerine yaklaşabilmektedir.
6. Sadece geometrik bakımdan düzensiz olan yapılarda, burulma düzensizliği çok yüksek düzeyde değildir. Burulma bakımından en elverişsiz nitelikteki yapılarda bile  $\eta_{bi}$  burulma düzensizliği katsayıları ortalama 1.4 mertebesinde dir.
7. Bu tür yapıların “Zayıf” akslarındaki taşıyıcı elemanlarda küçük boyut artırımları sonunda burulma düzensizliği geniş ölçüde giderilebilmektedir.
8. Uygulamada karşılaşılan asimetrik yapılarda, rijitlik bakımından büyük bir düzensizlik olmaması halinde, burulma düzensizliği katsayıları makul düzeylerde kalmaktadır.
9. Burulma düzensizliği bakımından rijitlik dağılımının geometriye oranla daha önemli bir faktör olduğu izlenimi edinilmektedir [2],[9].

### 3.2.1. Farklı geometrik formların burulma üzerindeki etkisi

Deprem açısından en uygun yapıda plan biçimi, simetrik ve her yönde aynı ölçüde taşıma güçleri olduğundan karedir. Bir kenar diğerine göre çok uzun olmama şartı ile dikdörtgen yapı plan da basitlik ve simetri bakımından uygun bir çözümdür. Farklı doğrultularda kütlelerin bir araya gelmesi ile oluşan tek bir yapı çözümlerinde Şekil 3.2 de olduğu gibi kütlelerin bir araya geldiği noktalarda özellikle köşe birleşimlerinde, yapı depreme karşı riskli hale getirilmiş olur [3].



Şekil 3.2 Düzensiz Kat Plan Tipleri

Bu tip plana sahip bir yapıda binanın kollarının kesişim noktasında ortaya çıkmış hasar gözlemlenmiştir (şekil 3.3).



Şekil 3.3. Binanın Kollar Birleşiminde Hasar, Kobe,1995.

Katlarda rijitlik merkezinin ağırlık merkezinden uzaklaşması sebebiyle düşey bir eksen etrafında meydana gelen burulma, Şekil 3.4 de olduğu gibi köşe kolonlarda ağır hasara neden olabilmektedir [6].



Şekil 3.4 Bina Köşelerinde Ağır Hasar, Yalova, 1999

### 3.2.2. A1 Türü düzensizliğe etki eden plan geometrisinin olumsuz etkisini azaltabilecek çözüm önerileri

Plan geometrisi nedeniyle burulma yapabilecek yapılar için getirilebilecek çözüm önerileri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Karmaşık geometrilerin deprem derzi ile ayrılması;

Basit ve sade geometrili plana sahip yapıların deprem anında karmaşık geometrili olan yapılara göre daha iyi davranış gösterdiği belirtilmiştir. Birtakım mimari neden ve zorunluluklardan dolayı bu tür bir planlamanın gerekli olduğu durumlarda yapılar deprem derzleri ile basit ve kompakt parçalara bölünmelidir.

İşlevle de örtüşen her bir yapı parçasının rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi olabildiğince çakışmalı, taşıyıcı sistemde eksantrik moment oluşturmayacak biçimde kurgulanmalıdır. Yapılar arasında her 3 m yapı yüksekliği için 1 cm olacak biçimde dilatasyon derzi oluşturulmalıdır [6],[7].

Derzler yabancı cisimler tarafından dolma tehlikesine karşın tercihen esnek bini ile korunmalıdır. Sert biniler derzin bir ucundan bağlanırsa kullanılabilirler, yoksa hasara neden olurlar.

- Dar Açılı Köşelerin Biçim Değişikliği İle Yumuşatılması;

L, T gibi geometriye sahip yapılarda kolların 90 derece ile birleşmesi yerine, dairesel bir yayla birleştirilmesi şeklinde mimari bir çözümlenmeyi kapsar (Şekil 3.5). Böylece kolların deprem hareketi sırasında bir bütün gibi hareket etmesi sağlanır.



Şekil 3.5. Dar Açılı Köşesi Yumuşatılmış Tokyo da Bir Bina

- Dar Açılı Köşelerin Güçlendirilmesi;

L, T gibi dar açılı köşelere sahip planlarda, zayıf noktalar olarak bilinen köşelere yerleştirilen düşey taşıyıcı elemanların, olması gerekenden daha fazla boyutlandırılması prensibine dayanır.

• Yapıdaki Esnek Bölgelerin Güçlendirilmesi;

Geometrisi nedeniyle yapının rijitlik merkezi ile ağırlık merkezinin farklı olduğu durumlarda bu iki merkezi birbirine yaklaştırmak yada yapı için çok uygun olmayan zemin koşullarında yapı kolları arasındaki deformasyonları önlemek ve rijitliği sağlamak amacıyla kapalı çekirdekler, stabilite duvarlar eklenebilir.

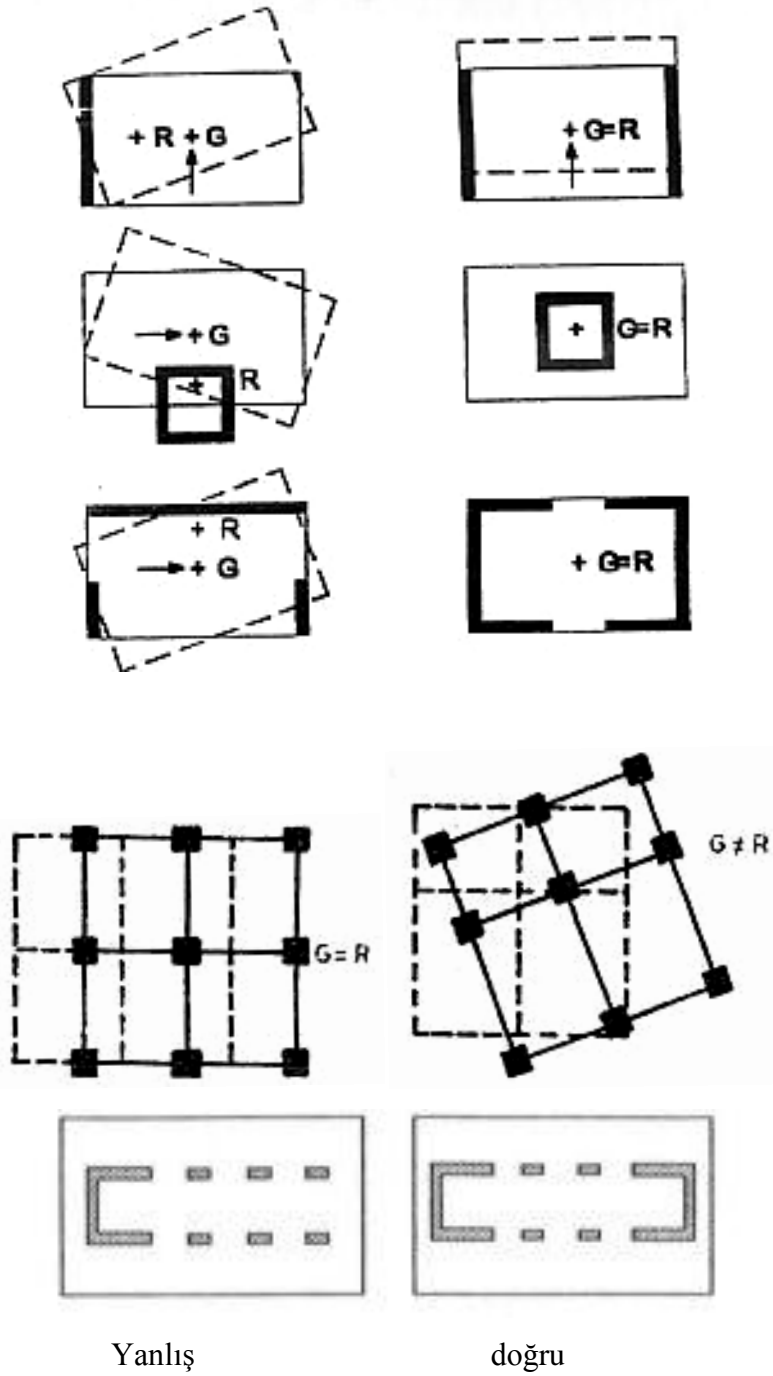
### 3.3. Burulmaya Etki Eden Diğer Faktörler

Burulma düzensizliğine etki eden faktörlere planda geometri düzensizliği ve planda rijitlik dağılımının düzensizliğine ilave olarak, burulma düzensizliği katsayılarının yüksek değerler almasında etkin olan diğer faktörlere; perdelerin plandaki konumları, rijitlik ve kütle merkezleri arasındaki fark gibi etkenler eklenebilir.

-Kat planında, rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki eksantrisite minimumda tutulmalıdır. Rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasında eksantrisite olması ve yatay kuvvetlerin etkimesi durumunda, kat düzeyinde burulma momenti oluşur. Kat burulma momenti kolonlarda ek kesme kuvvetleri oluşturur. Deprem yükleri altında zaten yüksek kesme kuvvetlerine maruz bulunan kolonlara, bir de kat burulma momentinden ek kesme kuvvetlerinin gelmesi istenmeyen bir durumdur. Kat burulma momentini azaltmak veya eğer mümkünse, tümden yok etmek için, kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yaklaşması veya çakışması gerekmektedir [1].

Şekil 3.6 da bir yapının ağırlık ve rijitlik merkezlerinin birbirlerine olan mesafelerinin artması sonucunda yapıda meydana gelen burulma etkileri ve yapıya yerleştirilen perdelerin plandaki konumlarının yine aynı yapının yapmış olduğu burulmaya olan etkileri gösterilmektedir.





Not: Kesikli çizgiler yapının deforme olmuş şeklini göstermektedir.

Şekil 3.6. Kütle Merkezi ve Rijitlik Merkezlerinin Konumlarının Burulmaya Etkisi

Kütle merkezi hemen hemen sabittir. Kütle merkezinin konumunu değiştirmek için kat içindeki kütle dağılımını değiştirmek gerekir ki, bu çok zordur. Ancak, rijitlik merkezi kolon rijitlikleri ile oynayarak değiştirilebilir.

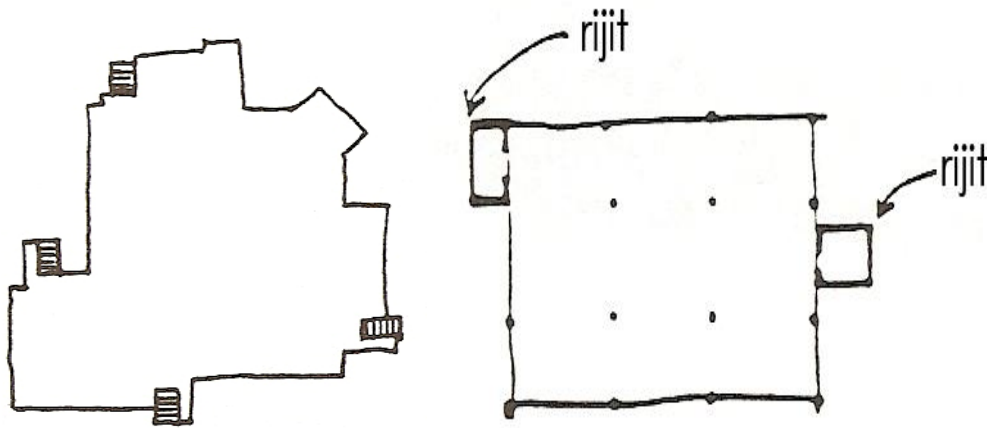
Perdelerin yapının kenarlarına yakın olması, burulma düzensizliğini olumlu yönde etkilemektedir. Uygulamada, yapıların orta bölgelerine yakın konumda perdelerin tercih edilmemesi, hiç değilse bu konumdaki perde ve çekirdeklerin kenarlardaki perdelerle dengelenmesi uygun olacaktır.

Yapıların depreme karşı davranışlarında perdelerin varlığının olumlu katkısı yadsınamaz. Ancak, özellikle az katlı yapılarda aşırı oranda perde kullanılması, burulma bakımından olumsuz sonuçlar verebilmektedir. Perdelerin hem olumsuz konumda hem de aşırı oranda olmaları, burulma düzensizliğini arttırmaktadır.

Arttırılmış dışmerkezlilik uygulamasının etkisi çok elverişsiz sonuçlar vermemektedir. Bu konudaki yönetmelik koşullarının yetersiz olduğu söylenebilir.

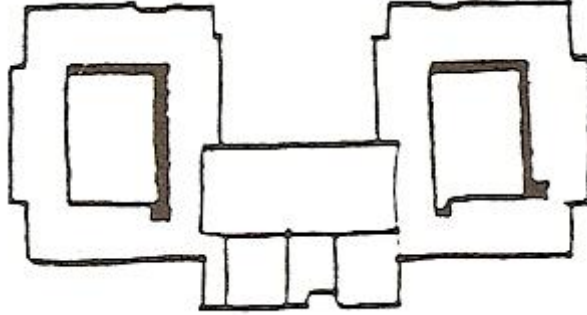
Aşırı burulma yapan yapılar için, DBYBHY’te öngörülen dinamik hesap uygulaması gerçekçi değildir. Bunun yerine, burulma düzensizliği katsayısına bir üst sınır getirilmesi ve bu sınırın aşılmaması için yapı sisteminde gerekli değişikliklerin yapılmasının zorunlu kılınması daha uygun olacaktır.

Merdivenlerin plan düzleminde dengesiz dağılımı burulma etkilerine neden olabilir. Özellikle rijit merdiven evlerinin kat rijitliğinde dengesizliğe yol açacak bir kurguda asimetrik olarak yerleştirilmeleri şekil 3.7 de gösterildiği haliyle önemli tasarım hatalarından biridir.



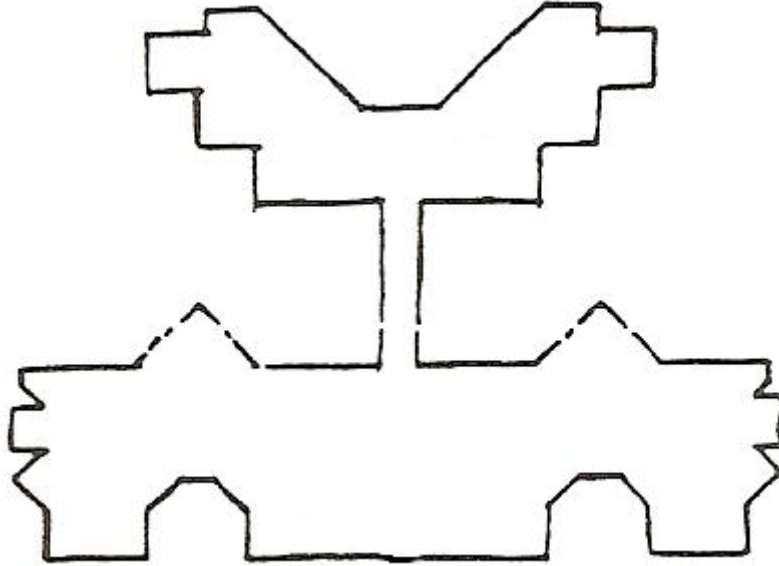
Şekil 3.7. Plan Kurguları Asimetrik Olarak Yerleştirilen Rijit Merdiven Evleri

İç avlulu plan kurgularında, yapının iç köşelerinde burulma etkileri ortaya çıkabilir aşağıda şekil 3.8 de gösterildiği gibi iç avlu boşluğu bırakılmış yapılar burulma etkisi oluşmasına sebep olurlar [1],[7].



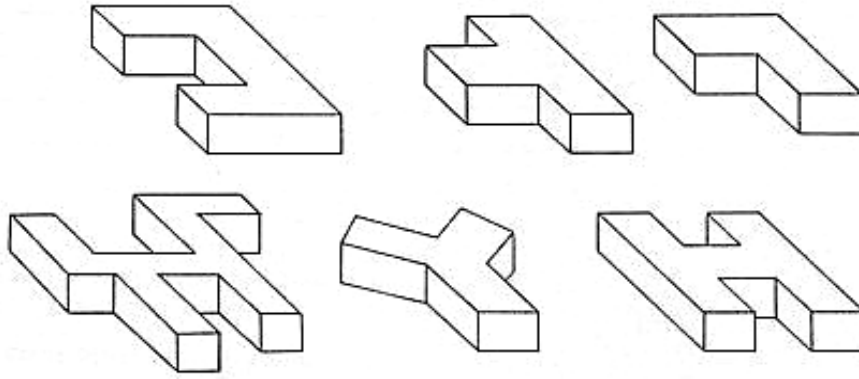
Şekil 3.8. İç Avlulardan Oluşmuş Plan Kurgusu

Plan düzleminde biçimlenmeye bağlı olarak oluşturulmuş zayıf yapı kolları burulma etkilerine (ve dar açılı köşelerde gerilme yığılmalarına bağlı hasar oluşumlarına) neden olabilir. Şekil 3.9 da bu durum gösterilmiştir.



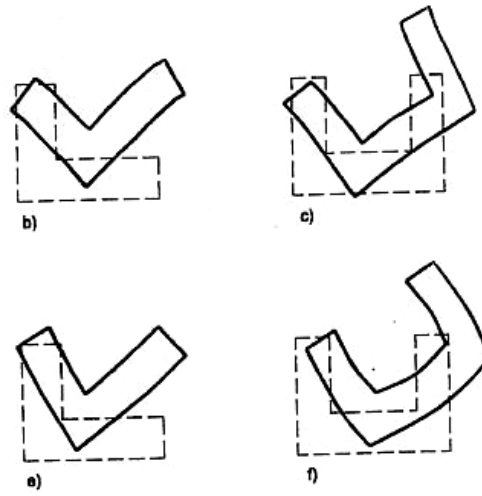
Şekil 3.9. Zayıf Yapı Kolları ile Oluşturulmuş Plan Şemaları

Plan şemaları L, T, H, + olan yapılarda yapının ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki farktan dolayı oluşan eksantirisiteden kaynaklanan ikinci derece kuvvetlerin etkisi ile deprem sırasında burulma etkileri olur. Şekil 3.10 da geometrisi sebebiyle burulma etkilerinin görülebileceği yapı formları gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Plan Geometrileri L,T,H Tipi Yapılar

Plan Geometrileri L,T,H Tipi olan yapılar da geometrilerinden kaynaklanan burulma etkileri şekil 3.11 de gösterilmiştir.

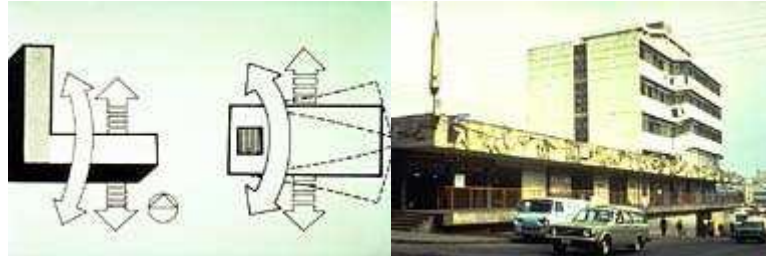


Not: Kesikli çizgiler yapının deforme olmadan önceki halini göstermektedir.

Şekil 3.11. Plan şemaları L, T, H, + olan Yapılarda Burulma Etkileri

### 3.4. Burulmaya Örnekler

Geometrisi sebebiyle oluşan ikici derece kuvvetlerin etkisiyle meydana gelen burulma etkileri şekil 3.12 de gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Guatemala Terminal Oteli

Burulmanın etkili olduğu yapılarda; kolon alt başında donatının dışa doğru bükülmesi beton örtüsünün patlaması sonucu kolonlarda meydana gelen boy kısılmaları şekil 3.13 de görüldüğü gibi gerçekleşmekte olup yapının düşey stabilitesini sıkıntıya düşüren bir hasar şeklidir[6].



Şekil 3.13 Burulma Kuvveti Tesirinde Kalmış Kolonlar

Geometrisi L,T,H tipinde olan yapılarda, keskin köşelerde ve ani rijitlik değişimlerinin olduğu bölgelerde oluşan gerilme yığılmaları yapının deprem sırasında oldukça zorlanmasına ve toptan veya kısmen göçmesine sebep olabileceğinden dolayı bu tip deki yapıların derzlerle ayrılması uygundur [3].

Şekil 3.14 de keskin köşelere sahip olan bir yapı modelinin derzlerle ayrılmamış olmasından kaynaklanan ve burulma kuvvetinin de etkisiyle depremde aldığı hasar şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.14 Deprem Derzi Olmayan L Tipi Yapı Hasarı [9].

## **BÖLÜM 4. PLANDA A1 BURULMA DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İRDELENMESİ**

### **4.1. İncelenen Yapı Tipleri**

Binalarda oluşan A1 burulma düzensizliğinin incelenmesini amaçlayan bu çalışmada betonarme bir yapının farklı rijitlik durumlarında ve farklı geometrik formlarda ne tür bir davranış sergilediği araştırılmış ve bunun için ilk önce bir yapı modeli seçilmiştir. Seçilen bu yapı daha sonra farklı durumlar için yeniden düzenlenerek analiz edilmiş ve sonuçlar üzerinden A1 burulma düzensizliği için bir sonuca ulaşılması amaçlanmıştır. Binanın tüm analizleri STA4-CAD v12 programı kullanılarak yapılmış olup, yapılan analizlerde kullanılan hesap esasları ve yapıya ait karakteristik değerler aşağıda verildiği gibidir.

Deprem Standardı: TDY2007 CODE

Deprem Analizi: Mod Süperpozisyonu Yöntemiyle Lineer Analiz

Dinamik Analiz Min.Deprem Yüğü Oranı: 0.8

Deprem Yüğü Eksantirisitesi: 0.5

Deprem Bölge Katsayısı: 0.4

Yapı Davranış Katsayısı: 7

Yapı Önem Katsayısı: 1

Yapının Kat Adedi: 5

Yapının Kat Yükseklikleri: 2.8m

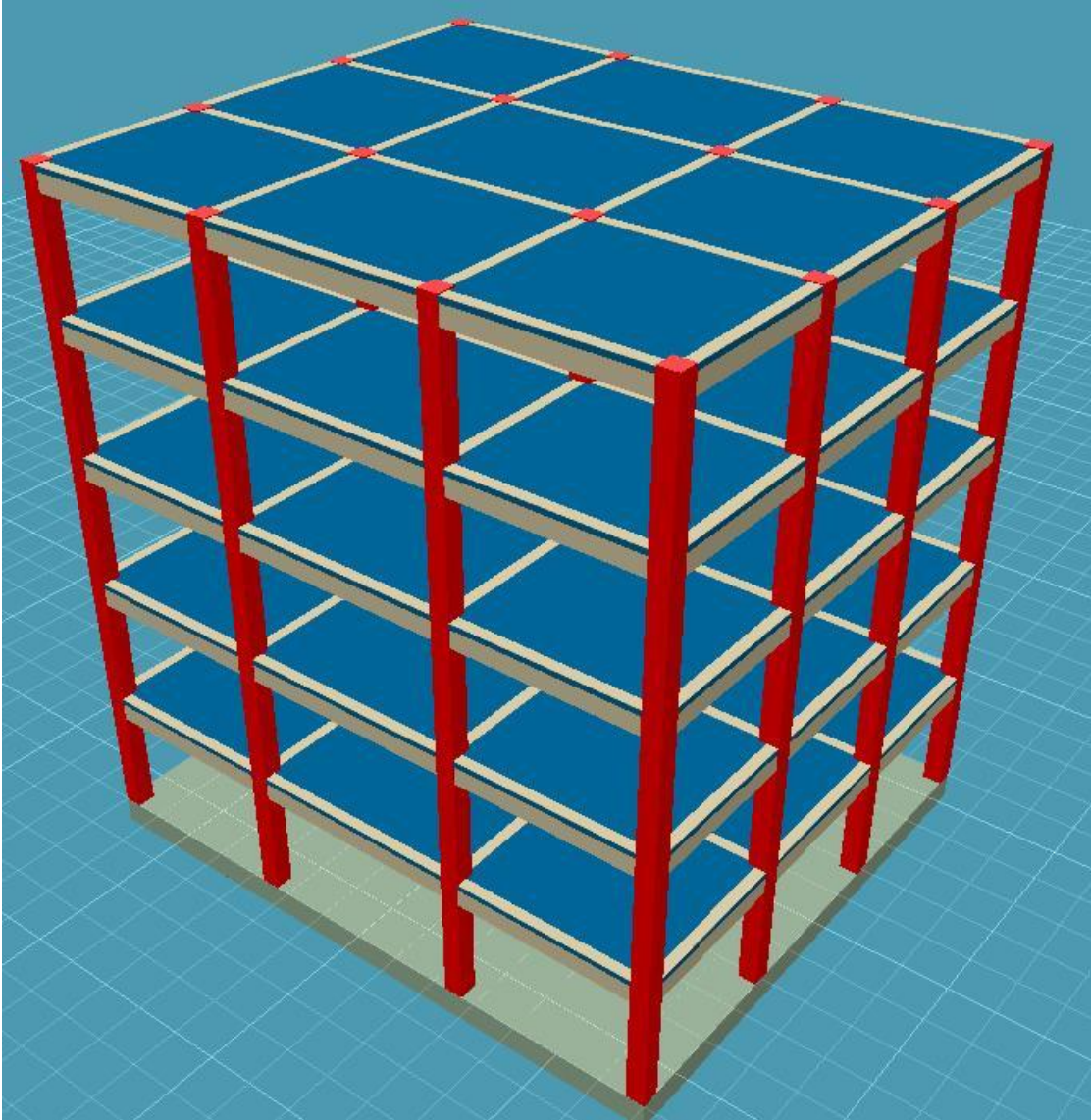
Yapının Boyutları: 12m x 13.5m

Kolon Ebatları: 40cm x 40cm

Kiriş Ebatları:25cm x 50cm

Yapının Döşeme Sistemi: Plak Kiriş

Aşağıda şekil 4.1 de, incelenen yapının düzenli durumdaki kolon, kiriş ve döşeme sisteminin gösterildiği üç boyutlu görünümü verilmiştir.



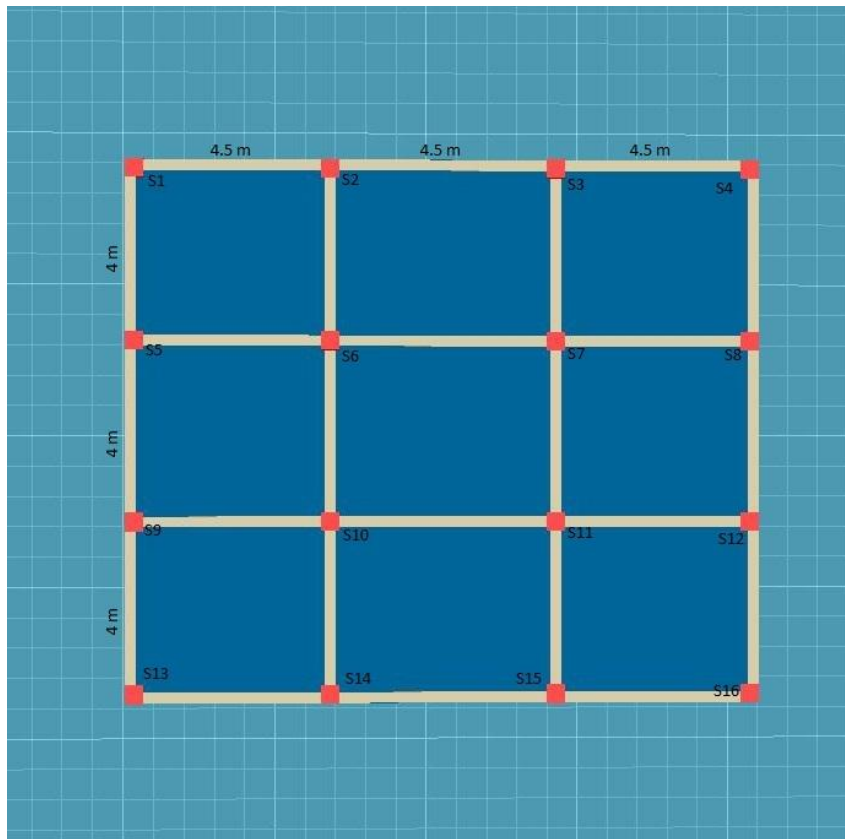
Şekil 4.1. İrdelenen Düzenli Yapının 3 Boyutlu Görünümü

Binalarda meydana gelen burulma düzensizliği durumunun, sayısal veriler elde edilerek daha somut bir şekilde incelenmesi amacıyla başlangıçta seçilen ve özellikleri yukarıda sıralanan yapı ilk önce düzenli durumda iken analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar not edilmiştir. Daha sonra sırası ile önce yapının köşe noktalarına değişik sayı ve yönlerde perdeler ilave edilmesi sonucu farklı rijitliklere sahip yapı modelleri oluşturulmuş ve oluşan her bir yapı A harfi ile gösterilmiştir, Ardından yapının değişik noktalarından bloklar halinde kütleler çıkarmak suretiyle değişik geometriye sahip yapı tipleri oluşturulmuş ve B harfi ile gösterilmiştir. A harfi ile gösterilen yapıların oluşturulmasındaki temel amaç, yapının rijitliğinde



yapılan değişikliklerin yapıda meydana gelen burulmaya olan etkilerini göstermektir. Yapıya yerleştirilen perdelerin plandaki konumlarının değiştirilmesi sonucu yapının ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki mesafenin değişmesi sebebiyle meydana gelen eksantrisitenin oluşturabileceği dzensizliğin belirlenmesi ve yapıdaki perdelerin yerinin, sayısının ve yönlerinin değiştirilmesi ile taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvveti dağılımının değişimi ve bu değişimle burulma dzensizliğinin oluşumu arasında bir bağıntı belirlemek olmuştur. B harfi ile gösterilen yapı tiplerinin oluşturulmasındaki temel amaç ise yapının geometrisindeki değişimin yapı da oluşan burulma üzerindeki etkisi ve bu farklı geometrik formdaki yapılarda taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvveti dağılımının yapının dzensizliği ile bağıntısını sayısal değerler yardımıyla belirlemek olmuştur.

1-Seçilen Düzenli Durum: 13.5m X 12m ebadında ki betonarme yapı ilk önce sadece kolon kiriş ve plak döşemeden oluşan çerçevesel sistem olarak analiz edilmiştir (şekil 4.2).



şekil 4.2. İncelenen Düzenli Duruma ait yapı planı

Düzenli durumda binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Düzenli Durumda Yapının Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.08	1.11	792.9	805.9	0.0018819

$\eta_{bi-x}$ : X yönünde binanın burulma katsayısı

$\eta_{bi-y}$ : Y yönünde binanın burulma katsayısı

$V_{t-x}$  (kN) : X yönünde binadaki kolonlarda oluşan toplam kesme kuvveti

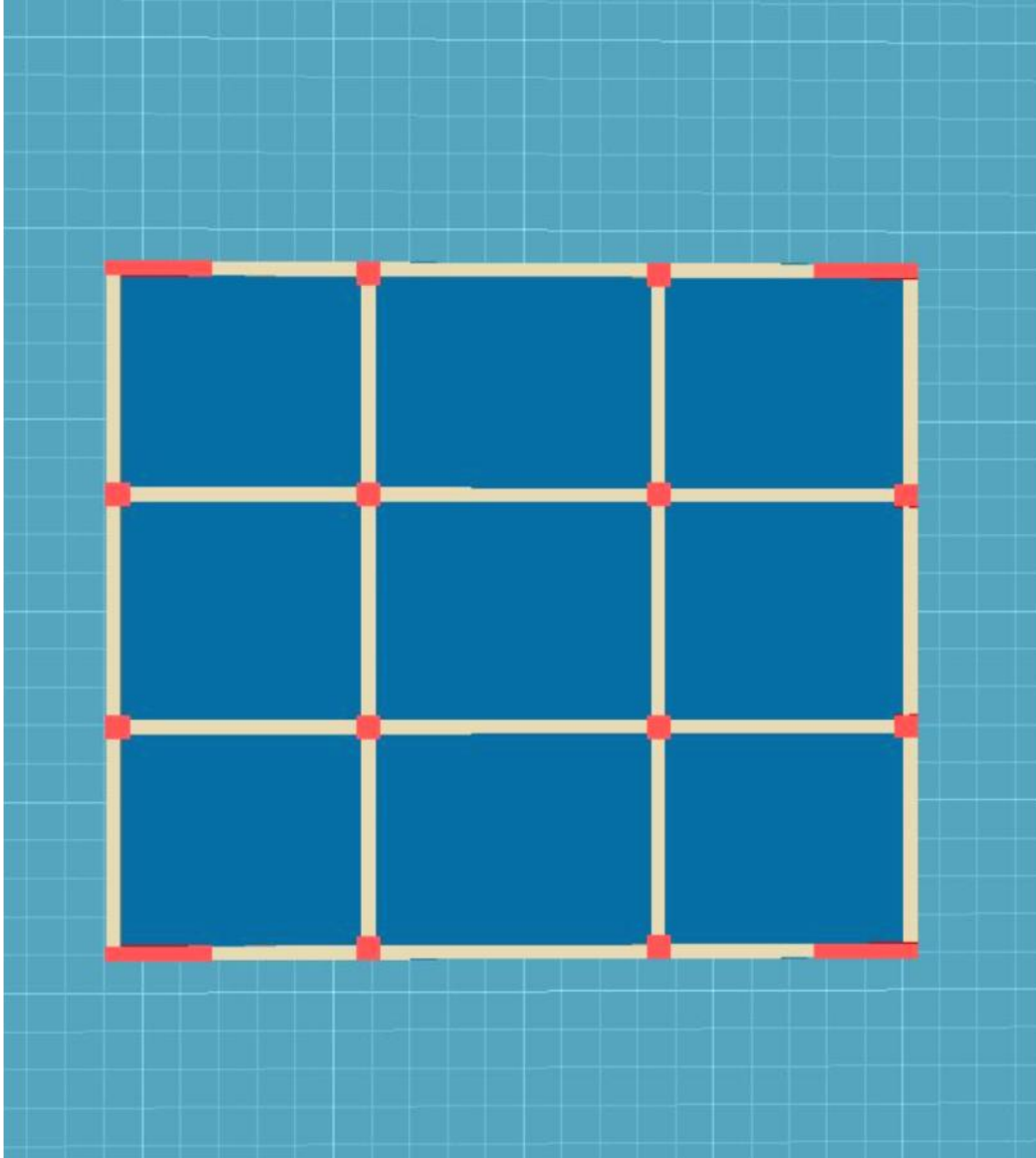
$V_{t-y}$  (kN): Y yönünde binadaki kolonlarda oluşan toplam kesme kuvveti

$\delta$ : Deplasman

#### 4.2. İncelenen, Rijitlik Bakımından Düzensiz Yapılar

İncelenen yapılardan rijitlik bakımından düzensiz olan yapılar A tipi yapılar olarak isimlendirilmiştir. A tipi yapılarda düzenli durumdaki binanın köşe noktalarına X ve Y yönlerinde perdeler ilave etmek suretiyle değişik durumlar oluşturarak her bir durum için oluşan düzensizlikler not edilmiştir. A tipi yapılar her bir perde ilave etme veya kaldırma durumu için 1 ATY, 2 ATY, 3 ATY, 4 ATY, 5 ATY olmak üzere adlandırılmıştır.

İncelenen 1. A tipi yapı (1 ATY) : Bu durum yapının dört köşe noktasına X yönünde perde ilave edildiği durumu göstermektedir (Şekil 4.3).



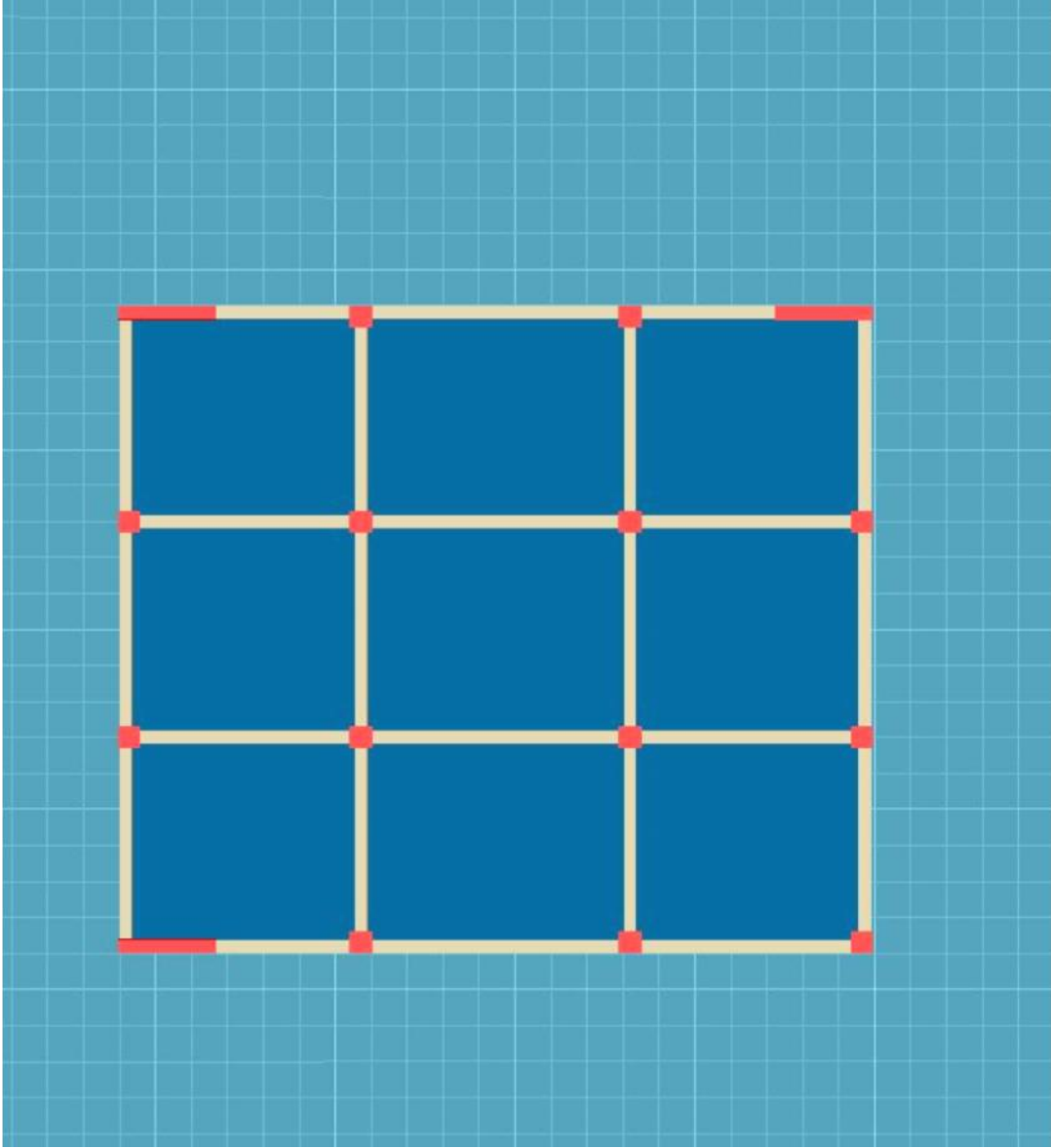
Şekil 4.3. İncelenen 1. A Tipi Yapı Planı

1 ATY durumunda binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. 1 ATY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.09	1.04	961	811.8	0.001955

İncelenen 2. A tipi yapı (2 ATY): Yapının 3 köşe noktası X yönünde perde ile takviye edilmiş diğer bir noktasındaki perdenin kaldırıldığı durum (Şekil 4.4).



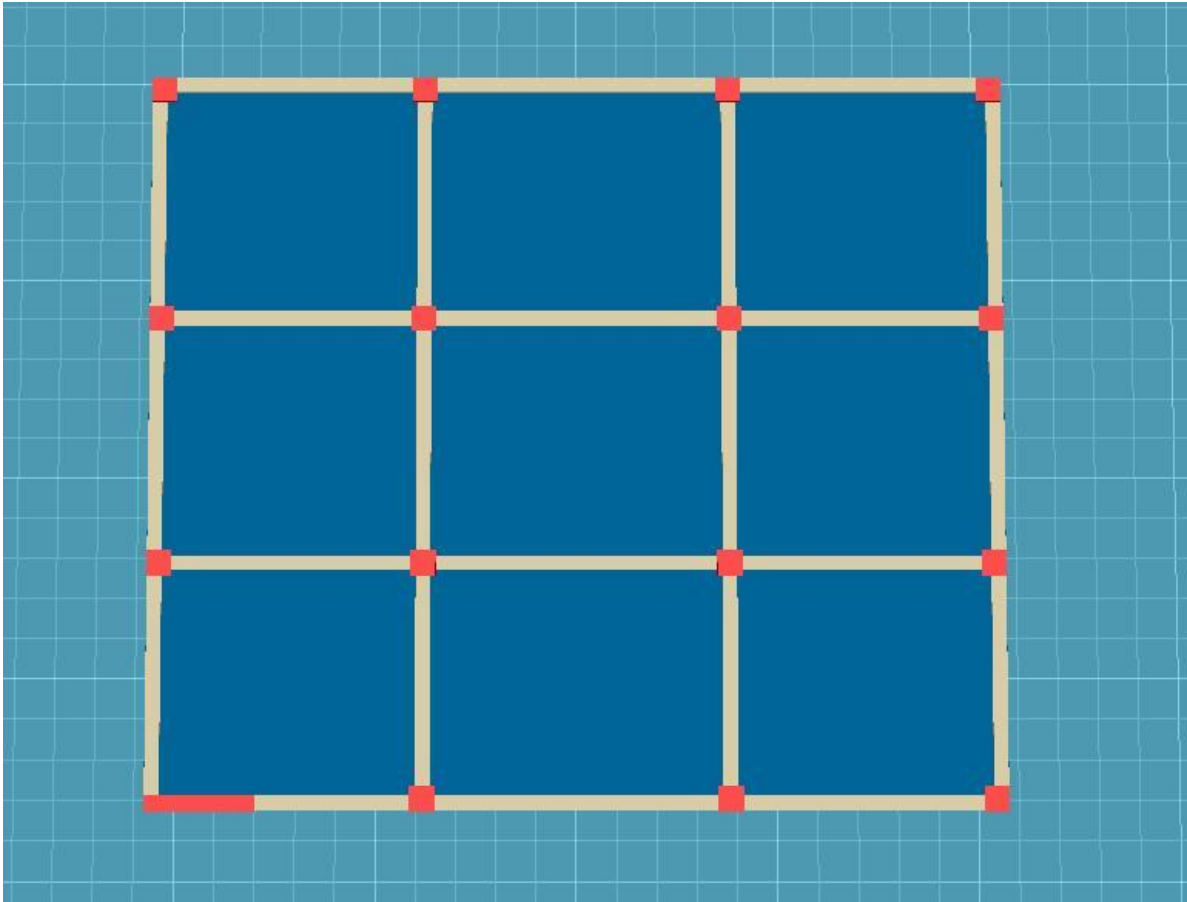
Şekil 4.4 İncelenen 2. A Tipi Yapı Planı

2 ATY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. 2 ATY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.23	1.06	948.4	810.3	0.002036

İncelenen 3. A tipi yapı (3 ATY): Binanın tüm köşe noktalarındaki perdeler kaldırılıp yalnızca bir köşe noktasında perde bırakılarak analiz yapılan durum (Şekil 4.5).



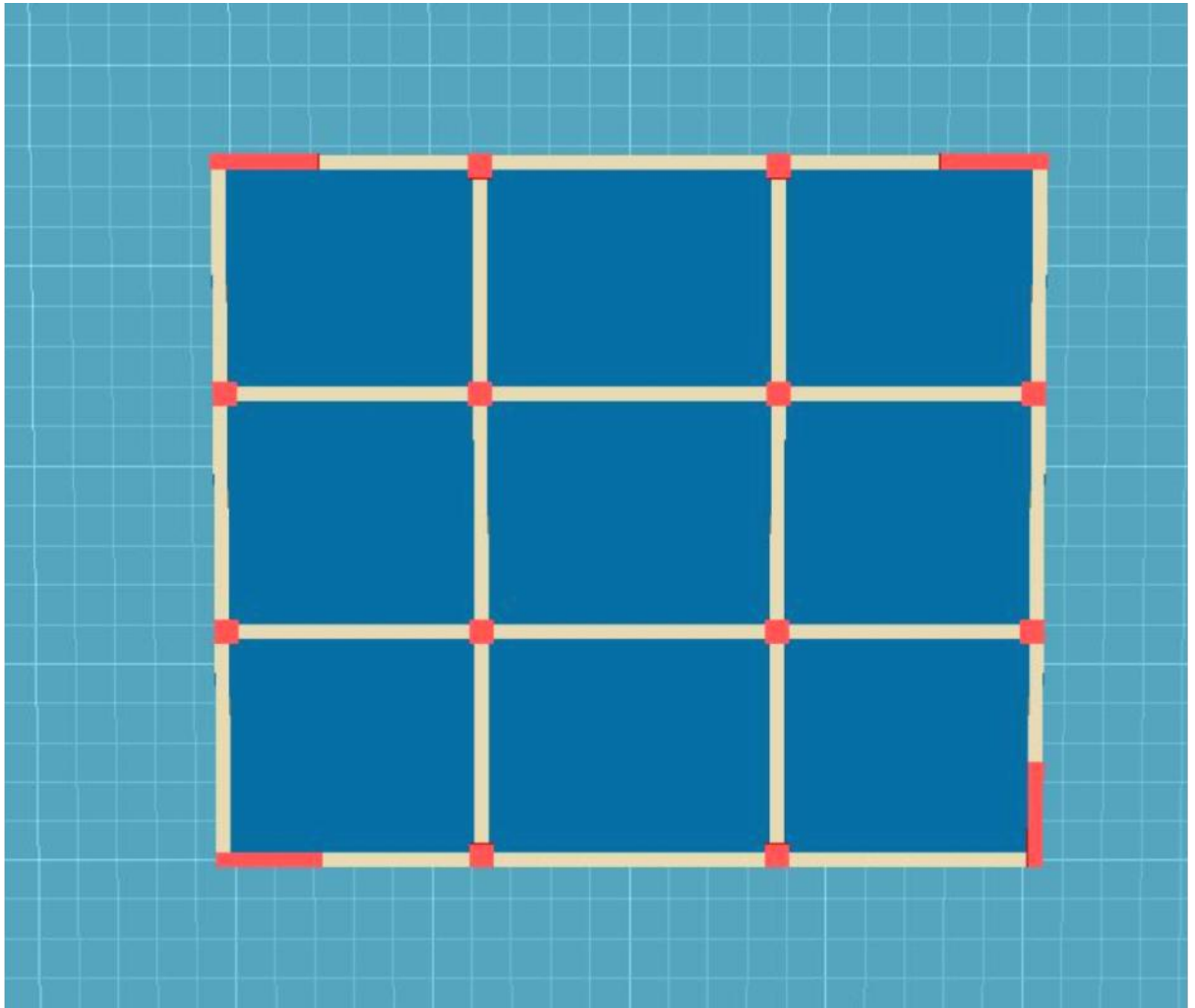
Şekil 4.5 İncelenen 3. A Tipi Yapı Planı

3 ATY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 3 ATY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.36	1.11	695.5	807.9	0.001984

İncelenen 4. A tipi yapı (4 ATY): Yapının üç köşe noktasına X yönünde bir köşe noktasına ise Y yönünde perde konulmak suretiyle oluşturulan yapı sistemi (Şekil 4.6).



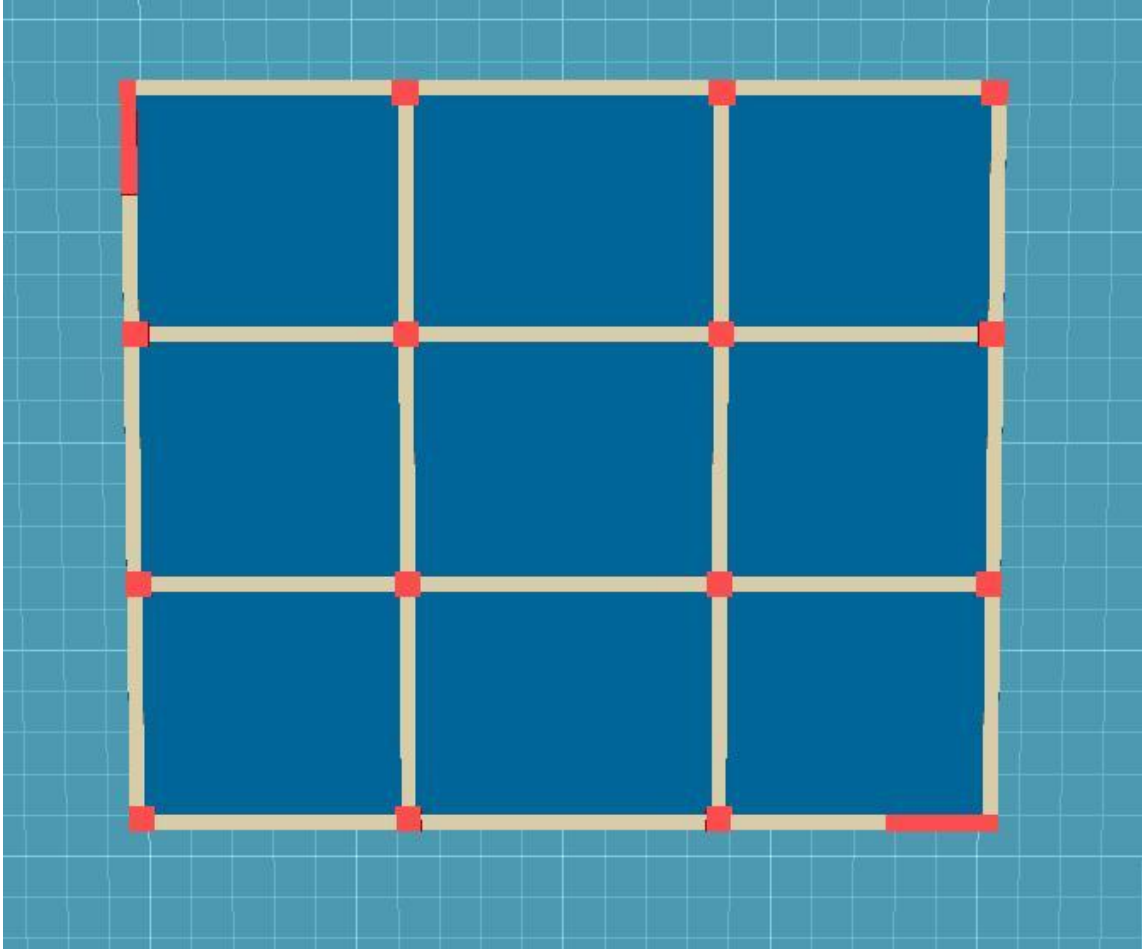
Şekil 4.6. İncelenen 4. A Tipi Yapı Planı

4 ATY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. 4 ATY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.22	1.27	961	723.7	0.001108

İncelenen 5. A tipi yapı (5 ATY): Binanın bir köşe noktasın X yönünde diğer köşe noktasına ise Y yönünde perde ilave edilerek oluşturulan yapı sistemi (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 İncelenen 5. A Tipi Yapı Planı

5 ATY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. 5 ATY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

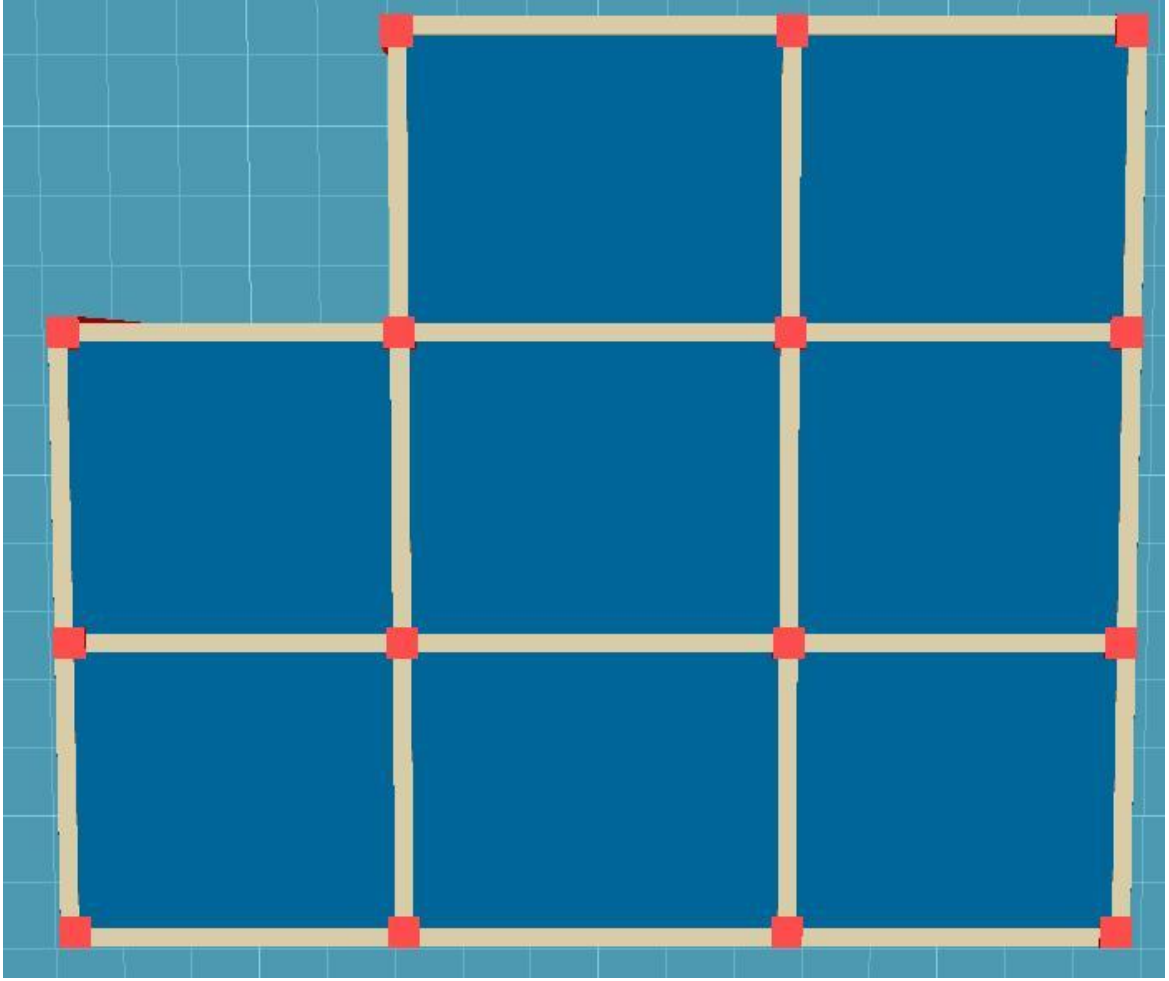
$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.30	1.41	884.4	884.4	0.001326

### 4.3. İncelenen Plan Geometrisi Düzensiz Yapılar

İncelenen yapılardan plan geometrisi bakımından düzensiz olan yapılar B tipi yapılar olarak isimlendirilmiştir. B tipi yapılarda düzenli durumdaki binanın köşe noktalarından bloklar halinde kütleler çıkarmak suretiyle değişik durumlar oluşturarak her bir durum için oluşan düzensizlikler not edilmiştir. B tipi yapılar her bir kütle kaldırma durumu için 1 BTY, 2 BTY, 3 BTY, 4 BTY, 5 BTY olmak üzere adlandırılmıştır.

İncelenen 1. B tipi yapı (1 BTY): Binanın sol üst köşesinden 4m X 4.5m ebadında bir kütle çıkarılması ile elde edilen durum (Şekil 4.8).





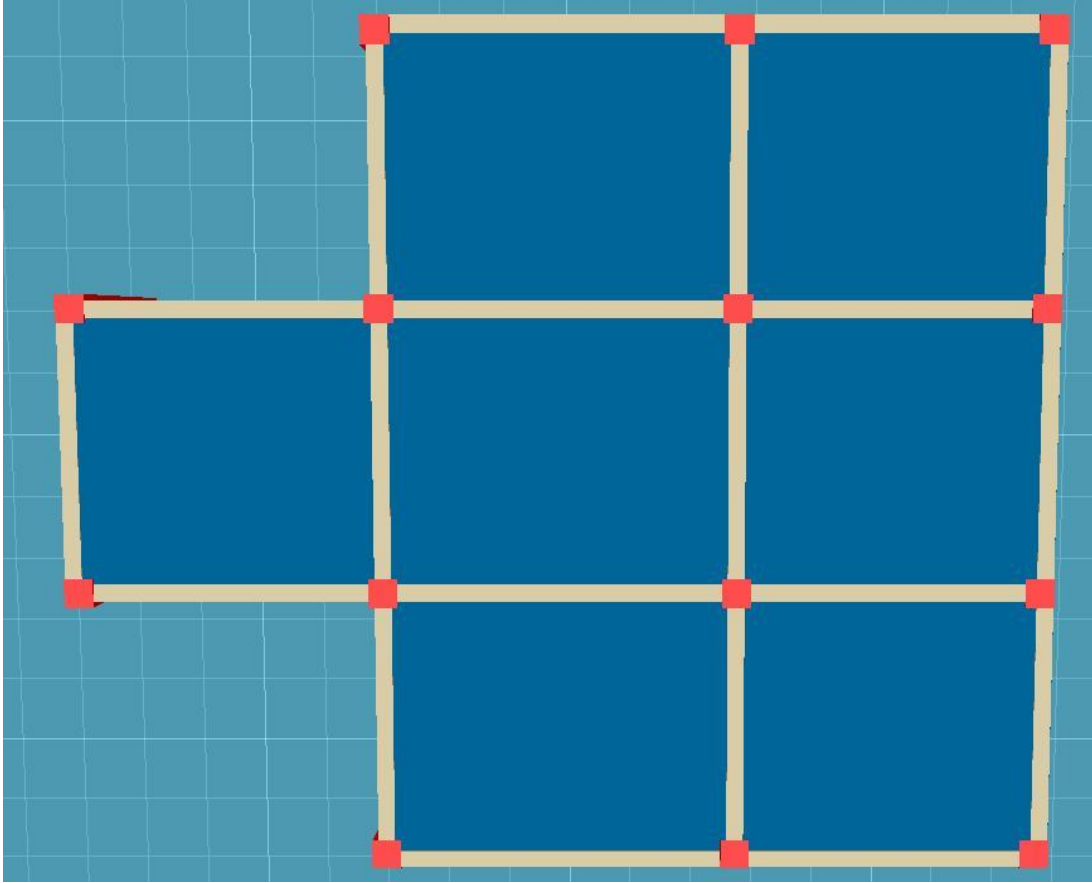
Şekil 4.8. İncelenen 1. B Tipi Yapı Planı

1 BTY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. 1 BTY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.08	1.11	722.6	735	0.001855

İncelenen 2. B tipi yapı (2 BTY): Binanın sol üst köşesinden 4m X 4.5m ebadında bir kütlenin çıkarılması durumuna ilave olarak sol alt köşeden de aynı ebat da bir kütlenin de çıkarıldığı durum ile elde edilen sistem (Şekil 4.9).



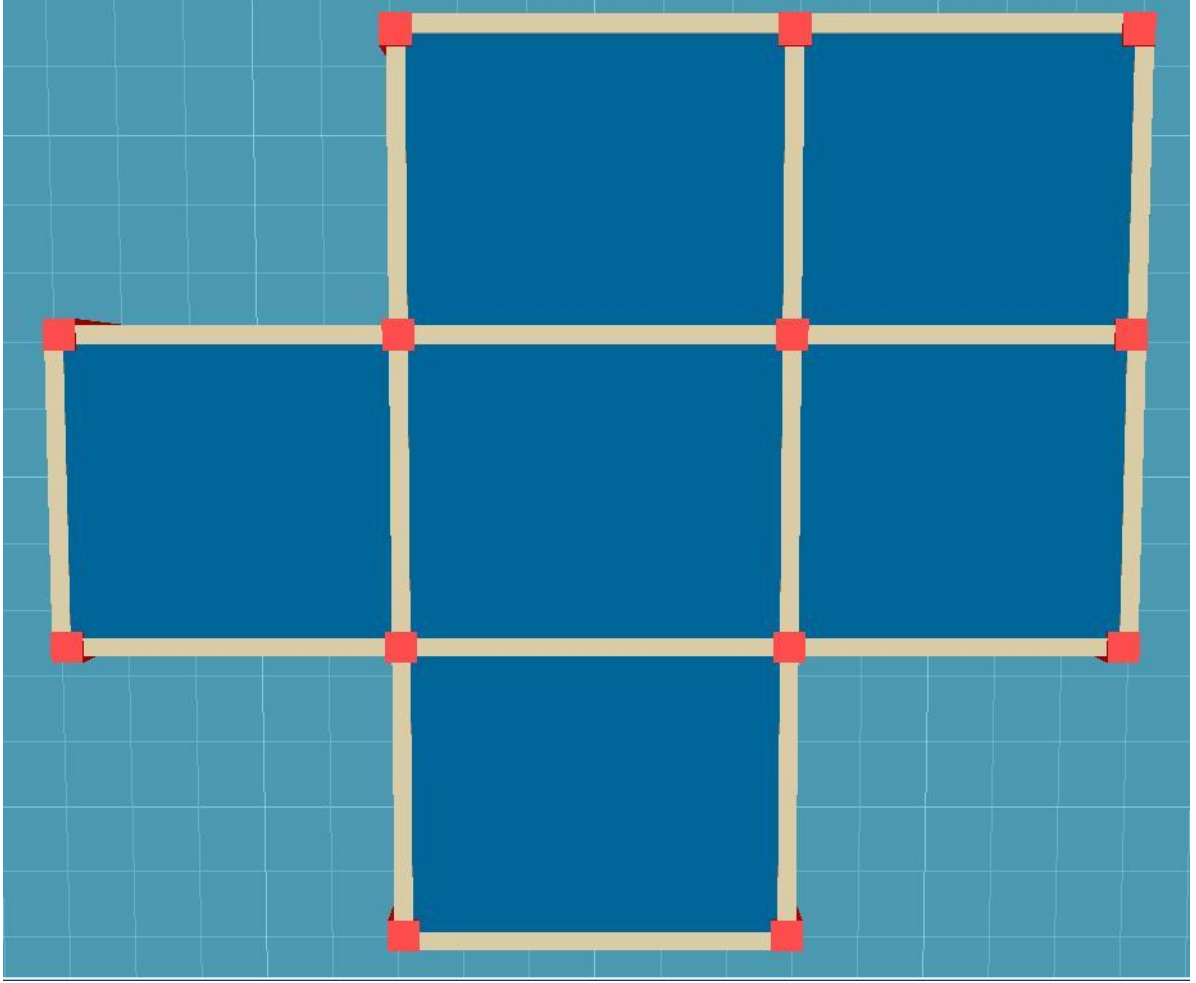
Şekil 4.9. İncelenen 2. B Tipi Yapı Planı

2 BTY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. 2 BTY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.09	1.12	652.7	663.3	0.001824

İncelenen 3. B tipi yapı (3 BTY): Binanın sol üst köşesinden 4m X 4.5m ebadında bir kütlenin çıkarılması durumuna ilave olarak sol alt köşeden ve sağ alt köşesinden de aynı ebat da bir kütlenin de çıkarıldığı durum ile elde edilen sistem (Şekil 4.10).



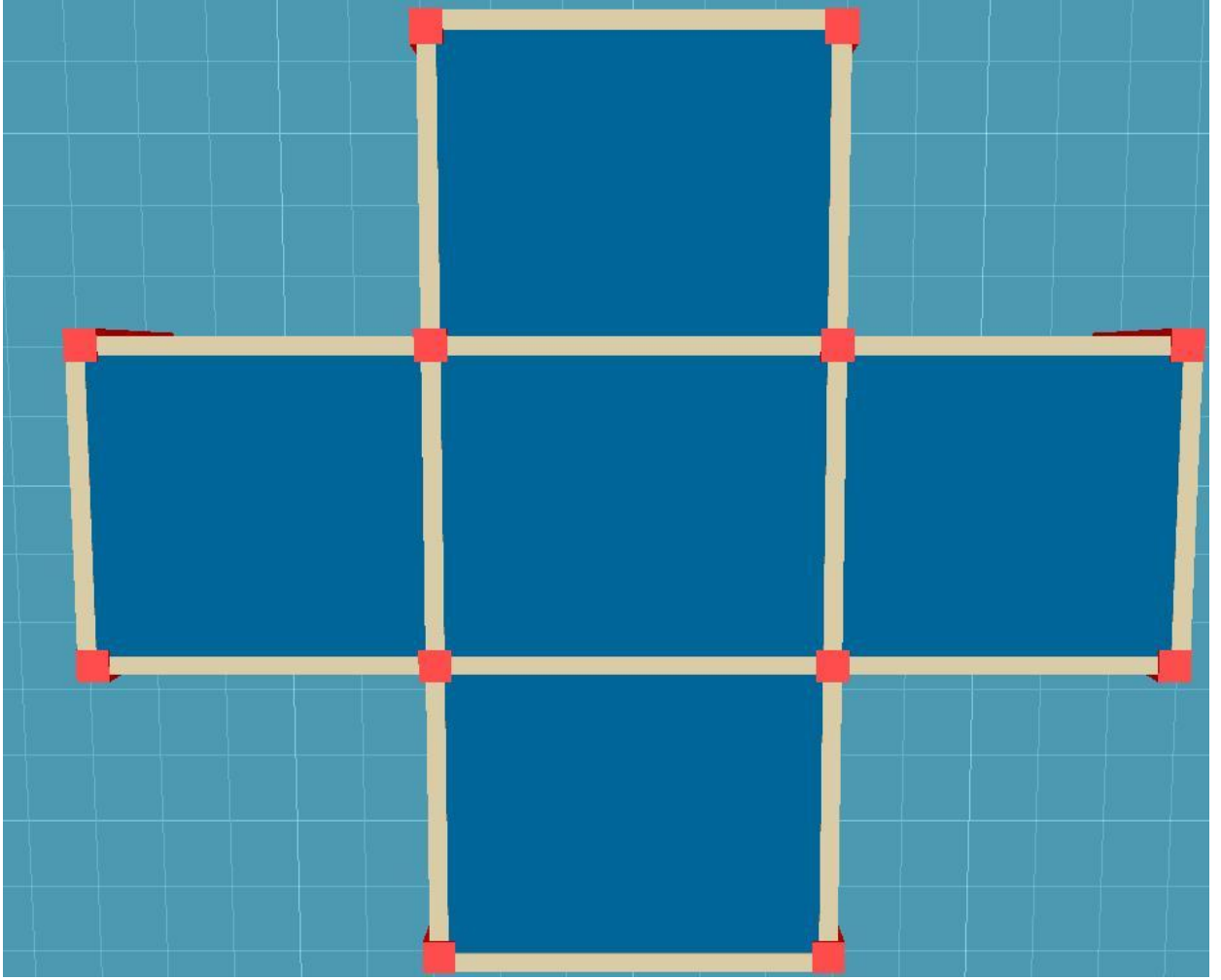
Şekil 4.10. İncelenen 3. B Tipi Yapı Planı

3 BTY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. 3 BTY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.10	1.14	582.2	593.1	0.001778

İncelenen 4. B tipi yapı (4 BTY): Binanın dört köşe noktasından 4m X 4.5m ebadında bloklar halindeki kütlelerin çıkarılması ile elde edilen sistem (Şekil 4.11).



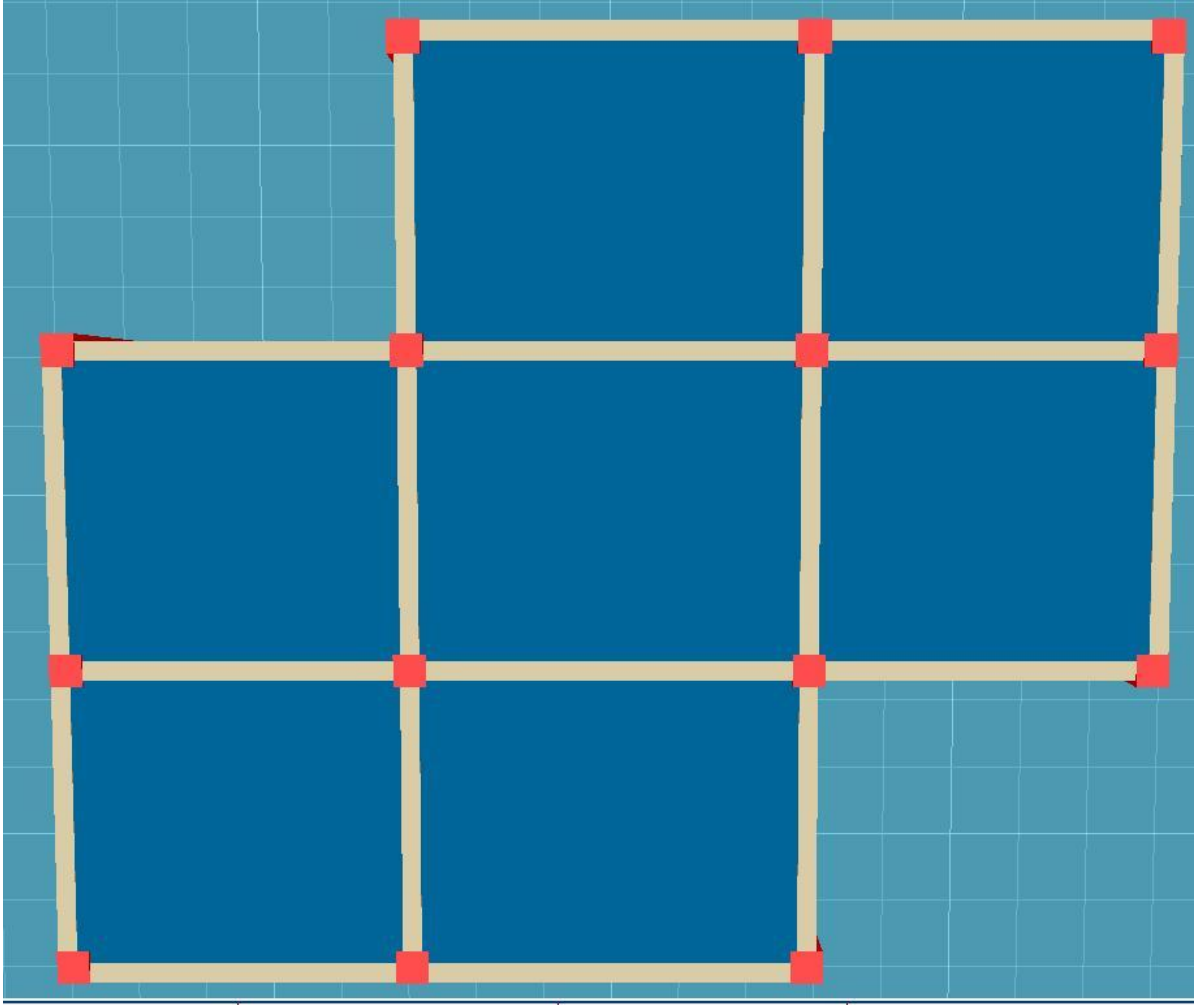
Şekil 4.11. İncelenen 4. B Tipi Yapı Planı

4 BTY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. 4 BTY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.11	1.15	512.5	522.3	0.001737

İncelenen 5. B tipi yapı (5 BTY): Binanın çapraz olarak iki köşe noktasından 4m X 4.5m ebadında bloklar halindeki kütlelerin çıkarılması ile elde edilen sistem (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. İncelenen 5. B Tipi Yapı Planı

5 BTY durumunda da binanın deprem hesabı rapor değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. 5 BTY Durumunda Binanın Deprem Hesabı Rapor Değerleri

$\eta_{bi-x}$	$\eta_{bi-y}$	$V_{t-x}$ (kN)	$V_{t-y}$ (kN)	$\delta$ (m)
1.09	1.12	652.3	664.6	0.001821

#### 4.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Yapının değişik durumlarda analiz edilmesi sonucu elde edilen değerler tablolar halinde verilmiş ve grafiklerle kolonların kesme kuvveti değişimleri ve her bir analiz durumu için yapının burulma katsayısı değişimi irdelenmiştir. Bu bölümde kıyaslama için zemin Kat referans olarak alınmış sonuçları karşılaştırmak içinde A tipi yapılar için S1, S16 köşe kolonları, S2, S12 kenar kolonları ve S6, S11, orta bölge kolonları B tipi yapılar içinse S2, S5 dış köşe kolonları, S6 iç köşe kolonu, S8, 1 BTY, 2 BTY, 3 BTY, 5 BTY için kenar kolon, 4 BTY için dış köşe kolonu, S11, 1 BTY, 2 BTY için iç kolon, 3 BTY, 4 BTY, 5 BTY için iç köşe kolonu S12, 1 BTY, 2 BTY için kenar kolonu, 3 BTY, 4 BTY, 5 BTY için dış köşe kolonu seçilmiştir. A tipi yapılarda kesme kuvveti dağılımı ile oluşacak düzensizlik arasındaki sayısal bağıntıyı belirlemek amacı ile kolonlar seçilirken öncelikle olası bir yanal etki karşısında en çok zorlanması beklenen ve en fazla kesme kuvvetini absorbe etmesi olası köşe kolonlar seçilmiş ve bu kolonların en yakınındaki ve yapının iç kısımlarında bulunan kolonlar seçilmiştir. Aynı şekilde B tipi yapılarda da kolonlar seçilirken A tipi yapılarda göz önüne alınan kriterler etkili olmuş ve aynı zamanda bu tip yapılarda binadan kütleler halinde blokların çıkarılması sonucu eleman eksilmesi ve kolonların sayı ve isimlerinin değişmesi durumları da kolon seçiminde etkili olmuştur.

Aşağıda A ile gösterilen yapı tiplerinin düzenli durumla olan kolonlara gelen kesme kuvvetlerinin kıyaslama durumları ve kesme kuvvetinin düzenli duruma göre yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.12, 4.13, 4.14).

Tablo 4.12. A Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Seçilen Kolonlarda Zemin Katta Oluşan Kesme Kuvveti -Vt (kN)- Değerleri

KOLON	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 ATY	2 ATY	3 ATY	4 ATY	5 ATY
S1(Köşe)	X	38,5	160	182	33,0	15,7	31,4
	Y	40,1	33,2	35,3	42,7	260	280
S2(Kenar)	X	50,4	19,6	22,3	43,3	26,6	49,3
	Y	39,3	39,9	42,0	41,9	21,2	26,3
S6(Orta)	X	50,3	17,4	22,0	37,0	25,6	44,7
	Y	51,9	53,1	55,9	55,5	29,3	36,1
S11(Orta)	X	50,3	17,4	25,2	28,3	22,4	35,8
	Y	51,9	53,1	55,5	54,4	35,7	49,3
S12(Kenar)	X	38,4	12,1	17,9	20,9	15,7	26,3
	Y	53,1	50,9	54,1	54,2	38,5	56,9
S16(Köşe)	X	38,5	160	19,6	15,7	185	303
	Y	40,1	33,2	40,6	40,9	23,7	36,1

Tablo 4.13. A Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre X Yönündeki Kesme Kuvveti -Vt (kN)-nin Yüzdesele Değişimi

Kolon	1 ATY (%)	2 ATY (%)	3 ATY (%)	4 ATY (%)	5 ATY (%)
S1(Köşe)	315	372	-14,3	-59,2	-18,44
S2(Kenar)	-61,1	-55,7	-14,1	-47,2	-2,18
S6(Orta)	-65,4	-56,3	-26,4	-49,1	-11,1
S11(Orta)	-65,4	-50	-43,7	-55,5	-28,8
S12(Kenar)	-68,5	-53,4	-45,6	-59,1	-31,5
S16(Köşe)	315	-49,1	-59,2	380	688

Tablo 4.14. A Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre Y Yönündeki Kesme Kuvveti  $-V_t$  (kN)-nin Yüzdesel Değişimi

Kolon	1 ATY (%)	2 ATY (%)	3 ATY (%)	4 ATY (%)	5 ATY (%)
S1(Köşe)	-17,2	-11,9	6,48	549	597,7
S2(Kenar)	1,52	6,87	6,61	-46,1	-33,1
S6(Orta)	2,31	7,71	6,94	-43,5	-30,4
S11(Orta)	2,31	6,94	4,82	-31,2	-5,01
S12(Kenar)	-4,14	1,88	2,07	-27,5	7,15
S16(Köşe)	-17,2	1,24	2	-40,9	-9,97

Aşağıda burulma katsayısının düzenli durum ve A ile gösterilen yapı tiplerinde ki değerleri ve yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.15,4.16,4.17).

Tablo 4.15. A Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri

BURULMA KATSAYISI	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 ATY	2 ATY	3 ATY	4 ATY	5 ATY
$\eta_{bi}$	X	1,08	1,09	1,23	1,36	1,22	1,30
	Y	1,11	1,04	1,06	1,11	1,27	1,41

Tablo 4.16. A Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre  $\eta_{bi}$  Değerinin X Yönündeki Yüzdesel Değişimi

	1 ATY (%)	2 ATY (%)	3 ATY (%)	4 ATY (%)	5 ATY (%)
$\eta_{bi}$	0,926	13,89	25,9	12,96	20,4

Tablo 4.17. A Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre  $\eta_{bi}$  Değerinin Y Yönündeki Yüzdesel Değişimi

	1 ATY (%)	2 ATY (%)	3 ATY (%)	4 ATY (%)	5 ATY (%)
$\eta_{bi}$	-6,30	-4,50	0	14,41	27



Aşağıda yapının zemin katındaki kolonlarına gelen toplam kesme kuvvetinin düzenli durum ve A ile gösterilen yapı tiplerinde ki değişimi ve bu değişimin yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.18, 4.19, 4.20).

Tablo 4.18. A Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam kesme kuvveti-  $V_t$  (kN) Değerleri

KESME KUVVETİ	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 ATY	2 ATY	3 ATY	4 ATY	5 ATY
$V_t$ (kN)	X	793	961	948	696	961	884
	Y	806	819	810	808	724	884

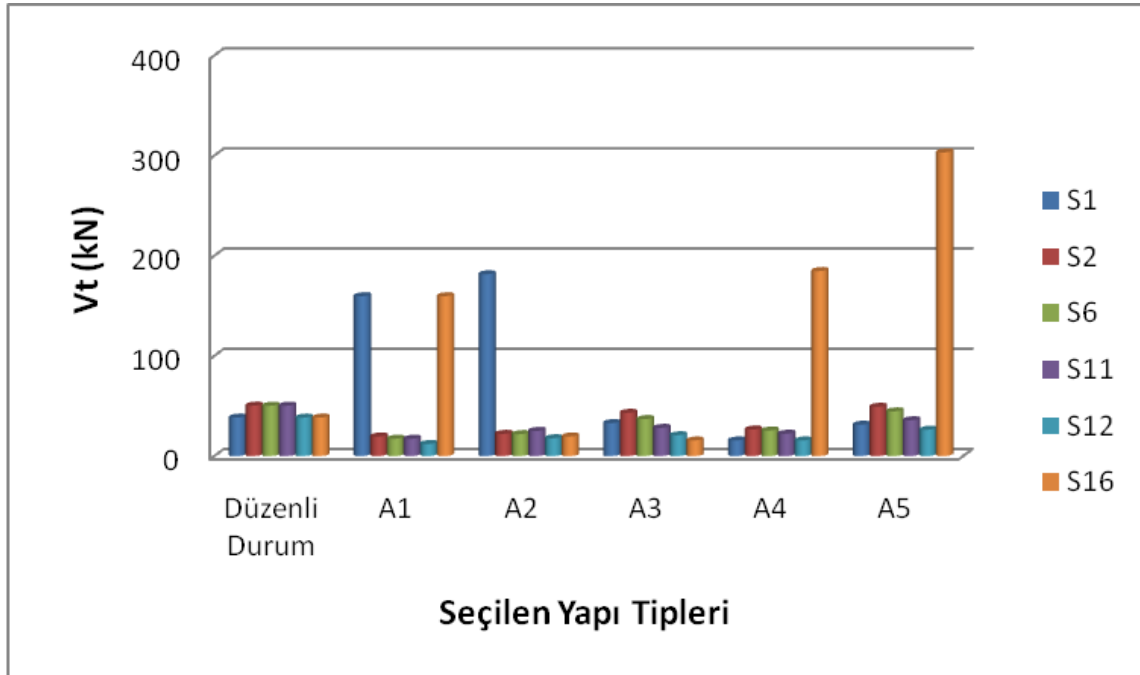
Tablo 4.19. A Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam kesme kuvveti-  $V_t$  (kN) nin X Yönündeki Yüzdesel Değişim

	1 ATY	2 ATY	3 ATY	4 ATY	5 ATY
$V_t$ (kN)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	21,21	19,61	-12,28	21,2	11,54

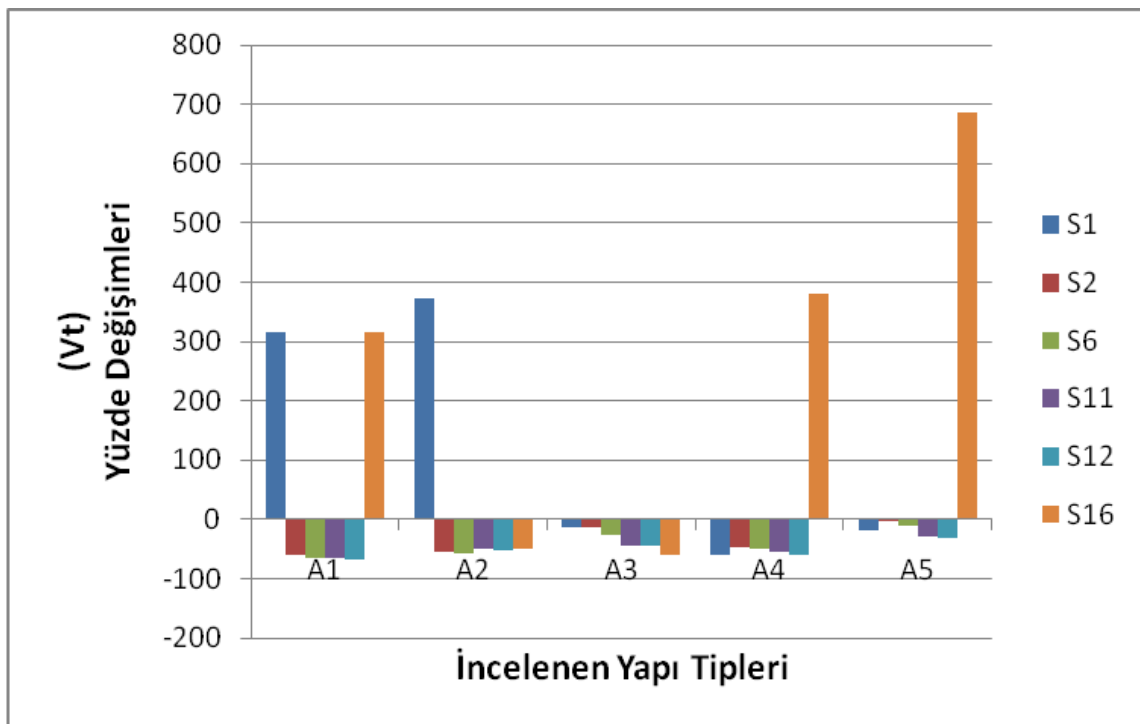
Tablo 4.20. A Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam kesme kuvveti-  $V_t$  (kN) nin Y Yönündeki Yüzdesel Değişim

	1 ATY	2 ATY	3 ATY	4 ATY	5 ATY
$V_t$ (kN)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	1,600	0,545	0,248	-10,20	9,74

Seçilen A tipi yapılar için yukarıdaki tablolardan elde edilen kesme kuvveti  $V_t$  (kN) ve burulma katsayısı ( $\eta_{bi}$ )' nin düzenli durumla olan karşılaştırılması ve yüzdesel değişimini gösteren grafikler aşağıda sunulmuştur(Şekil 4.13 – 4.24)

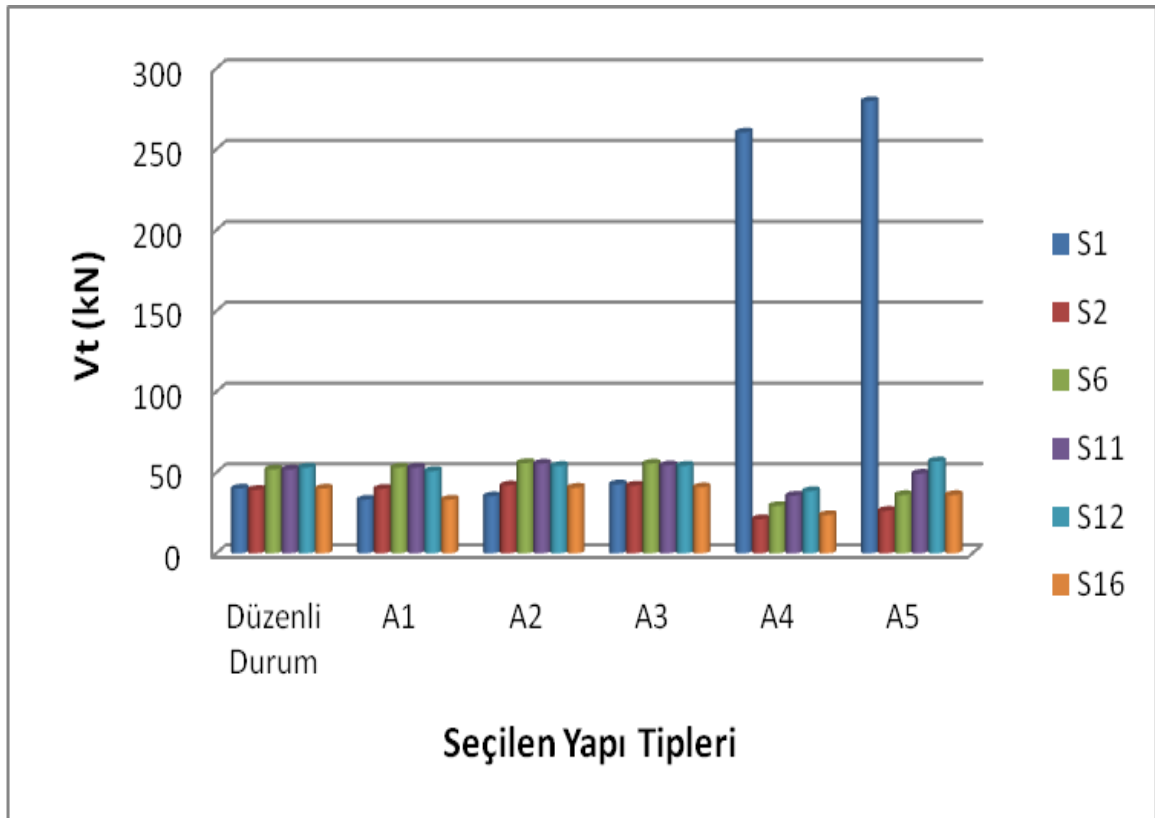


Şekil 4.13. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan Kesme Kuvveti Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

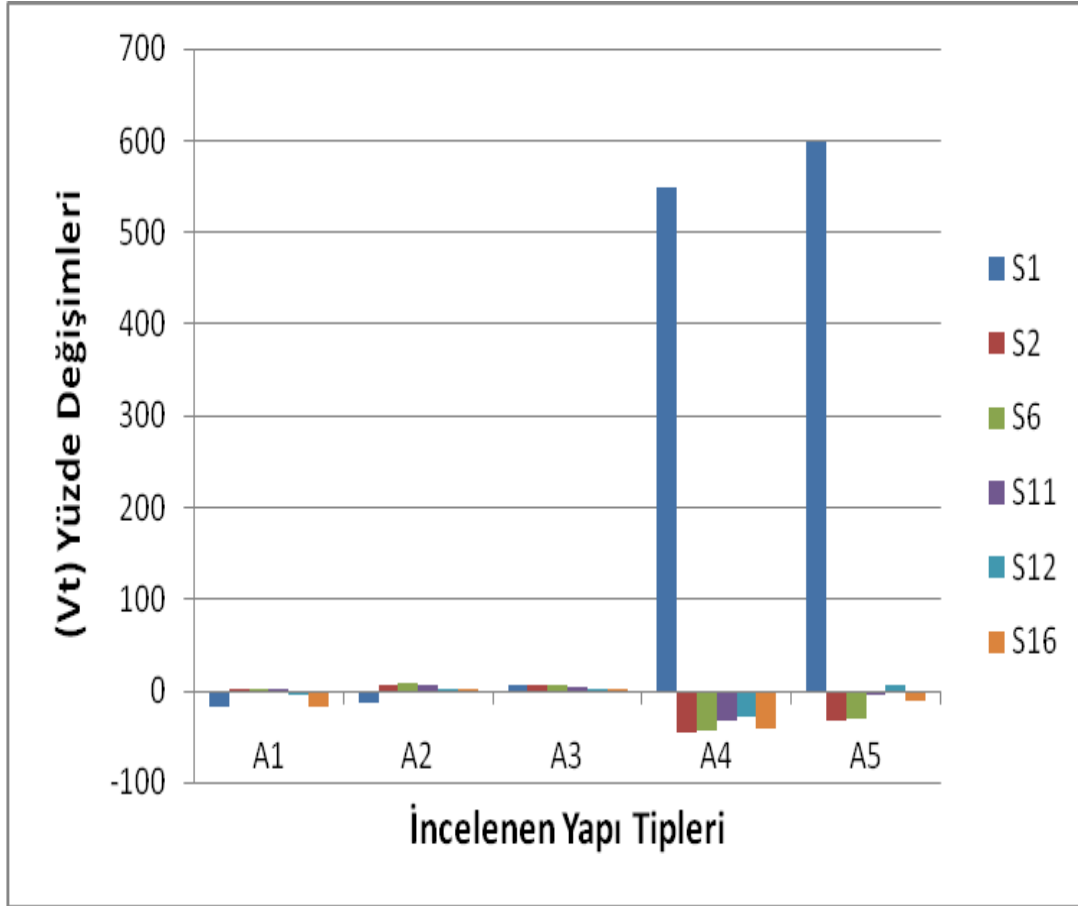


Şekil 4.14. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönündeki Kesme Kuvvetlerinin Yüzesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.13 ve 4.14 teki grafiklerden yapıya perde ilave edilmesi sonucu oluşan yapı tiplerinden A5 tipi yapıda X yönünde en fazla kesme kuvveti artışının S16 köşe kolonunda % 687,5 oranında gerçekleştiği gözlemlenmiştir. S16 kolonunun bu oranda artış göstermesinin sebebi olarak kolonun ebatlarının artırılarak perde gibi çalışması ve bu köşe kolonun bulunduğu bölgedeki kesme kuvveti kapasitesinin büyük bir kısmını karşılaması gösterilebilir.

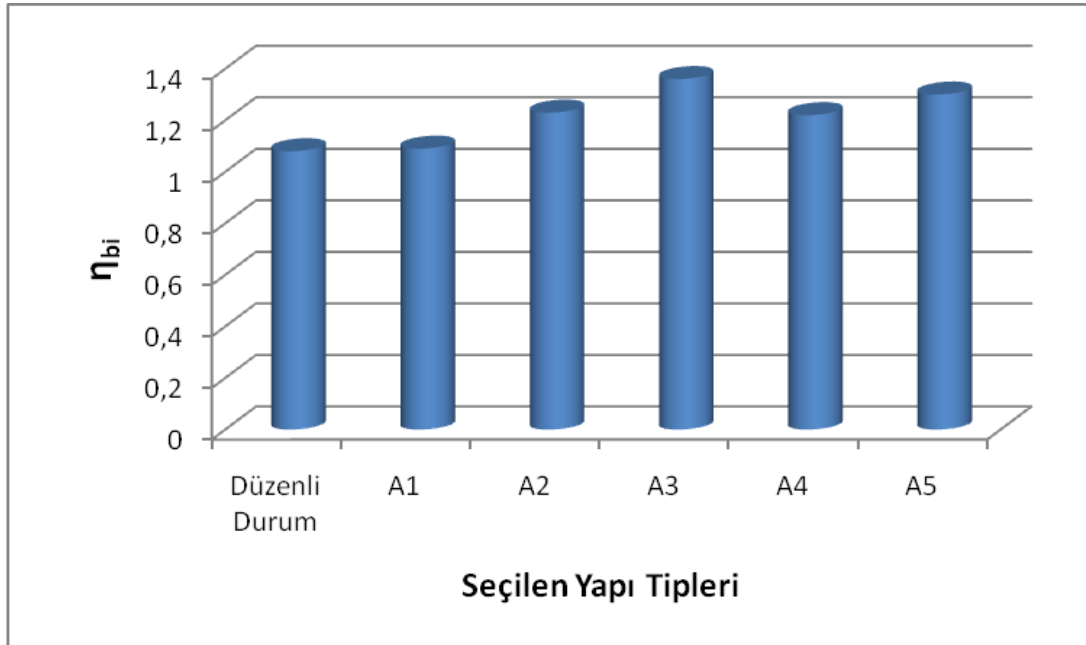


Şekil 4.15. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan Kesme Kuvveti Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

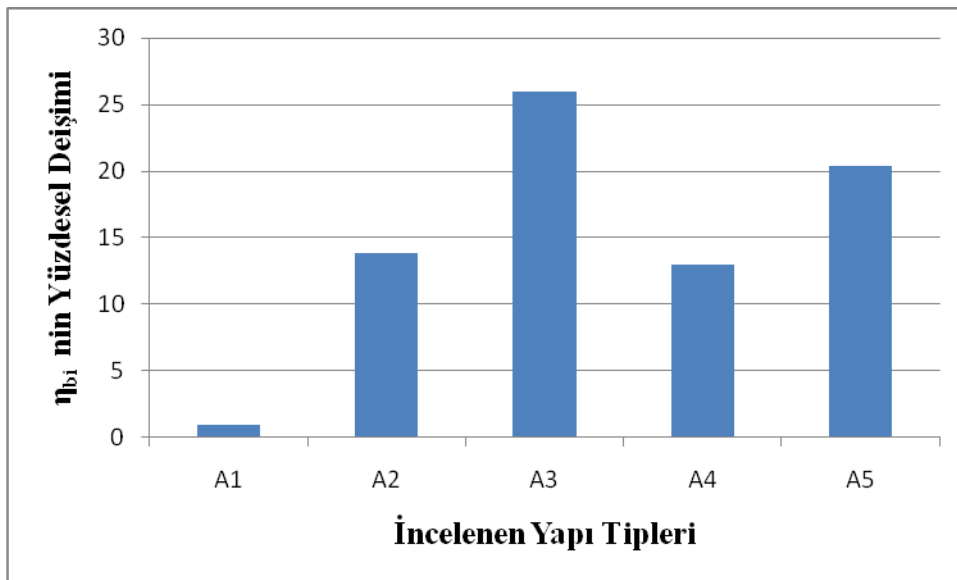


Şekil 4.16. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.15 ve 4.16 teki grafiklerden yapıya perde ilave edilmesi sonucu oluşan yapı tiplerinden A5 tipi yapıda Y yönünde en fazla kesme kuvveti artışının S1 köşe kolonunda % 597,7 oranında gerçekleştiği gözlemlenmiştir. S1 kolonunun bu oranda artış göstermesinin sebebi olarak kolonun ebatlarının arttırılarak perde gibi çalışması ve bu köşe kolonun bulunduğu bölgedeki kesme kuvveti kapasitesinin büyük bir kısmını karşılaması gösterilebilir.



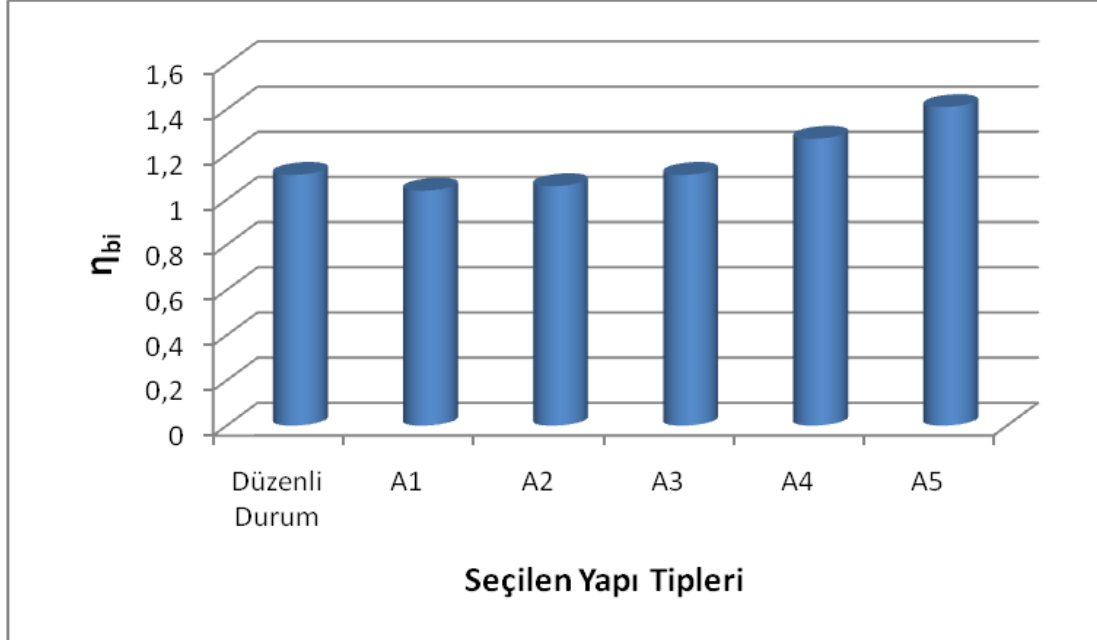
Şekil 4.17. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



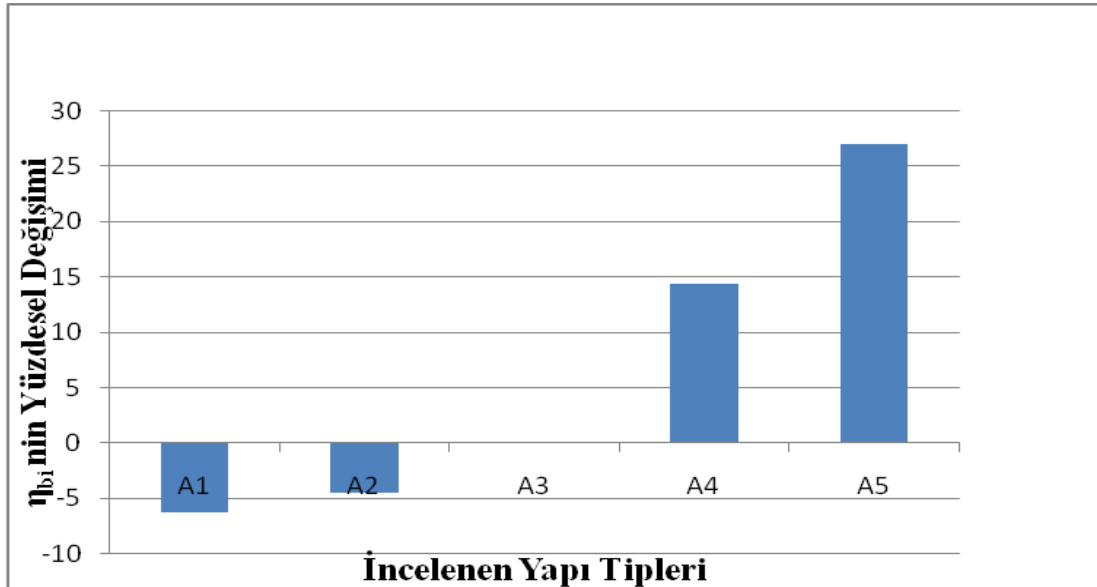
Şekil 4.18. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.17. ve 4.18. deki grafikler incelendiğinde A tipi yapılarda X yönünde A3 ile gösterilen durumda burulma katsayısının %25.9 oranındaki değişimle en fazla artışı gösterdiği görülmüştür. Bu durumda yapı tiplerinden binanın burulma düzensizliğini

en olumsuz etkileyen formlardan birinin yapının sadece bir köşesine hiçbir simetrik karşılığı olmayan perde yerleştirmek olduğu anlaşılmaktadır.

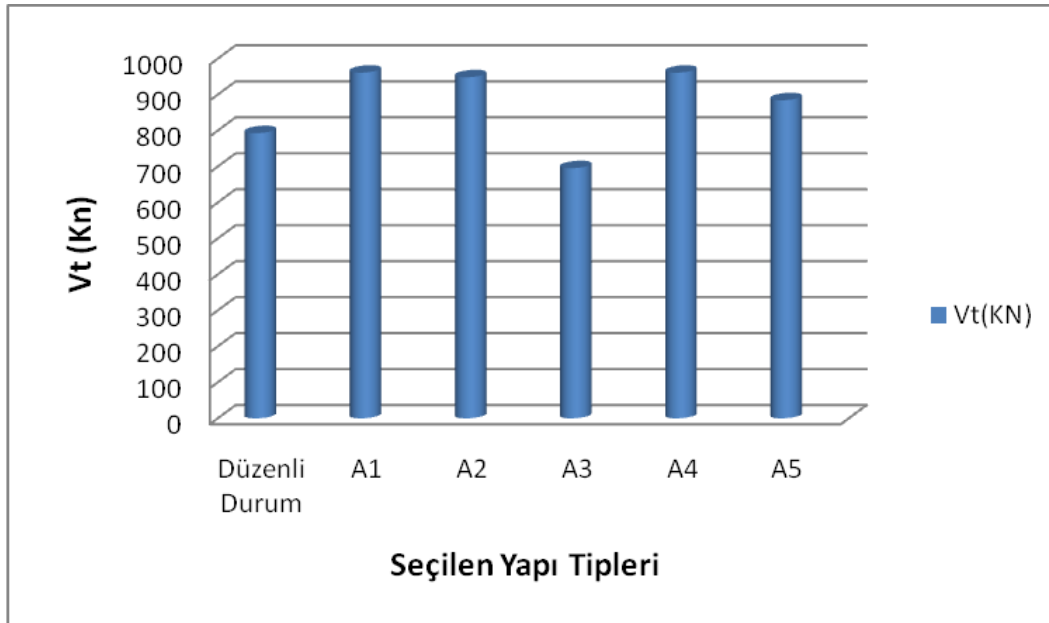


Şekil 4.19. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

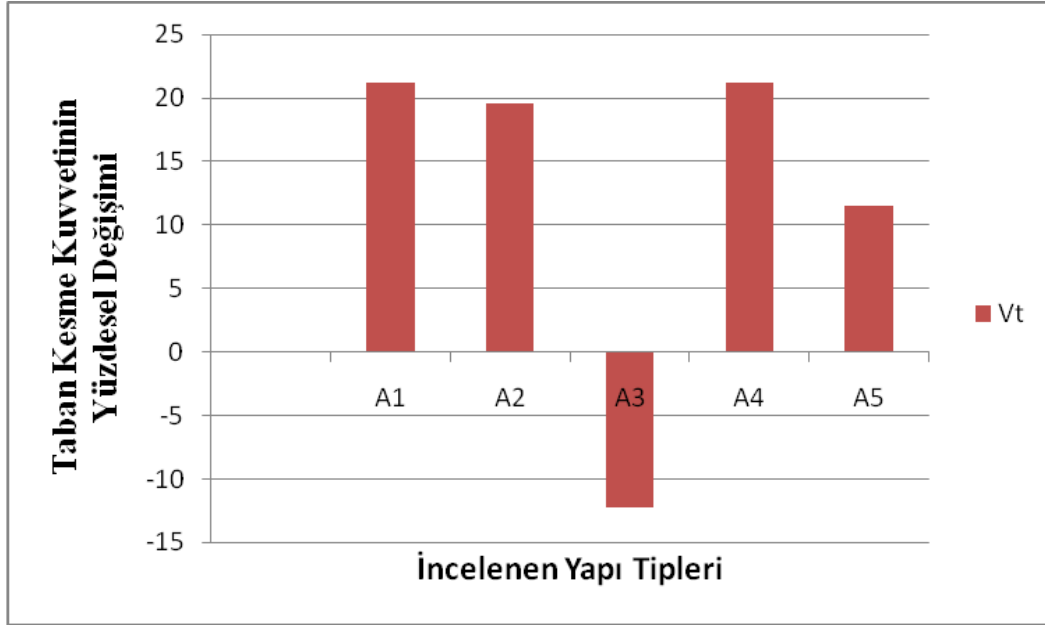


Şekil 4.20. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.19 ve 4.20 deki grafikler incelendiğinde A tipi yapılarda Y yönünde A5 ile gösterilen durumda burulma katsayısının %27.02 oranındaki değişimle en fazla artışı gösterdiği görülmüştür. Bu durumda yapı tiplerinden binanın burulma düzensizliğini en olumsuz etkileyen formun yapının farklı köşelerine farklı yönde perde yerleştirmek olduğu anlaşılmaktadır



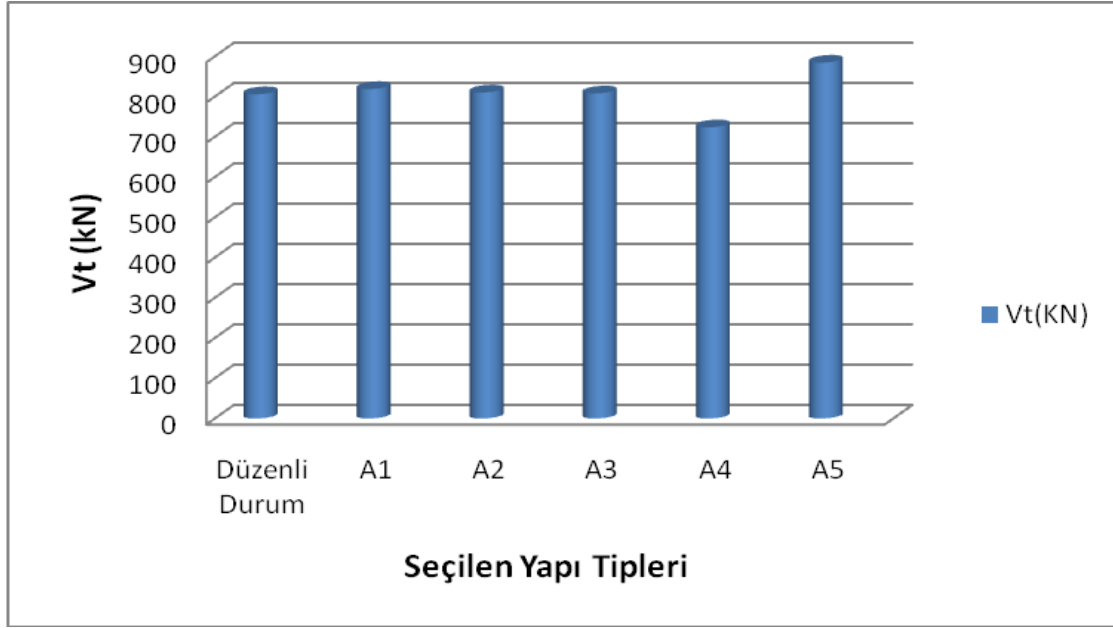
Şekil 4.21. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda x Yönünde Oluşan Vt Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



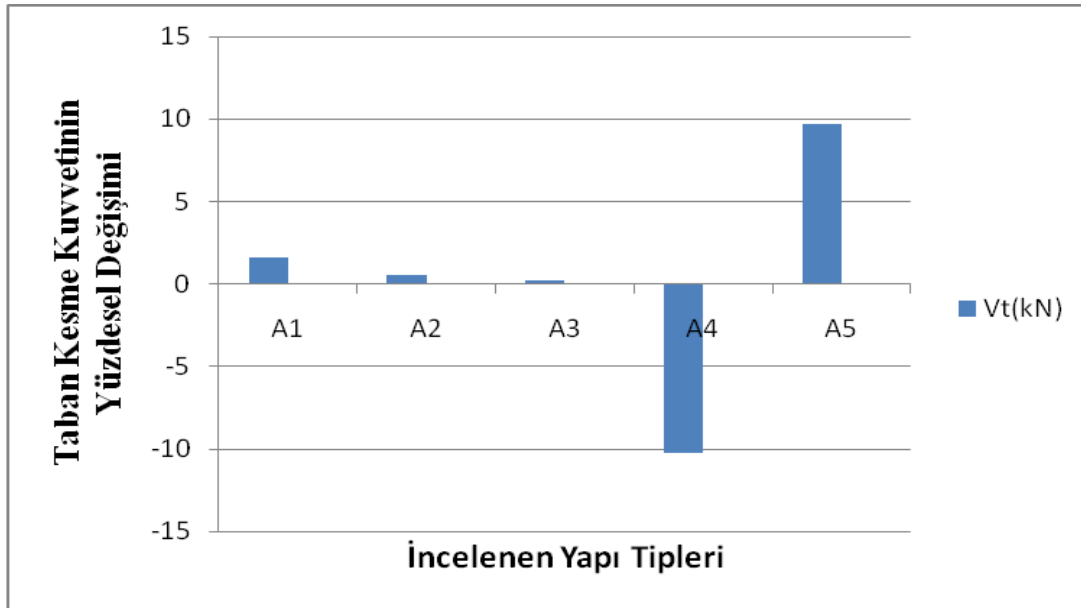
Şekil 4.22. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Tabanda x Yönünde Oluşan  $V_t$  Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.21 ve 4.22 deki grafikler incelendiğinde A tipi yapılarda X yönünde A1 ve A4 ile gösterilen durumlarda taban kesme kuvvetinin %21.2 ile en fazla artışı gösterdiği gözlemlenmiştir. Yapının taban kesme kuvvetindeki bu artışın, yapıdaki kolonların ebatlarının artırılarak seçilen kolonların perde gibi çalışması sonucu yapının rijitliğinin oldukça artırılması ve yapının ağırlığında olan artışla bağlantılı olduğu düşünülmüştür.





Şekil 4.23. A Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda y Yönünde Oluşan Vt Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



Şekil 4.24. A Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Tabanda Y Yönünde Oluşan Vt Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.23 ve 4.24 deki grafikler incelendiğinde A tipi yapılarda Y yönünde A4 ve A5 ile gösterilen durumlarda taban kesme kuvvetinin en fazla değişikliği gösterdiği

görülmüştür. A4 tipi yapıda bu değişimin %10.19 la azaldığı A5 tipi yapıda ise %9.74 ile arttığı görülmektedir.

Aşağıda B ile gösterilen yapı tiplerinin düzenli durumla olan kolonlara gelen kesme kuvvetlerinin kıyaslama durumları ve kesme kuvvetinin düzenli duruma göre yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.21, 4.22, 4.23).

Tablo 4.21. B Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Seçilen Kolonlarda Zemin Katta Oluşan Kesme Kuvveti-  $V_t$  (kN)- Değerleri

KOLON	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 BTY	2 BTY	3 BTY	4 BTY	5 BTY
S2	X	50,4	51,2	50,4	49,2	36	50,2
	Y	39,3	38,4	37,1	36,7	34,5	37,9
S5	X	38,4	48,5	47,5	46	45,4	47,4
	Y	53,1	50,3	49,7	48,4	47	49
S6	X	50,3	50	49	47,5	33,7	48,8
	Y	51,9	50,7	49,1	48,8	38,7	50,3
S8	X	38,4	37,6	35,5	34,7	45,4	37,1
	Y	53,1	53,9	40,2	39,4	47	52,9
S11	X	50,3	37,6	37,2	34,7	36	35,4
	Y	51,9	52,1	51,1	38	34,5	38,7
S12	X	38,4	37,8	36,2	36,8	36	37,2
	Y	53,1	39,7	36,6	35,6	34,5	38,9

Tablo 4.22. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre X Yönündeki Kesme Kuvveti - $V_t$  (kN)-nin Yüzdesele Değişimi

Kolon	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
S2	1,587	0	-2,38	-28,6	-0,397
S5	26,3	23,7	19,79	18,22	23,4
S6	-0,596	-2,58	-5,57	-33	-2,98
S8	-2,08	-7,55	-9,64	18,22	-3,38
S11	-25,2	-26	-31	-28,4	-29,6
S12	-1,562	-5,73	-4,16	-6,25	-3,12

Tablo 4.23. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre Y Yönündeki Kesme Kuvveti  $-V_t$  (kN)-nin Yüzdesel Değişimi

Kolon	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
S2	-2,29	-5,59	-6,61	-12,2	-3,56
S5	-5,27	-6,40	-8,85	-11,48	-7,72
S6	-2,31	-5,39	-5,97	-25,4	-3,08
S8	1,506	-24,2	-25,8	-11,48	-0,376
S11	0,385	-1,541	-26,8	-33,5	-25,4
S12	-25,2	-31,1	-33	-35	-26,7

Aşağıda burulma katsayısının düzenli durum ve B ile gösterilen yapı tiplerinde ki değerleri ve yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.24, 4.25, 4.26).

Tablo 4.24 B Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri

BURULMA KATSAYISI	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 BTY	2 BTY	3 BTY	4 BTY	5BTY
$\eta_{bi}$	X	1,08	1,08	1,09	1,10	1,11	1,09
	Y	1,11	1,11	1,13	1,14	1,15	1,12

Tablo 4.25. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre  $\eta_{bi}$  Değerinin X Yönündeki Yüzdesel Değişimi

	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
$\eta_{bi}$	0	0,926	1,852	2,78	0,926

Tablo 4.26. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma göre  $\eta_{bi}$  Değerinin Y Yönündeki Yüzdesel Değişimi

	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
$\eta_{bi}$	0	0,901	2,70	3,60	0,901

Aşağıda yapının zemin katındaki kolonlarına gelen toplam kesme kuvvetinin düzenli durum ve B ile gösterilen yapı tiplerinde ki değişimi ve bu değişimin yüzdesel değişimleri verilmiştir (Tablo 4.27, 4.28, 4.29).

Tablo 4.27. B Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam Kesme Kuvveti - $V_t$  (kN)- Değerleri

KESME KUVVETİ	YÖNÜ	DÜZENLİ DURUM	1 BTY	2 BTY	3 BTY	4 BTY	5 BTY
$V_t$ (kN)	X	793	723	653	582	512	652
	Y	806	735	663	593	522	665

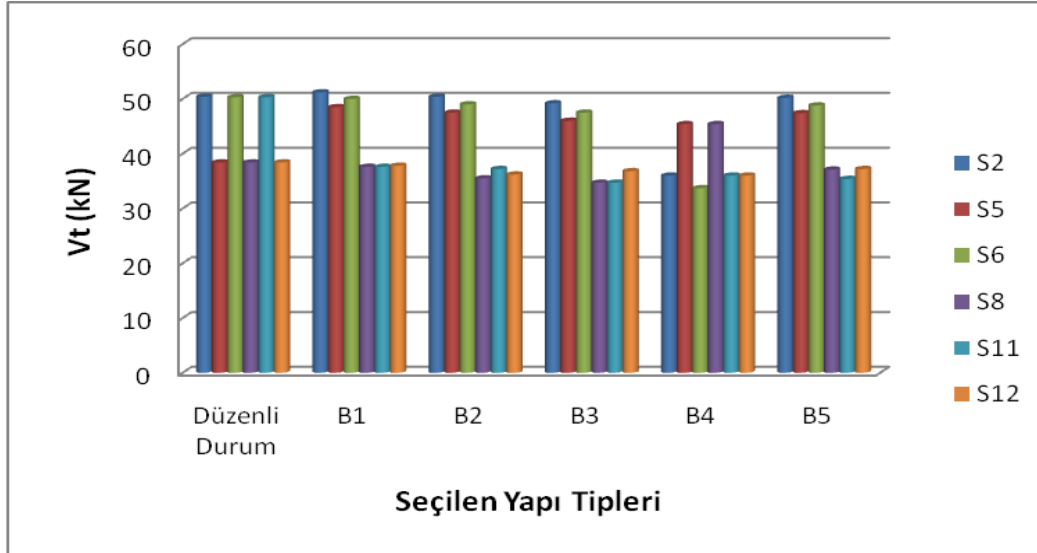
Tablo 4.28. B Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam kesme kuvveti-  $V_t$  (kN) nin X Yönündeki Yüzdesel Değişim

	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
$V_t$	-8,87	-17,68	-26,6	-35,4	-17,7

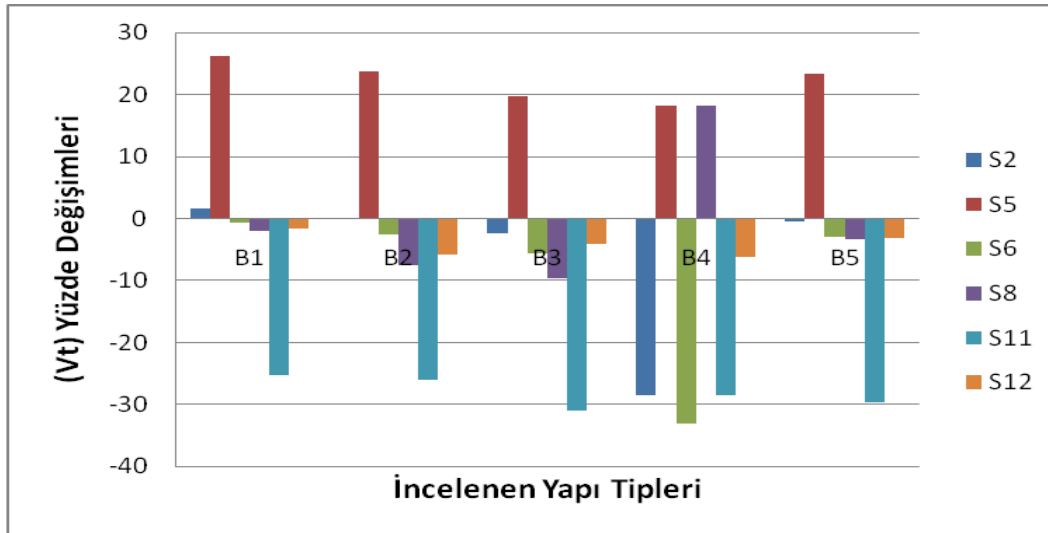
Tablo 4.29. B Tipi Yapılar ve Düzenli Durum İçin Oluşan Toplam kesme kuvveti-  $V_t$  (kN) nin Y Yönündeki Yüzdesel Değişim

	1 BTY (%)	2 BTY (%)	3 BTY (%)	4 BTY (%)	5 BTY (%)
$V_t$	-8,79	-17,69	-26,4	-35,2	-17,5

Seçilen B tipi yapılar için yukarıdaki tablolardan elde edilen kesme kuvveti  $V_t$ (kN) ve burulma katsayısı ( $\eta_{bi}$ ) nin düzenli durumla olan karşılaştırılması ve yüzdesel değişimini gösteren grafikler aşağıda sunulmuştur(Şekil 4.25 – 4.36)



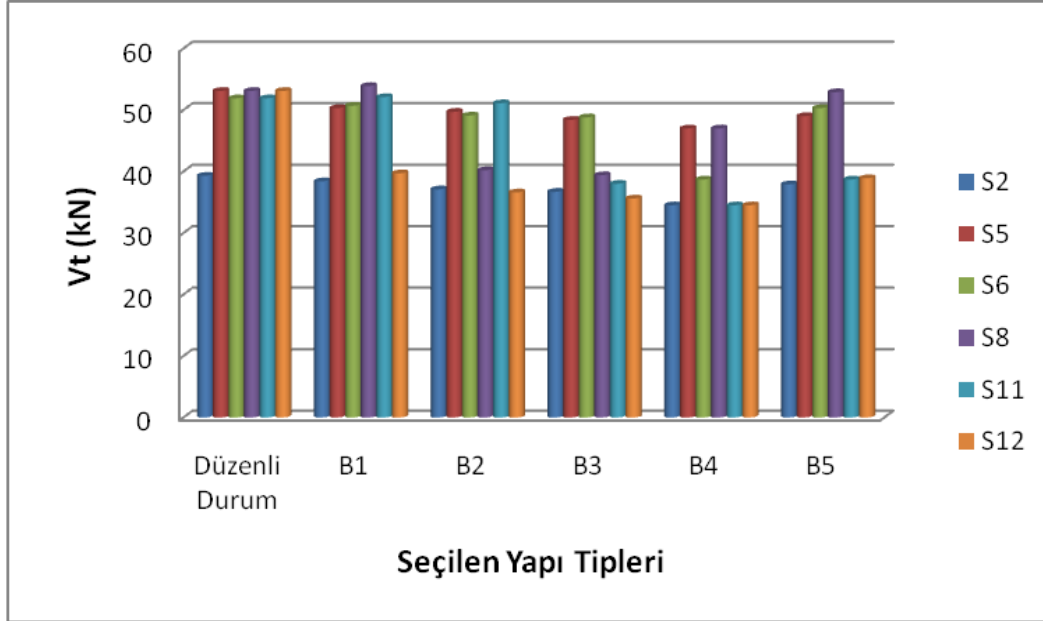
Şekil 4.25. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Kolonlarda Oluşan  $V_t$  Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



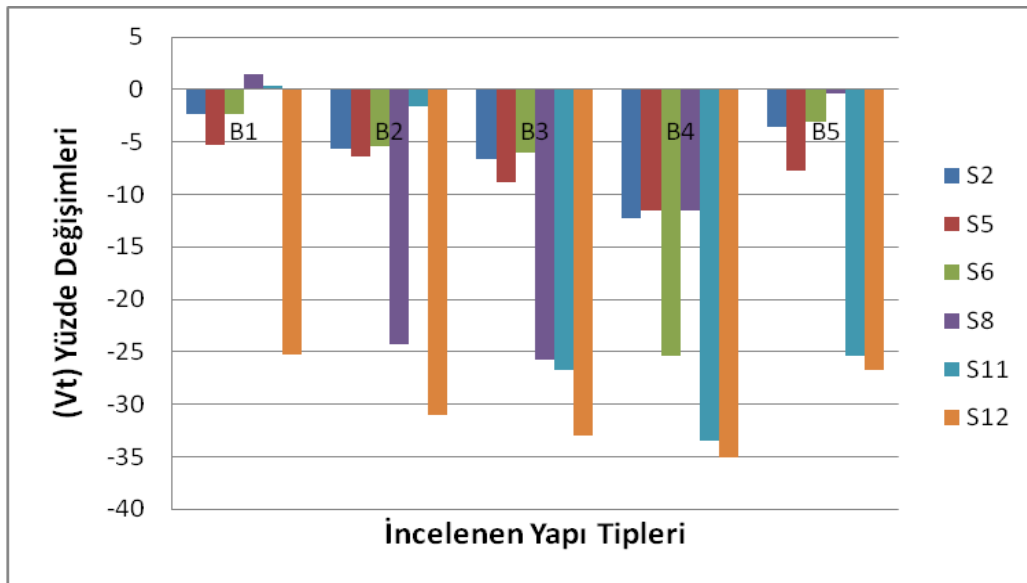
Şekil 4.26. B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.25 ve 4.26 deki grafiklerden yapıdan kütle çıkarılması halinin genelde kolonlara gelen kesme kuvveti değerini düşürdüğü gözlemlenmektedir. B1 tipi

yapıda ilk kütlelerin çıkarıldığı kısımda köşe kolon durumunda olan S5 kolonu %26.3 oranında bir kesme kuvveti artışı göstermektedir. Yine en fazla kesme kuvveti azalması B4 tipi yapıda iç köşe kısmında kalans6 kolonunda %33 oranıyla görülmüştür.

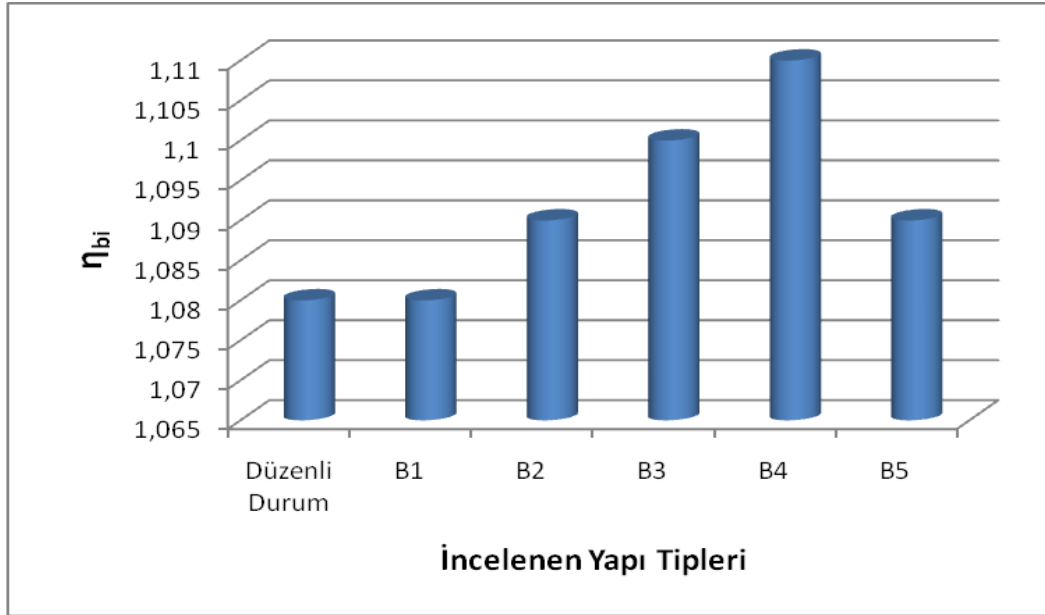


Şekil 4.27. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Kolonlarda Oluşan Vt Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



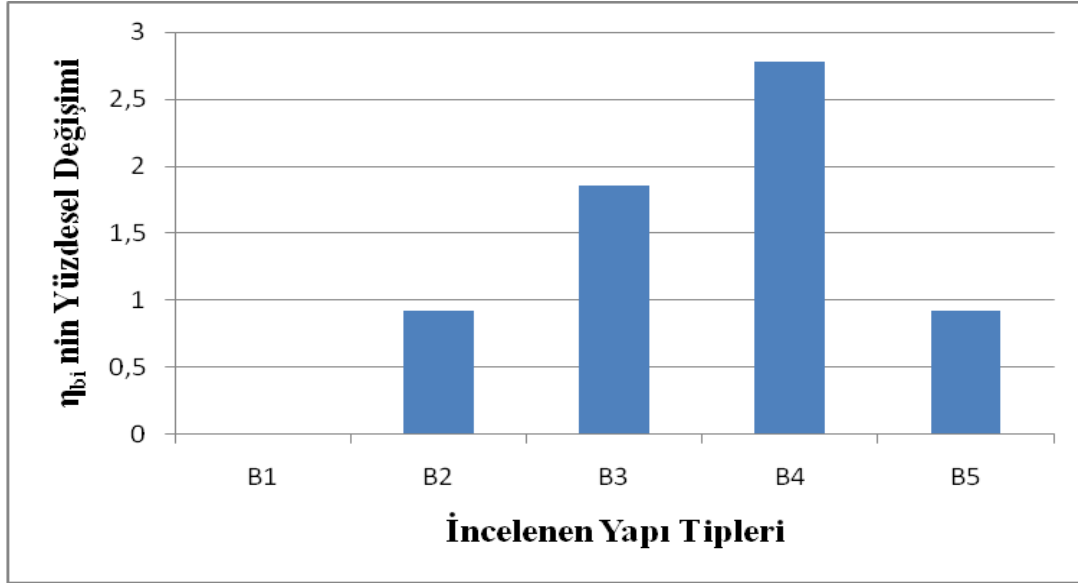
Şekil 4.28. B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre Y Yönündeki Kesme Kuvvetinin Yüzdesel Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.27 ve 4.28 deki grafiklerden yapıdan kütle çıkarılması halinin genelde kolonlara gelen kesme kuvveti değerini düşürdüğü gözlemlenmektedir. En fazla kütlenin çıkarıldığı B4 tipi yapıda bulunan S12 kolonunda %35 oranında bir kesme kuvveti azalması görülmüş olup yine diğer tiplerin hepsinde en fazla azalmanın yine aynı kolonda olduğu tespit edilmiştir.



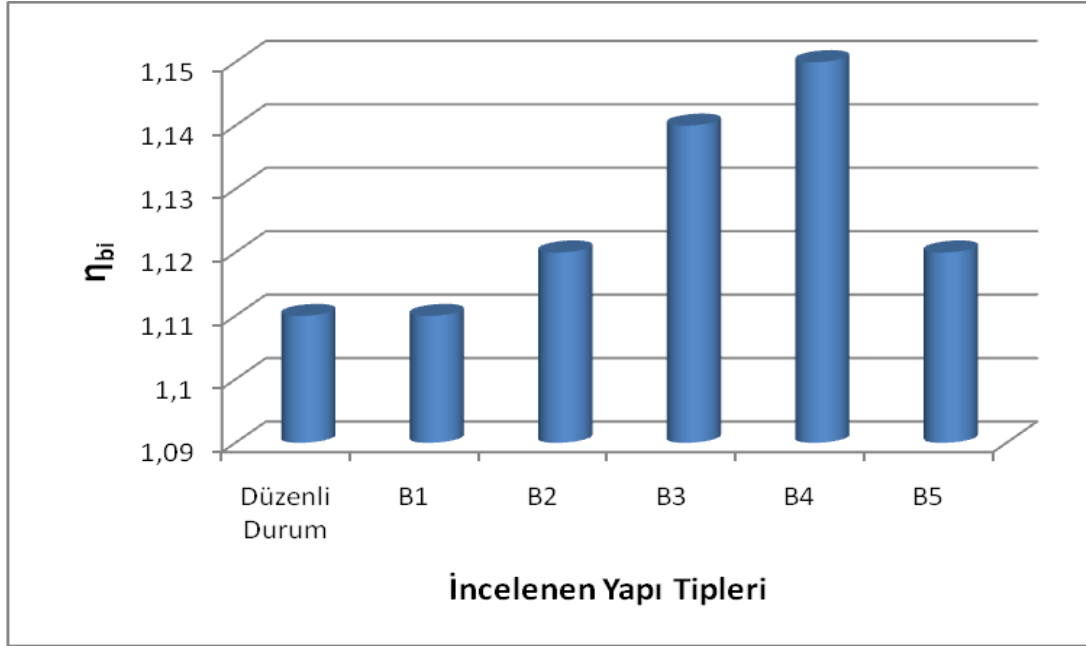
Şekil 4.29. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların x Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



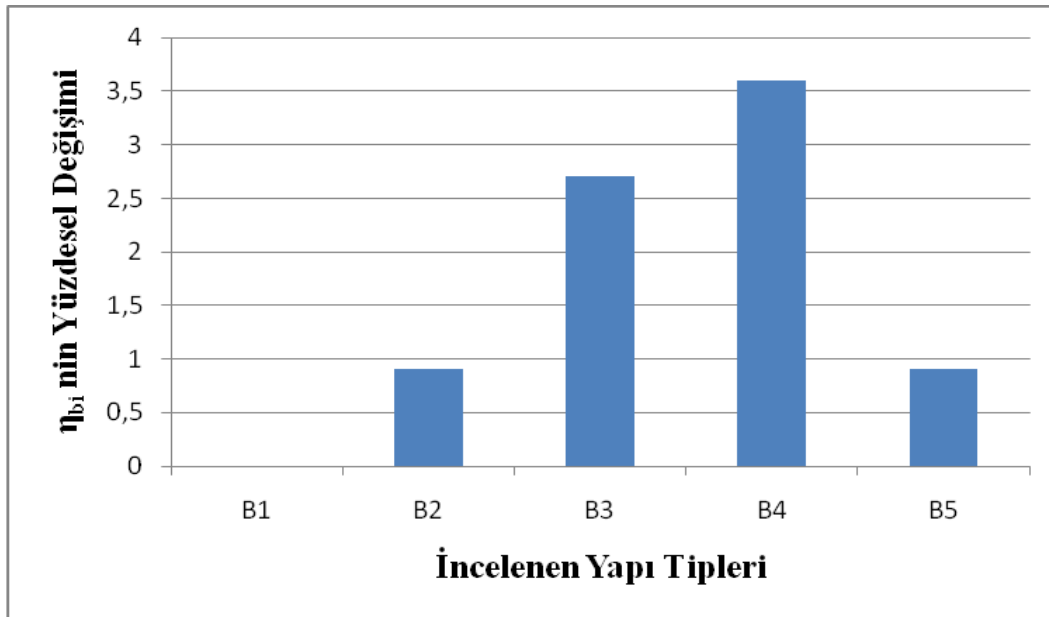


şekil 4.30. B Tipi Yapıların Düzenli Yapıya Göre X Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

şekil 4.29 ve 4.30 deki grafikler incelendiğinde yapıdan kütle çıkarmanın yapının düzensizliğini olumsuz etkilediği ve çıkarılan kütle oranı arttıkça bu etkilenmenin de arttığđ görölmektedir. Grafiklerden anlaşıldığı gibi X yönünde burulma katsayısındaki en fazla artış en çok kütle miktarının çıkarıldığı B4 durumunda gerçekleşmiş olup bu oran %2.77 olarak saptanmıştır.



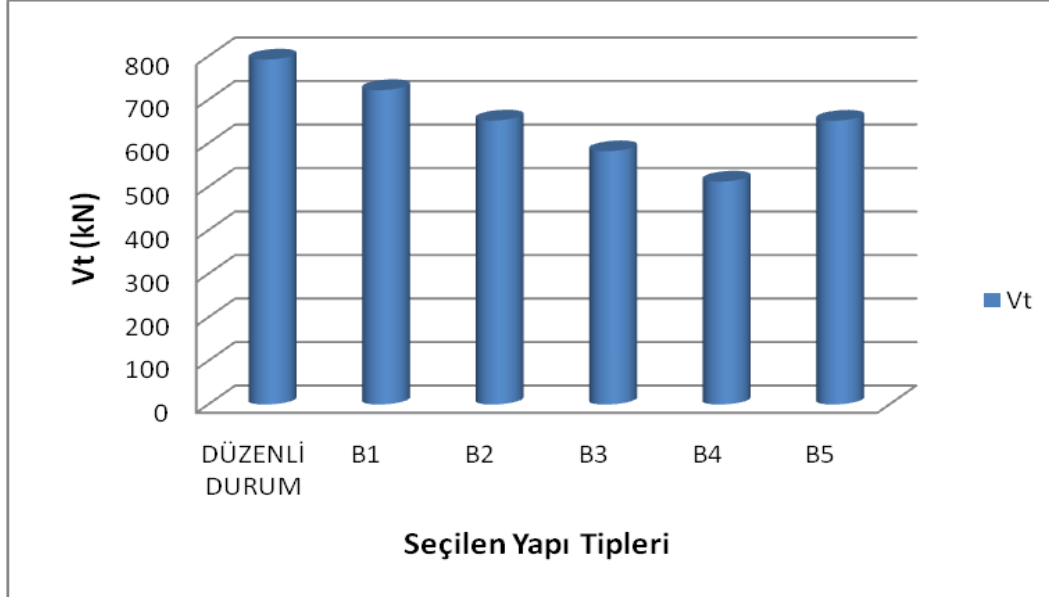
Şekil 4.31. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların y Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



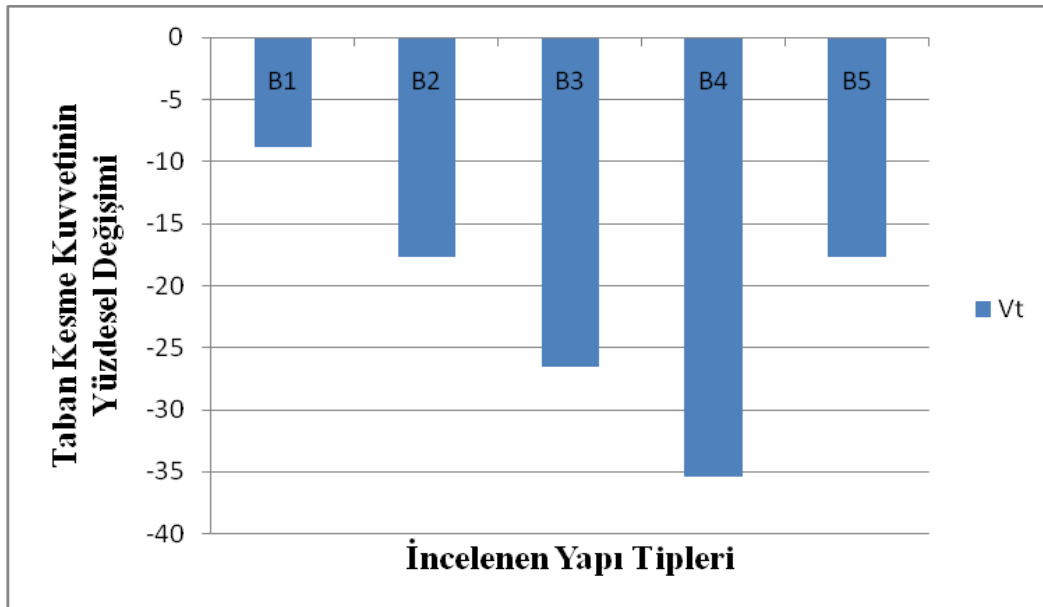
Şekil 4.32. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Y Yönünde Oluşan  $\eta_{bi}$  Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Şekil 4.31 ve 4.32 deki grafikler incelendiğinde yapıdan kütle çıkarmanın yapının düzensizliğini olumsuz etkilediği ve çıkarılan kütle oranı arttıkça bu etkilenmenin de arttığı görülmektedir. Grafiklerden anlaşıldığı gibi Y yönünde burulma

katsayısındaki en fazla artış en çok kütle miktarının çıkarıldığı B4 durumunda gerçekleşmiş olup bu oran %3.6 olarak saptanmıştır.

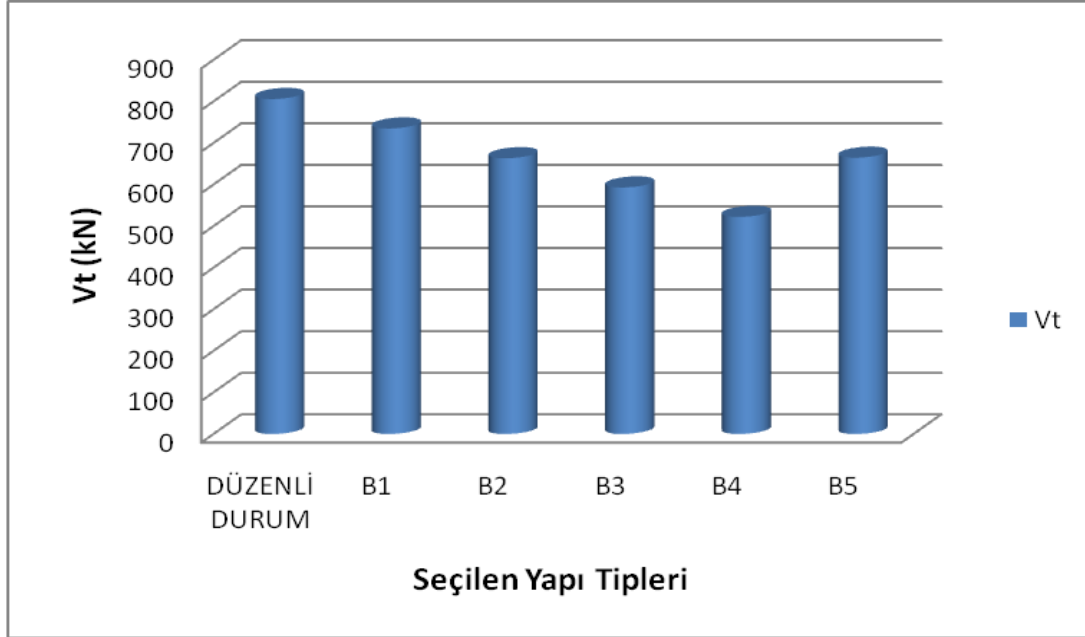


Şekil 4.33. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda x Yönünde Oluşan Vt Değerleri Bakımından Karşılaştırılması

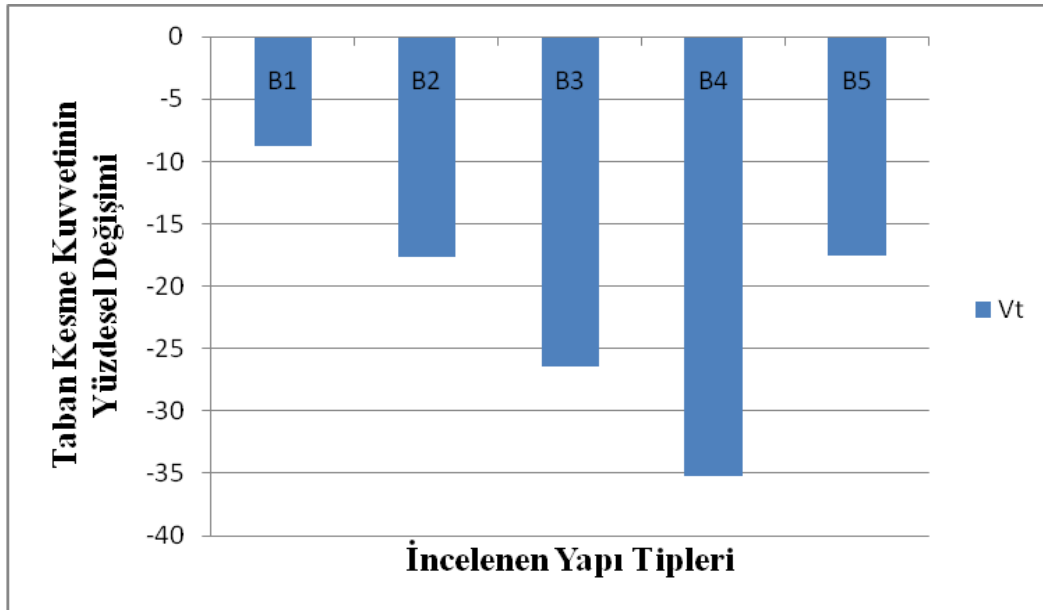


Şekil 4.34. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Tabanda X Yönünde Oluşan Vt Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Grafikler incelendiğinde yapının tabanında oluşan kesme kuvvetinin değişimi ile yapıdan kütle çıkarılması arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu ilişki alınan kütle artması ile ters orantılı olarak değişmekte olup en fazla kütle alınmış B4 tipi yapıda X yönünde %35.36 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.35. B Tipi Yapıların ve Düzenli Yapıların Tabanda y Yönünde Oluşan Vt Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



Şekil 4.36. B Tipi Yapıların Düzenli Duruma Göre Tabanda Y Yönünde Oluşan Vt Değerinin Yüzdesele Değişimleri Bakımından Karşılaştırılması

Grafikler incelendiğinde yapının tabanında oluşan kesme kuvvetinin değişimi ile yapıdan kütle çıkarılması arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu ilişki alınan kütlenin artması ile ters orantılı olarak değişmekte olup en fazla kütlenin alındığı B4 tipi yapıda Y yönünde %35.19 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

## BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Birinci deprem bölgesine kullanım amacı konut olan beş katlı yapılar yönetmeliklerin ön gördüğü koşullara bağlı kalınarak boyutlandırılmış ve bilgisayar ortamında çözümlenmiştir. Yapılan analiz sonucu elde edilen veriler tablolar halinde değerlendirilmiş ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Çalışmada, ele alınan yapı, taşıyıcı elemanlarının yeri-boyutu değiştirilerek ve yapıdan kütleler çıkarılarak elde edilen 11 farklı durum için tekrar tekrar analiz edilmiştir. Her bir durum için kolonlara gelen kesme kuvvetleri, burulma katsayısı, ve deplasman değerleri not edilmiş ve grafiklerle karşılaştırılmıştır.

Genel olarak 11 farklı form analiz sonuçlarına bakılarak değerlendirildiğinde özetle şunlar söylenebilir

-Yapılarda, taşıyıcı elemanların yerleştirilmesi, boyutlarının belirlenmesi kadar önemli hatta çoğu zaman daha önemli olabilmekte, yanlış yerleştirilen kolon, perde gibi taşıyıcı elemanların, yapının düzensiz davranmasına kuvvet dağılımlarının hatalı olabilmesine dolayısıyla yapının olası bir depremde binanın beklenmeyen bir tepki göstererek göçmesine neden olabileceği kanısına varılmıştır.

-Yapıların geometrilerinin de yapıların davranışları üzerinde etkili olduğu, bir yapının döşemelerinin kesilmesinin ve ya herhangi bir yerinden kütle çıkarılmak suretiyle değişik mimari tarzda yeni yapı tiplerinin oluşturulmasının, statik durumda veya herhangi bir olası dinamik etki (deprem) karşısında yapının bir çok davranışını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

-İncelenen A ve B tipi yapıların analiz sonuçlarının birbirleriyle olan karşılaştırılması yapıldığında ise görülmüştür ki; kolon ebat ve yerlerinin değiştirilmesi, yapıya yeni

eleman ekleme ve ya çıkarılması gibi yapının rijitliğini veya rijitlik dağılımını değiştiren değişimlerin yapılması (A tipi yapılar), yapının geometrisinin değiştirilmesi ve kütle değişimini sağlayan değişimlerin yapılmasından (B tipi yapılar) çok daha fazla bir şekilde yapının davranışını etkilemektedir. Bu etkileşim A tipi yapılar için daha olumsuz olup yapıların rijitlik dağılımlarının değiştirilmesi ve bu değişimin dengesiz yapılar olarak yapıda eksantirisite oluşmasına sebebiyet verecek durumların meydana gelmesi halinde yapılarda burulma düzensizliğinin oldukça fazla meydana geldiği görülmektedir. Aynı şekilde yapıdan kütle eksiltmek suretiyle geometrisinin değiştirilmesi durumlarında ise yine bir takım olumsuz sonuçlar kaydedilmekle beraber B tipi yapılarda kaydedilen burulma değerleri A tipi yapılar kadar yüksek olmamıştır. Grafikler incelendiğinde A tipi yapılarda kolonların perdeye dönüştürülmesi durumlarında bu elemanların aldığı kesme kuvveti oranının % 687,5 gibi oldukça yüksek bir oranda artış gösterdiği görülmektedir. Bu artış yine A tipi yapılarda diğer durumlarda da bu kadar yüksek olmamakla beraber karşımıza çıkmakta olup B tipi yapılarda ise kolonlarda kesme kuvvetinin genelde her bir durum da azalış gösterdiği bu azalışın %35 ler oranında olduğu artışın ise yalnızca S5 köşe kolonunda % 26 seviyesinde kaydedildiği görülmektedir. Yine burulma düzensizliği katsayısının değişim grafikleri incelendiğinde A tipi yapılarda bu değişimin daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Burulma düzensizliği katsayısı A tipi yapılarda X yönünde en fazla artış 3.ATY durumunda görülmüş olup bu artış % 25.9 dur.Y yönünde ise en fazla artış 5.ATY durumunda görülmüş olup bu artış %27,02 dir. B tipi yapılarda ise bu artış çok fazla bir oranda olmayıp X yönünde % 2,77, Y yönünde ise % 3,6 gibi oldukça düşük oranlarda artışlar kaydedilmiştir. Buradan çıkarılan sonuç: yapıların rijitliklerinin değiştirilmesinin, geometrilerinin değiştirilmesinden daha dikkatli yapılması gerektiği olmuştur.

Tüm bu çalışma ve analiz sonuçlarına bakılarak özetle şu söylenebilir ki yapıların tasarlanmasında, boyutlandırma ve kullanılan malzeme kalitesi kadar önemli olan bir husus vardır ki oda düzenli formda yapı tasarlamaktır. Yanlış yerleştirilen elemanlar hatalı bir geometri ile tasarlanan yapılar, malzeme ve ebat yönünden ne kadar iyi olursa olsunlar olası bir deprem de asla beklenen olumlu davranışı sergileyemezler. Daha dayanıklı ve daha güvenli yapılar daha düzenli olan yapılardır.

## KAYNAKLAR

- [1] DBYBHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, İMO Samsun Şubesi Yayını, İstanbul, 2007.
- [2] DÖNDÜREN, M. S., KARADUMAN, A., ÇÖĞÜRCÜ, M. T., ALTIN, M., Yapılarda Burulma Düzensizliği, Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Teknik-Online Dergi, Konya, 2007.
- [3] ÖZMEN, G., Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği, Teknik Rapor No: TDV/TR 036-61, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Ocak 2001.
- [4] ÖZDEMİR, M.Y., DENEME, İ.Ö., YERLİ, H.R., Türk Deprem Yönetmeliğine Göre A2 Düzensizlik Durumunun İncelenmesi, Ç.Ü.Müh-Mim Fakültesi Dergisi, cilt 22, sayı 1, Adana, 2007.
- [5] DEMİR, A., DÖNMEZ, D., 2008. Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliğine Etki Eden Faktörler, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, syf.31 – 36, Manisa, 2008.
- [6] AKTÜRK, S., GÜVEN, S., S., Ç.Ü.Müh-Mim Fakültesi Dergisi, cilt 20, sayı 1, Adana, 2005.
- [7] ÖZMEN, G., Plan Geometrisinin Burulma Düzensizliğine Etkisi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Yıl: 46/2001 – SAYI: 410, Ankara, Nisan 2001.
- [8] ÖZMEN, G., Rijitlik Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Yıl: 46/2001 – SAYI: 411, Ankara, Haziran 2001.
- [9] ÖZMEN, G., TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 411 - 2001/1, İstanbul, 2001.
- [10] TERZ, M., ELÇ, H., Perde-Çerçeveli Betonarme Yapılarda A2 Türü Düzensizliğin Kesit Tesirlerine Etkisi, BAÜ FBE Dergisi, cilt:11, sayı 1, 83-94, Balıkesir, Temmuz 2009.
- [11] ATIMTAY, E., Açıklamalar ve Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Betonarme Yapılar), Bizim Büro Basımevi Yayın Dağıtım San., Ankara, 2000.



## ÖZGEÇMİŞ

Cihat KURT 12.08.1980 yılında İstanbul'da doğmuştur. İlkokulu Osman Faruk Verimer İlkokulu'nda, Orta okulu Şair Mehmet Emin Yurdakul Orta Okulu'nda Lise'yi ise Çağlayan Lisesinde bitirmiştir. 2000 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazanmıştır. 2005 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak mezun olmuştur.2007 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2005 yılında Kâğıthane belediyesi İmar Müdürlüğü'nde kontrol mühendisi olarak işe başlamış ve halen aynı kurumda Yapı kontrol şefi olarak iş hayatına devam etmektedir.