



**FARKLI ZEMİN KAT YÜKSEKLİKLERİNDE
YERLEŞTİRİLEN PERDE DUVARLARIN YERİNİN
BURULMA DÜZENSİZLİĞİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Sema NASIROĞLU
(152139105)

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği Teknolojileri
Programı: Yapı
Danışman: Prof. Dr. Bahar DEMİREL

TEMMUZ - 2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ZEMİN KAT YÜKSEKLİKLERİNDE YERLEŞTİRİLEN PERDE
DUVARLARIN YERİNİN BURULMA DÜZENSİZLİĞİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Sema NASIROĞLU

(152139105)

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği Teknolojileri
Programı: Yapı

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03.07.2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 24.07.2018

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bahar DEMİREL (FÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Dr. Öğr. Üyesi Hümeysra ŞAHİN (FÜ)
Dr. Öğr. Üyesi Tacettin GEÇKİL (İÖ)



ELAZIĞ-2018

ÖNSÖZ

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Teknolojileri Dalı Yapı Programında gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında farklı zemin kat yüksekliklerinde yerleştirilen taşıyıcı perdelerin burulma düzensizliğine etkisi incelenmiştir. Bu tez çalışması süresince bilgi ve düşüncelerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bahar DEMİREL'e, proje çizim süreci boyunca bilgi ve desteklerinden ötürü Sayın Dr.Öğr.Üyesi Hümeysra ŞAHİN'e ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Sema NASIROĞLU
Temmuz, 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLOLAR LİSTESİ	IX
SEMBOL LİSTESİ	XI
KISALTMALAR.....	XIII
1.GİRİŞ	1
1.1 Konunun Tanımı ve Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Literatür Araştırması	2
2. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER VE YÖNETMELİKLERDE BURULMA	
DÜZENSİZLİĞİ	4
2.1. Yapısal Düzensizlikler	4
2.1.1. (A1) - Burulma Düzensizliği:	4
2.1.1.1 Plan Geometrisi Bakımından Düzensiz Yapılar:	6
2.1.1.2 Rijitlik Dağılımı Bakımından Düzensiz Yapılar:	7
2.1.1.3 Geometri ve Rijitlik Bakımından Düzensiz Yapılar:.....	8
2.1.1.4 Gizli Burulma Düzensizliği Olan Yapılar:	9
2.1.2 (B2) - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):	10
2.2 Bazı Ülke Yönetmeliklerinde Burulma Düzensizliği Koşulları.....	10
Burulma düzensizliği, deprem etkisi ile yapıda meydana gelen yapısal düzensizliklerin başında gelir. Bu yüzden birçok farklı yönetmelik bu konu üzerine eğilmiştir. Farklı	

ülkelerde kullanılan yönetmeliklerde burulma düzensizliğine ait koşullar Tablo 2.2’de gösterilmiştir.....	11
3. PERDE KONUMLARI, KAT ADETLERİ VE ZEMİN KAT YÜKSEKLİĞİ FARKLI OLAN BİNALARIN BURULMA DÜZENSİZLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	12
3.1 Yapı Modelleri ve Özellikleri	12
3.2 Modellerin Analizi	16
3.2.1 Burulma Düzensizliğinin Perde Konumuna Göre ve Zemin Kat Yüksekliğine Göre Değişimi	16
3.3.2 Burulma Düzensizliğinin Kat Adedine Göre Değişimi.....	24
3.3.3 Tipik Yapılarda Görelî Kat Ötelemesi ve Burulma Düzensizliği Değerlerinin Karşılaştırılması.....	25
3.3.4 Yapı Modellerinde Meydana Gelen Taban Kesme Kuvvetleri	32
3.3.5 S21 ve S25 Kolonlarında Meydana Gelen Kesme Kuvvetinin Perde Konumuna Göre Karşılaştırılması.....	34
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR.....	45
EKLER	47
ÖZGEÇMİŞ	79

ÖZET

Bu çalışmada, yatay yüklerin etkisi ile burulma yapan y eksenine göre simetrik , x eksenine göre simetrik olmayan plandaki perde konumu farklı olan iki tip perdeli-çerçeve taşıyıcı sistemde meydana gelen burulma düzensizlikleri incelenmiştir. Çalışmadaki amaç burulma düzensizliği olan bir yapıda zemin kat yüksekliğindeki artışın burulma düzensizliği üzerindeki etkisini incelemektir. Plandaki konumları farklı olan perdelerin bulunduğu iki tip yapı seçilerek 5, 8, 11, 14 katlı ve zemin kat yüksekliği 3 m, 3,5 m, 4 m ve 4,5 m olarak değişen 32 tip yapı projelendirilip burulma düzensizlikleri ve görelî kat ötelemeleri incelenmiştir. Modellerin statik ve dinamik analizlerinin yapılmasında İdeCAD Statik 7 programından faydalanılmış ve analizlerde mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak deprem perdesi kütle merkezinden uzaklaştıkça burulma düzensizliğinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca zemin kat yüksekliği arttıkça bu katta meydana gelen burulma düzensizliği katsayısı değerinin arttığı ve kat adedi azaldıkça burulma düzensizliği değerinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Burulma Düzensizliği, Yumuşak Kat Düzensizliği, Taşıyıcı Perde, Taban Kesme Kuvveti, Kolon Kesme Kuvveti, Görelî Kat Ötelemesi.

SUMMARY

Effect Of Position Of Share Walls Placed On Different ground Storeys Heights To Torsional Irregularity

In this study, torsional irregularities occur in two types of curtained-framed bearing systems have different curtain positioning in plan symmetrical to y-axis torsions with the effect of horizontal loads and not symmetrical to x-axis. Aim of the study is to examine the effect of increase in ground storey height of a structure has a torsional irregularity, on torsional irregularity.

In this study, by choosing two kinds of structures have different curtain positionings in the plan and designing 32 types of structures that have 5, 8, 11, 14 floors and of which ground clearance change as 3 m, 3,5 m, 4 m and 4,5 m and their inter-storey drifts have been examined. In static and dynamical analyses of models, İdeCAD Static 7 program has been utilized and mode superposition method has been used in the analyses. Results have been determined by considering Regulations for the Buildings to be built in Earthquake Areas 2017.

When results have been compared, it is concluded that positioning of the curtain in the plan effects torsional irregularity, moreover as ground storey height increases, coefficient value of the torsional irregularity occur in this storey also increases.

Key Words: Torsional Irregularity, Soft Storey Irregularity, Bearing Curtain, Base Shear Force, Column Shear Force, Inter-Story Drift.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. A1-Burulma düzensizliği durumu [1].	6
Şekil 2.2. Geometrik bakımdan düzensiz yapılar.	7
Şekil 2.3. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılar.	8
Şekil 2.4. Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılar.	9
Şekil 2.5. Gizli burulma düzensizliği olan yapılar [12].	9
Şekil 2.6. Deprem bölgeleri haritası [13].	11
Şekil 3.1. Referans sistem kat planı	13
Şekil 3.2. Numune sistem kat planı	14
Şekil 3.3. 5 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	17
Şekil 3.4.5 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	17
Şekil 3.5. 8 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	20
Şekil 3.6. 8 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	20
Şekil 3.7.11 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	21
Şekil 3.8. 11 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	22
Şekil 3.9. 14 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	23
Şekil 3.10. 14 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi	24
Şekil 3.11. Max η_b değerlerinin kat sayısına göre değişim diyagramı	25
Şekil 3.12. 5 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi	27
Şekil 3.13. 5 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi	27
Şekil 3.14. 8 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi	28
Şekil 3.15. 8 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi	29

Şekil 3.16. 11 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi.....	30
Şekil 3.17. 11 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi.....	30
Şekil 3.18. 14 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi.....	31
Şekil 3.19. 14 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi.....	32
Şekil 3.20. S21 ve S25 kolonlarının referans sistemde gösterimi	35
Şekil 3.21. S21 ve S25 kolonlarının numune sistemde gösterimi	35
Şekil 3.22. 5 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	36
Şekil 3.23. 5 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	37
Şekil 3.24. 8 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	38
Şekil 3.25. 8 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	39
Şekil 3.26. 11 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	40
Şekil 3.27. 11 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	40
Şekil 3.28. 14 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti(Ve) diyagramı	42
Şekil 3.29. 14 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı	42

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Yapısal Düzensizlikler [1].	4
Tablo 2.2 Bazı ülke yönetmeliklerinde burulma düzensizliği koşulları	11
Tablo 3.1. Bütün binalara ait ortak yapısal bilgiler	15
Bütün binalara ait ortak yapısal bilgiler	15
Tablo 3.2. 5 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi	16
Tablo 3.3. 8 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi	19
Tablo 3.4. 11 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi	21
Tablo 3.5. 14 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi	22
Tablo 3.5.(Devamı) 14 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi.	23
Tablo 3.6. Kat adetlerine göre burulma düzensizliği değerleri.	24
Tablo 3.7. 5 katlı sistemde göreceli kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi.	26
Tablo 3.8. 8 katlı sistemde göreceli kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi.	28
Tablo 3.9. 11 katlı sistemde göreceli kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi.	29
Tablo 3.10. 14 katlı sistemde göreceli kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi.	31
Tablo 3.11. 5 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı ..	32
Tablo 3.12. 8 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı ..	33
Tablo 3.13. 11 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı	33
Tablo 3.14. 14 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı	33
Tablo 3.15. 5 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri	36
Tablo 3.16. 8 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri	38
Tablo 3.17. 11 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri	39

Tablo 3.18. 14 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri	41
---	----



SEMBOL LİSTESİ

$A_{(T)}$	:Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
a_x	: Binanın x yönünde çıkıntı yapan kısım uzunluğu
a_y	: Binanın y yönünde çıkıntı yapan kısım uzunluğu
A_b	: Boşluk alanları toplamı
A_w	: Kolon enkesiti etkin gövde alanı
B_x	: Yapının x yönündeki boyutu
B_y	: Yapının y yönündeki boyutu
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yönetiminde burulma düzensizliği olan binalar için i'nci katta $\mp$ %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
e_x	: x yönünde artırılmış dış merkezlik
e_y	: y yönünde artırılmış dış merkezlik
H_k	: Kat yüksekliği
I	: Yapı önem katsayısı
L_x	: Binanın x yönde toplam boyu
L_y	:Binanın y yönde toplam boyu
R	:Yapı davranış katsayısı
S	: Spektrum katsayısı
T	: Yapı doğal titreşim periyodu
T_a, T_b	: Spektrum karakteristik periyotları [s]
V_{tx}	: x yönü toplam kesme kuvveti
V_{ty}	: y yönü toplam kesme kuvveti
W	: Toplam bina ağırlığı
ZH_k	: Zemin kat yüksekliği
η_b	: Burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: Binanın dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: Binanın rijitlik düzensizliği katsayısı
α_M	: Süneklilik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı

- α_s : Perde taban kesme kuvvetinin toplam taban kesme kuvvetine oranı
- Δ_i : Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
- $(\Delta_i)_{\max}$: 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
- ΣA : Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultudaki perdelerin en kesit alanları toplamı
- ΣA_k : Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel dolgu duvar alanları toplamı (boşluklar hariç)
- ΣA_w : Herhangi bir katta, kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamı

KISALTMALAR

DBYBHY 2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
EUROCODE 8	: Earthquake Resistant Design of Structures
NEHRP	: National Earthquake Hazards Reduction Programe
TS 500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Standardı
UBC	: Uniform Building Code

1.GİRİŞ

1.1 Konunun Tanımı ve Çalışmanın Amacı

Depremlerde meydana gelen yapısal hasarların önüne geçmek için depreme dayanıklı yapı tasarımı en önemli aşamadır. Deprem ve rüzgar gibi yatay yükler yapıların projelendirilmesinde daha çok önem kazanmaktadır. Bir yapı kolon ve kirişlerden meydana gelen çerçeve sistem olarak tasarlandığı gibi perde – çerçeve sistem şeklinde de tasarlanabilir. Kiriş ve kolonlar gerektiği gibi hesaplandığı takdirde düşey yükleri sorunsuzca taşıyabilmektedir. Ancak yatay yüklerin olumsuz etkilerini gidermek için perdelerin kullanılması gerekmektedir.

Bir taşıyıcı sistemin yüksekliğinin artması durumunda yatay yükler altında yatay yer değiştirmelerinin sınırlandırılmasında perdelerin kullanılması zorunlu olur. Bir yapıya uygun yerleştirilen perde duvarlar bu yapıya rijitlik, dayanım ve süneklilik gibi olumlu özellikler kazandırır. Ancak perdelerin uygun yerleştirilmemesinden kaynaklı yapıda burulma düzensizliği meydana gelir. Planda düzensizlik durumlarından biri olan burulma düzensizliği, herhangi bir katta en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeye oranı olarak hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı ile tanımlanır [1].

Düşey taşıyıcıların uygun yerleştirilmemesi, plan geometrisinin düzgün olmaması sonucu, kütle merkezi ile rijitlik merkezi birbirinden uzaklaşır. Bu durum binada ilave kesme etkilerine neden olan burulma düzensizliğini meydana getirir. [2].

Bu çalışmanın amacı, deprem perdesinin burulma oluşturacak şekilde yerleştirildiği binalarda zemin kat yüksekliğindeki artışın burulma düzensizliği üzerindeki etkisini incelemektir. Ayrıca kat adedi bir parametre olarak dikkate alınmıştır. Burulma düzensizliği olan bir binada zemin kat yüksekliğindeki artışın ve kat adedindeki artışın burulma düzensizliği üzerindeki etkisi sayısal yöntem kullanılarak incelenmiştir. Sayısal çalışmada İdeCAD-7 yapı analiz programı kullanılmıştır. Analiz mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Analiz neticesinde sistemlerin burulma düzensizlikleri elde edilmiştir. Burulma düzensizlikleri çalışmada kullanılarak tüm sistemler için grafik ortamında verilmiştir.

1.2 Literatür Araştırması

Planda düzensizlik durumlarından biri olan burulma düzensizliği durumu Türkiye’de yürürlükte olan deprem yönetmeliği ve diğer ülkelerin deprem yönetmeliklerinde en çok üzerinde durulan düzensizlik türü olarak dikkat çekmektedir. Deprem yönetmeliklerinde, burulma düzensizliği ile ilgili çok sayıda nümerik çalışma yapılmıştır

G. Özmen, [3] yayınladığı bir makalede burulma düzensizliği katsayısının maksimum değerde olabilmesi için, hem aks sayısının hem de kat sayısının düşük olması gerektiğini saptamıştır. Ayrıca çalışmada burulma düzensizliği değerinin perdelerin konumlarına göre değiştiğini de belirtmiştir. Çalışmada aşırı burulma yapan yapılar ile ilgili yönetmelik kuralları da irdelenmiştir.

Stonehouse, B. vd. [4] yaptıkları bir çalışmada, betonarme perdeli sistemlerin sismik etkilere dayanımını incelemişlerdir. Yatay kuvvetlere maruz kalan perdeli ve perdesiz yüksek katlı yapılarda oluşacak hasarların bulunması amaçlanmış ve burulma etkileri incelenmiştir.

Chandler, A. M. vd. [5] yaptıkları bir çalışmada burulmalı bir yapı üzerinde Eurocode 8’in burulma ile ilgili önerdiği koşulların yetersiz olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca tek katlı yapılar için, dışmerkezlilik hesabı ile ilgili yaklaşımda bulunmuşlardır.

Özmen vd. [6] tarafından yapı tipi farklı olan ve burulma düzensizliğine sahip yapılarda eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak elde edilen dinamik analiz sonucu iç kuvvetlerin karşılaştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda burulma düzensizliği katsayısı η_b ’nin 2 değerinin altında kaldığı, bu nedenle dinamik hesap için konulan sınır değer in aşağıya çekilmesi önerilmiştir.

Tezcan ve Alhan, [7] bir çalışmalarında bir yapıdaki perdelerin yerleşim yerinin değiştirilmesinin burulma düzensizliğini etkilediğini sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada 1, 5 ve 10 katlı yapılardaki burulma düzensizliği değeri incelenmiş ve η_b değerinin 2’ ye yaklaşmadığı aynı zamanda bu tip yapılarda yüksekliğin artması ile η_b değerinin düşük çıktığı sonucuna varılmıştır.

Döndüren vd. [8] yayınladıkları makalede yapılarda burulma düzensizliğini incelemişlerdir. Geometri ve rijitlik bakımından düzenli olan yapılarda da burulma düzensizliğinin meydana geldiğini ve bu durumun kenar aksların rijitliğinin düşük olmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Kenar akslardaki taşıyıcı elemanların boyutları büyütülerek burulma düzensizliğinin giderilebileceği sonucuna varmışlardır.

Kasap ve Özyurt [9], perde – çerçeve sistemli yapılarda perde en kesit şekli ve perde konumunun değişiminin, perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetindeki dağılımın etkisini araştırmıştır. Çalışmada perde tipinin kesme kuvveti üzerinde etkili olduğu ve T tipi yerine L tipi perde kullanımının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Sezer [10], hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde, burulma düzensizliğinin kat adetlerinin azalması ile arttığını saptamıştır.



2. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER VE YÖNETMELİKLERDE BURULMA DÜZENSİZLİĞİ

Betonarme yapıların hem düşey yükleri hem de yatay yükleri güvenle taşıması gerekir. Deprem ve rüzgar gibi yatay yükler, düşey yüklerden farklı özellikler gösterdiği için, yapının güvenliği için sistem davranışı ile ilgili konstrüktif kurallara uyulması gerekir.

2.1. Yapısal Düzensizlikler

Bir yapının taşıyıcı sisteminin düzenli veya düzensiz oluşu, yapının deprem altındaki davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Yapısal düzensizlikler; planda düzensizlikler (A türü) ve düşey doğrultuda düzensizlikler (B türü) olarak Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Yapısal Düzensizlikler [1].

Planda Düzensizlikler (A Türü)	Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları (B Türü)
(A1) - Burulma Düzensizliği	(B1) - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)
(A2)- Döşeme Süreksizlik Düzensizliği	(B2) - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)
(A3) – Planda Çıkıntılar Bulunması	(B3) – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Çalışmanın konusu olan burulma düzensizliği ve komşu katlar arası rijitlik düzensizliği detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1.1. (A1) - Burulma Düzensizliği:

Deprem yönetmelikleri incelendiğinde, yapısal düzensizlik durumlarından en çok dikkat çeken düzensizlik durumu burulma düzensizliğidir. Burulma düzensizliği, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir kattaki en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeye oranı olarak

tanımlanan Burulma Düzensizlik Katsayısı η_b 'nin 1.2 değerinden büyük olması durumudur.

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (2.1)$$

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} > 1.2 \quad (2.2)$$

Denklem (2.1)'de belirtilen;

(Δ_i) : Binanın i'nci katındaki görelî kat ötelemesi,

$(\Delta_i)_{max}$: Binanın i'nci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi,

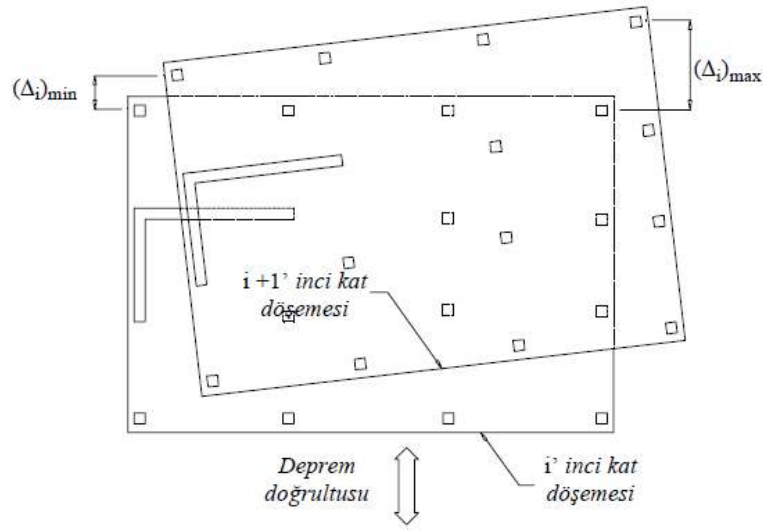
$(\Delta_i)_{min}$: Binanın i'nci katındaki minimum görelî kat ötelemesi,

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama görelî kat ötelemesidir.

Deprem Yönetmeliği'nde η_{bi} burulma düzensizliği katsayısının değerleri için şöyle yaptırımlar belirtilmiştir:

1. Burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 1,2 değerinden küçük olduğu takdirde, burulma etkilerinin yapı davranışına etkisi ihmal edilir.
2. Burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} $1,2 < \eta_{bi} \leq 2,0$ olması durumunda, katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü için kabul edilen $\pm\%5$ ek dışmerkezliğin;
 $D_i = (\eta_{bi} / 1,2)^2$ katsayısı ile artırılması öngörülür.
3. Burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 2'den büyük olması durumunda ise üç boyutlu dinamik hesap yapılmalıdır [1].

Deprem kuvvetinin etkisiyle bir yapıda Şekil 2.1'deki gibi burulma düzensizliği durumu meydana gelir.



Şekil 2.1. A1-Burulma düzensizliği durumu [1].

Bu düzensizlik türü, yatay kuvvetlerin etkidiği kat kütle merkezi ile kat rijitlik merkezinin birbirinden uzak olması ile daha belirgin hale gelir. Kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında eksantrisite olması durumunda ve yatay kuvvetlerin etkimesi ile kat düzeyinde burulma momenti meydana gelir. Kat düzeyindeki bu burulma momenti kolonlarda ek kesme kuvveti oluşturur. Bu durumun önlenmesi için kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yaklaşması ya da çakışması gerekmektedir [11].

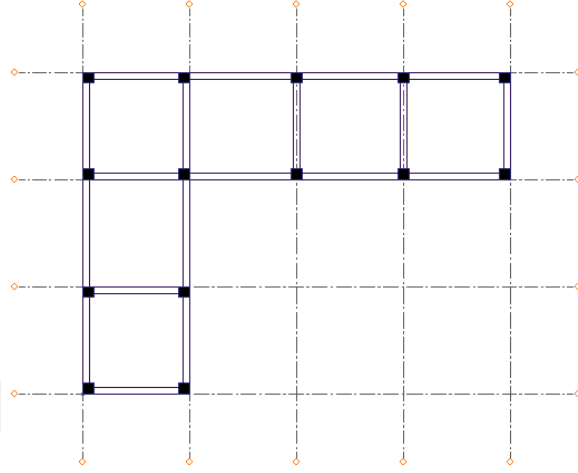
Burulma düzensizliğini etkileyen faktörlerin başında yapının rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmaması durumu ve plan geometrisinin uygun olmaması gelmektedir. Burulma yapan yapılar 4 sınıfa ayrılabilir [2].

2.1.1.1 Plan Geometrisi Bakımından Düzensiz Yapılar:

Geometrik bakımından düzensiz şekilde planlanan yapılar (L tipi, U tipi, V tipi) simetrik olmadığı için burulma düzensizliği meydana gelir. Geometrik bakımdan düzensiz olan yapılar dışında, burulma bakımından en elverişsiz durumdaki yapılarda bile burulma düzensizliği katsayısı η_b değeri ortalama 1.4 değerindedir.

Bu tür yapıların “zayıf ” akslarındaki taşıyıcı elemanlarda boyut artırılması ile burulma düzensizliği geniş ölçüde giderilebilir. Uygulamada görülen asimetrik yapılarda,

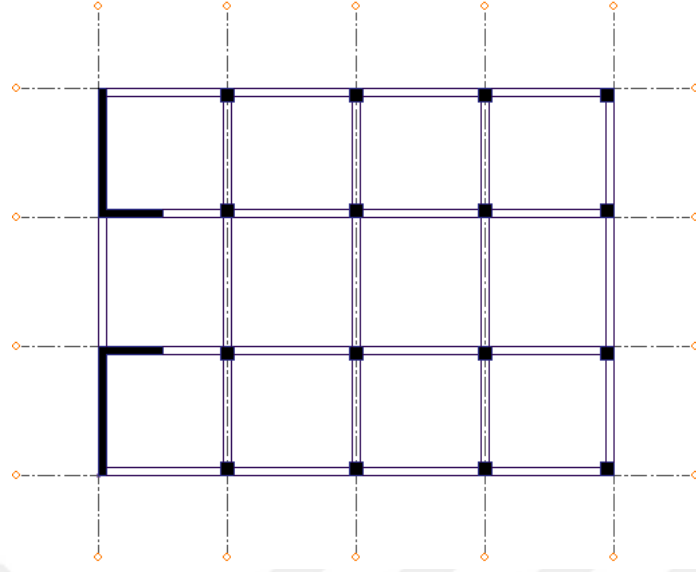
rijitik bakımından büyük bir düzensizlik olmaması halinde, burulma düzensizliği katsayısı makul düzeyde kalmaktadır [2]. Plan geometrisi bakımından düzensiz yapı planı Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Geometrik bakımdan düzensiz yapılar.

2.1.1.2 Rijitlik Dağılımı Bakımından Düzensiz Yapılar:

Bazı araştırmalar sonucu bu tür düzensiz yapılarda, burulma düzensizliğinin çok yüksek değerlerde olabildiği görülmektedir. Bu tür yapıların “zayıf” akslarındaki taşıyıcı elemanlarda yapılacak düzenlemeler ile burulma düzensizliği geniş ölçüde giderilmektedir. Özellikle en etkili yöntem zayıf akslara kısıtlı sayıda ve boyutta da olsa perdelerin yerleştirilmesidir. Kolon veya kiriş boyutlarının artırılması da burulma düzensizliğini az miktarda da olsa azaltma yönünde yararlı olacaktır [2]. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılara örnek yapı planı Şekil 2.3’te gösterilmiştir.

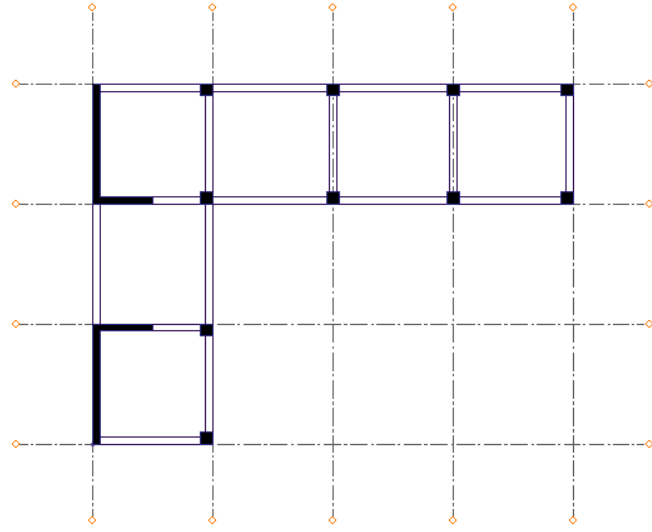


Şekil 2.3. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılar.

2.1.1.3 Geometri ve Rijitlik Bakımından Düzensiz Yapılar:

Geometri ve rijitlik bakımından düzensiz yapılar üzerinde yapılan çalışmalar şu şekilde sonuçlanmıştır:

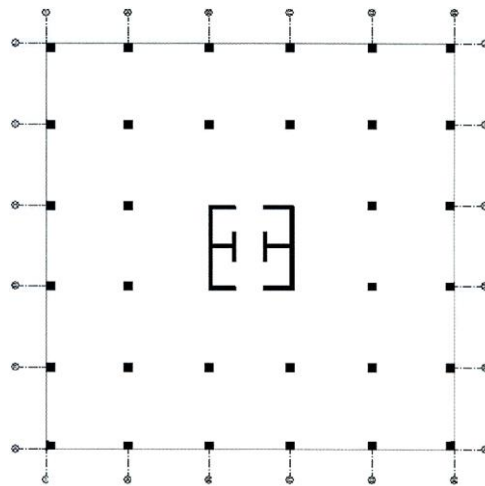
1. Bu yapıların davranış biçimleri, sadece rijitlik bakımından düzensiz olan yapılar ile paralel niteliktedir.
2. Burulma düzensizliğinin büyük olasılıkla sadece rijitlik dağılımının dengesiz olmasına bağlı sonucuna varılmaktadır.
3. Burulma düzensizliğini azaltmak için en etkili yol, “zayıf” akslara, kısıtlı sayı ve boyutta da olsa perdelerin yerleştirilmesidir [2]. Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılara örnek bir kat planı Şekil 2.4’te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından düzensiz yapılar.

2.1.1.4 Gizli Burulma Düzensizliği Olan Yapılar:

Gizli burulma düzensizliği adı verilen bu düzensizliğin sebebi, binanın kenar akslarındaki rijitliklerin düşük olmasıdır. Burulma düzensizliğini azaltmak için kenar aks rijitliklerini arttırmak gerekir. Ayrıca orta bölgelerdeki perde rijitliklerinin küçültülmesi ile de burulma düzensizliği azaltılabilmekte veya tümüyle giderilebilmektedir [2]. Gizli burulma düzensizliği görülen yapılara örnek bir kat planı Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Gizli burulma düzensizliği olan yapılar [12].

2.1.2 (B2) - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):

Betonarme yapılarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki görelî kat ötelemesine oranına bölünmesiyle tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumudur [1]. Denklem (2.3) ve (2.4) bu tanımlamanın formülize edilmiş halini göstermektedir.

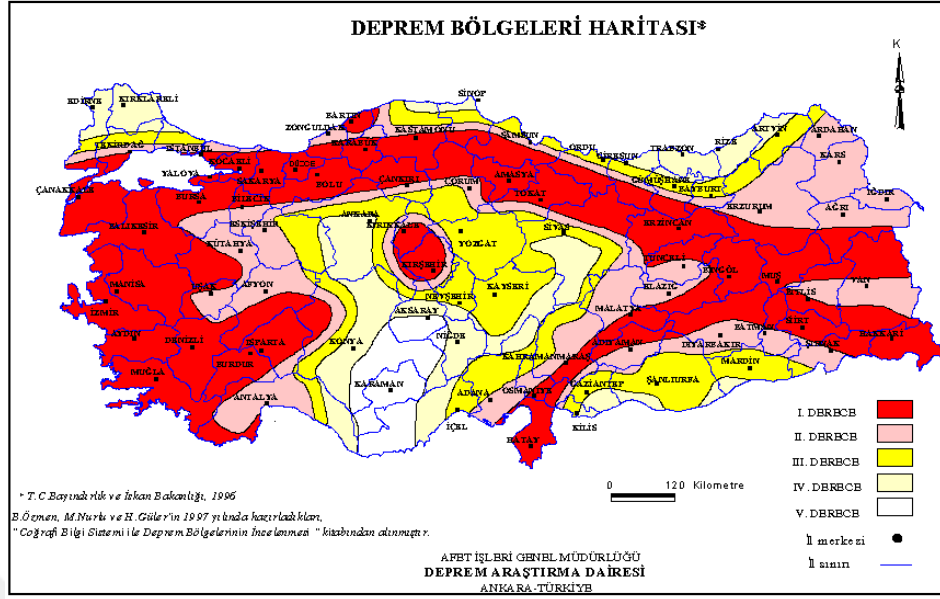
$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0 \quad (2.3)$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0 \quad (2.4)$$

Bu düzensizliğin yapıda oluşmaması için katlar arasında düşey taşıyıcı elemanların, kat yüksekliklerinin ve bölme duvarların mümkün olduğunca eşit yapılmasıyla mümkündür. Yumuşak kat düzensizliği ülkemizde iş yeri ve konut alanlarının aynı mahalde bulunması sonucu konutların zemin katları iş yeri olarak düzenlenerek bölme duvar bulunmazken üst katlarda konut olduğu için bölme duvarlar daha çok bulunması sonucu pek çok yapıda bu düzensizlik mevcuttur. Yapılarda proje aşamasında yumuşak kat düzensizliğinin bulunup bulunmadığı kontrol edilerek gerekli önlem alınmalıdır. Bu önlem söz konusu elemanların kesitlerinin artırılması yönünde olabileceği gibi kolon ve perdelerin donatılarının daha iyi bir davranış gösterecek şekilde düzenlenmesiyle de mümkündür.

2.2 Bazı Ülke Yönetmeliklerinde Burulma Düzensizliği Koşulları

Yapılarda depremden kaynaklı ortaya çıkan hasarlar, bu konuda bazı kuralların belirlenmesi gereğini düşündürmüştür. Depreme dayanıklı güvenli yapı tasarımı için deprem yönetmeliklerine ihtiyaç duyulmuştur. Ülkemizde de bu konuyu düzenleyen esaslar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007'de verilmiştir. Şekil 2.6'de ülkemizin deprem bölgeleri haritası verilmiştir.



Şekil 2.6. Deprem bölgeleri haritası [13].

Burulma düzensizliği, deprem etkisi ile yapıda meydana gelen yapısal düzensizliklerin başında gelir. Bu yüzden birçok farklı yönetmelik bu konu üzerine eğilmiştir. Farklı ülkelerde kullanılan yönetmeliklerde burulma düzensizliğine ait koşullar Tablo 2.2’de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Bazı ülke yönetmeliklerinde burulma düzensizliği koşulları

Amerika (UBC)	UBC’ ye göre herhangi bir katın burulma momenti doğrudan kat kesme kuvveti ile o seviyedeki dış merkezlik çarpılarak bulunur.
Eurocode 8	UBC, dış merkezliklerin hesabını görelî kat ötelenmelerine göre
Meksika (1995)	Kütle merkezini ek dışmerkezlik vererek kaydırmak ya da iç kuvvetleri bir büyütme katsayısı ile arttırmak şeklinde iki yöntem
NEHRP	Herhangi bir kattaki burulma burulma rijitliği dış merkezliği e_x , yapının dış merkezliğe paralel olan plan boyutunun %10’unu
Çin	Eksantrisitenin %10’unu aşmaması istenmektedir. Planda düzensiz yapılar için üç boyutlu analiz önerilmektedir.
Avustralya	Planda ve düşeyde düzensiz yapılar için dinamik hesap önerilmektedir.
Hindistan	Burulma etkilerini hesaba katmak için deprem yüklerinin %25 arttırılması önerilmektedir.
	Koşullar yatay burulmadan dolayı meydana çıkan kesme kuvvetindeki artışlar dikkate alınarak hazırlanmalıdır. Burulmalı

3. PERDE KONUMLARI, KAT ADETLERİ VE ZEMİN KAT YÜKSEKLİĞİ FARKLI OLAN BİNALARIN BURULMA DÜZENSİZLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Binalarda yatay yüklerin karşılanmasında perdelerin kullanılması önemli bir tasarım şeklidir. Perdeler, yüksek binalarda dayanım ve rijitliği artırır. Ancak perdelerin konumu bina rijitlik merkezinin belirlenmesinde etkilidir.

Çok katlı bir yapıda perde duvarların plandaki en ideal yerleşimi, her iki doğrultuda ve simetrik olacak şekilde tasarlanmaları olacaktır. Aksi durumda, depremin binanın güçlü olduğu doğrultuda etkimesi halinde, rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki mesafe artacak ve meydana gelecek burulmayı karşılayacak olan depreme dik yöndeki perdelerin etkisi azalacaktır [14].

Perdelerin plandaki konumu rijitlik merkezi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki mesafenin artışına bağlı olarak bir yapıdaki burulma düzensizliği değeri de artmaktadır.

Bu çalışmada, bina kat adetlerinin, perdelerin plandaki konumlarının ve zemin kat yüksekliğinin burulma düzensizliği katsayısına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Bu amaçla 32 adet bina tasarlanmış ve analiz sonuçlar karşılaştırılmıştır.

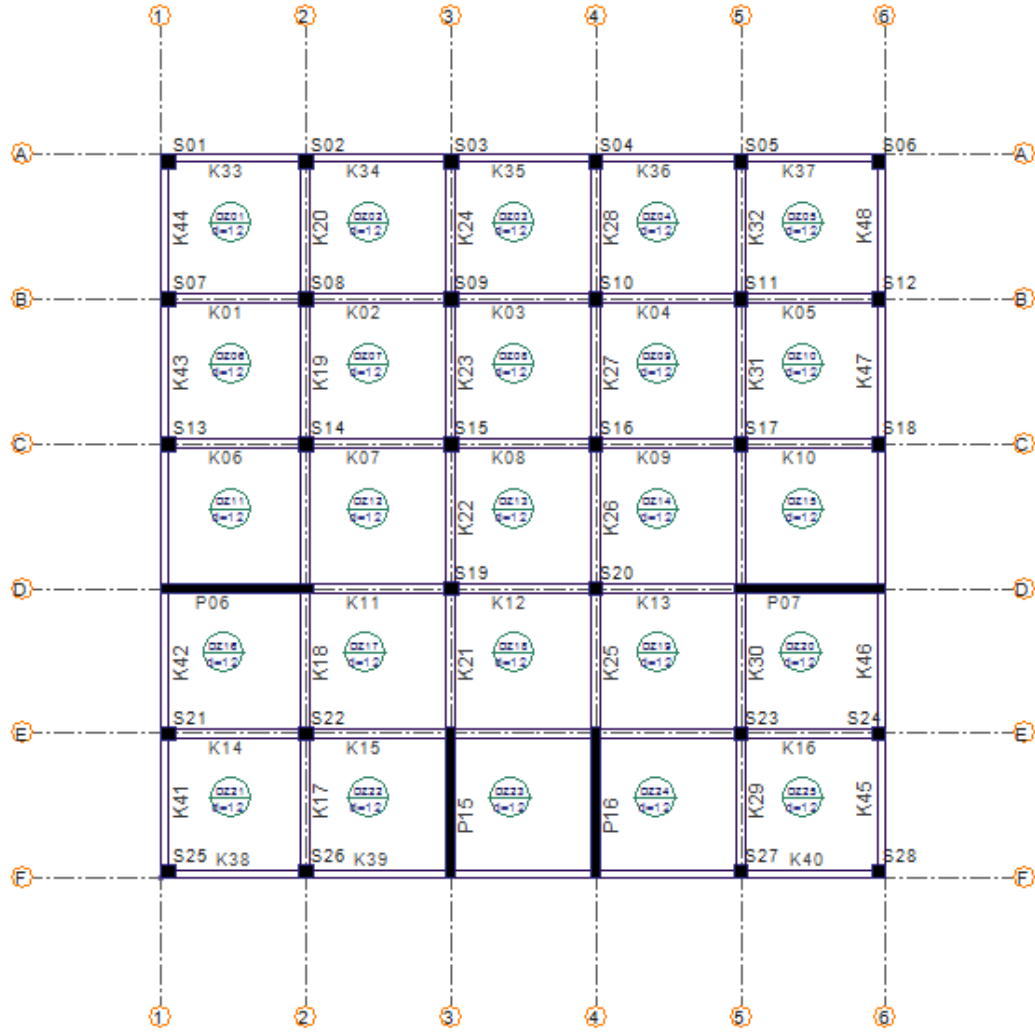
3.1 Yapı Modelleri ve Özellikleri

İncelenecek binalar, geometrik bakımdan simetrik taşıyıcı sistem (perdelerin yerleşimi) bakımından asimetrik ve 25 m × 25 m boyutlarında kare olarak tasarlanmıştır. Çalışmada kütle merkezine yakın seçilen bir referans sistem ve kütle merkezine uzak bir numune sistem seçilmiştir. Bu sistemler 5, 8, 11 ve 14 katlı olarak ve zemin kat yükseklikleri kendi içerisinde değişen 32 yapı modeli olarak tasarlanmıştır.

Perde konumundaki değişiklik dışında, kat adetlerinin artışının ve zemin kat yüksekliğindeki değişiminin burulma düzensizliği katsayısı η_b 'nin üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Parametrik araştırmalarda incelenen tipik yapı grupları (numune sistem ve referans sistem) perdeli ve çerçeveli olarak seçilmiştir. Bütün yapılar planda kare biçiminde olup 5×5 m²lik modüllerden oluşmaktadır.

Numune ve Referans olarak isimlendirilen iki farklı plan ele alınmıştır.

Tezin bu kısmından itibaren; taşıyıcı perdeleri A-A aksında konumlanan yapılar *Numune Sistem* olarak, taşıyıcı perdeleri D-D aksında konumlanan yapılar ise *Referans Sistem* olarak adlandırılacaktır. Bu tipik yapıların kat planları Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Referans sistem kat planı

Kat adetlerindeki artışın, η_{bi} katsayısı ile ilişkisinin belirlenebilmesi için, yapı modelleri 5, 8, 11, 14 katlı olarak projelendirilmiştir. Ayrıca zemin kat yüksekliğindeki artışın η_b ile ilişkisini incelemek için de zemin kat yükseklikleri 3 m, 3,5 m, 4 m ve 4,5 m olacak şekilde yapılandırılıp analiz edilmiştir. Bütün yapı gruplarına ait yapısal bilgiler ve karakteristikler Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Bütün binalara ait ortak yapısal bilgiler

Bütün binalara ait ortak yapısal bilgiler	
Beton sınıfı	C25
Donatı çeliği	S420
Kat yüksekliği (zemin kat hariç)	3.00 m
Zemin kat yüksekliği	3 m, 3,5 m, 4 m, 4,5 m
Kiriş boyutları	30 cm × 60 cm
Kolon boyutları	50 cm × 50 cm
Perde kalınlığı	30 cm
Döşeme kalınlığı	12 cm
Deprem bölgesi	1. Deprem Bölgesi
Yerel zemin sınıfı	Z3
Etkin yer ivme katsayısı	$A_0 = 0.40$
Bina önem katsayısı	$I = 1.00$
Spektrum karakteristik periyotları	$T_A = 0.15, T_B = 0.60$
R katsayısı	Başlangıç 7 seçildi. α_s oranına bağlı değişkenlik gösterdi.
Süneklik düzeyi	Yüksek
Kullanılan standartlar ve yönetmelikler	TS 500, DBYBHY 2007

3.2 Modellerin Analizi

Bu bölümde, ideCAD Statik 7 programı ile tasarlanmış yapı modellerin analizleri yapılmıştır.

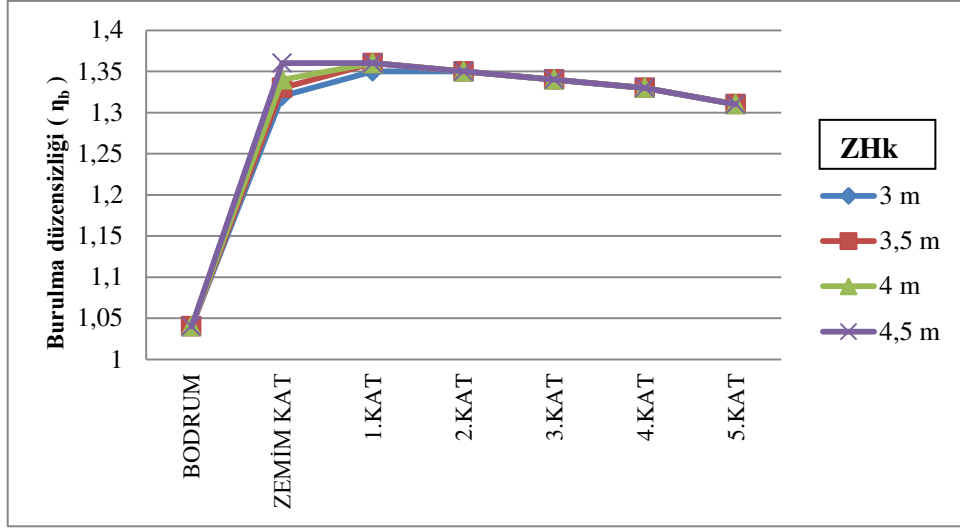
3.2.1 Burulma Düzensizliğinin Perde Konumuna Göre ve Zemin Kat Yüksekliğine Göre Değişimi

5, 8, 11 ve 14 katlı binalarda mevcut olan perdelerin konumlarının değişiminin burulma düzensizliğine etkisi numune ve referans sistem için ayrı ayrı incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

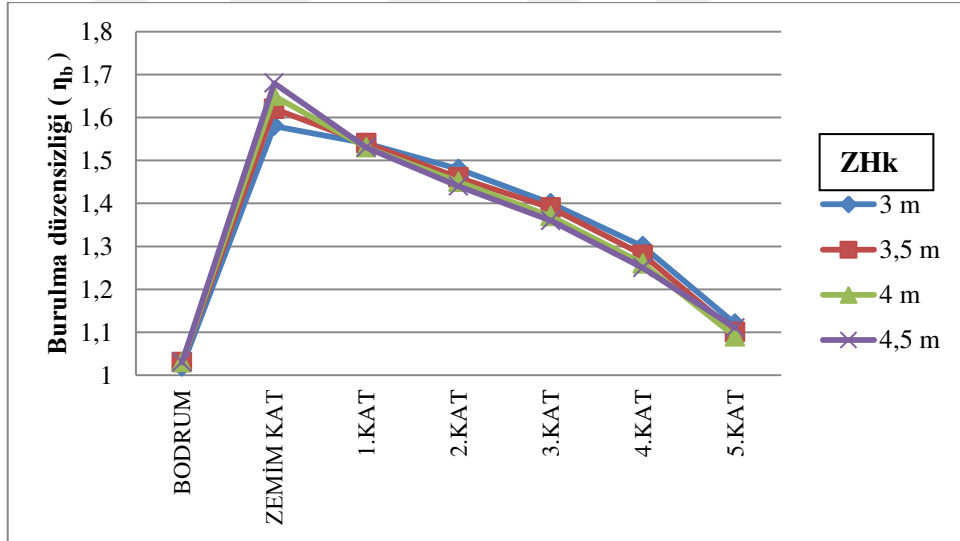
5, 8, 11 ve 14 katlı perde çerçeveli sistemlerin x ve y yönünde meydana gelen göreceli kat ötelenmesine bağlı burulma düzensizliği verileri Ekler bölümünde sunulmuştur. 5 katlı sisteme ait burulma düzensizliği değerleri Tablo 3.2’de ve burulma düzensizliğinin referans ve numune sisteme göre değişim grafikleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 ‘te belirtilmiştir.

Tablo 3.2. 5 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi

5 Katlı sistemde burulma düzensizliği (η_b)								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02	1,03	1,03	1,03
ZEMİN KAT	1,32	1,33	1,34	1,36	1,58	1,62	1,65	1,68
1.KAT	1,35	1,36	1,36	1,36	1,54	1,54	1,53	1,53
2.KAT	1,35	1,35	1,35	1,35	1,48	1,46	1,45	1,44
3.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,40	1,39	1,37	1,36
4.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,30	1,28	1,26	1,25
5.KAT	1,31	1,31	1,31	1,31	1,12	1,10	1,09	1,11



Şekil 3.3. 5 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi



Şekil 3.4.5 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi

DBYBHY 2007’ de de belirtildiği gibi η_b değeri 1,2’den büyük olduğu takdirde bir yapıda burulma düzensizliğinin varlığından söz edilmektedir. Bu bakımdan incelenen referans ve numune sistemlerin ikisinde de burulma düzensizliği meydana gelmiştir.

Zemin katın yüksekliğindeki değişime göre, referans ve numune sistemde ortak görülen durum, zemin kat yükseklikleri 3 m, 3,5 m, 4 m ve 4,5 m olarak tasarlanan binalarda en yüksek burulma düzensizliği katsayısının zemin kat yüksekliği 4,5 m olan binada görülmesidir. Bunun sebebi, binanın katları arasındaki rijitliğin farklı olmasıdır. Bir yapıya gelen deprem kuvveti döşeme hizasında tüm katlara etki etmektedir. Normalde

yapının yapacağı toplam deplasman kat yüksekliği boyunca bölüşülür. Fakat zemin kat yüksekliği, diğer katlara göre daha yüksek olan yapıların rijitliği az olduğu için daha fazla deplasman yapar. İncelenen her iki sistemde de zemin kat yüksekliği 4,5 m olan yapılarda rijitlik diğer katlara göre az olduğu için kat deplasmanları da bu katlarda daha fazla olmaktadır [15].

Zemin kat yüksekliğinin diğer katlara göre fazla olduğu durumda taban kesme kuvveti önemli oranda azalmaktadır. Dolayısıyla düşey elemanlar daha çok burulmaya maruz kalacak, buna bağlı olarak da burulma düzensizliği katsayısı değeri zemin kat yüksekliği 4,5 m olan yapılarda daha yüksek değer alacaktır.

Bir yapıdaki perdelerin konumu, burulma düzensizliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Burulma rijitliği perdenin plandaki konumuna göre değişir. Bu çalışmada perde duvarların dış aksta konumlandığı numune sistemin burulma düzensizliği değeri, perde duvarların iç aksta konumlandığı referans sistemden daha yüksek çıkmıştır. Referans sistemde 1.36 maksimum burulma düzensizliği değerine karşılık numune sistemde 1.68 maksimum burulma düzensizliği değeri oluşmuştur. Perdenin uygun yerleştirilmeyişinden dolayı burulma katsayısı değeri %19,05'lik bir değişim göstermiştir.

Perdelerin dış aksta olması buradaki rijitliği artırmaktadır, dolayısıyla numune sistemde iç aksların zayıf kalması ile meydana gelecek burulma düzensizliği değeri daha yüksek çıkmaktadır. Bu durum ile birlikte yapıdaki bütün kolon boyutlarının eşit olması da burulma düzensizliğini önemli derecede etkilemektedir denilebilir.

Özmen G., [3] burulma düzensizliğinin perdenin konumuna bağlı olarak değiştiğini öne sürdüğü bir çalışmada, perdelerin iç akslarda konumlandığı sistemlerde meydana gelen n_{bi} değerinin perdelerin dış aksta konumlandığı sistemlere göre daha yüksek değerlerde olduğu kanaatine varmıştır. Lakin çalışmadaki sistemde dış akstaki kolon boyutları iç akstaki kolon boyutlarından daha küçük olduğu için perdelerin iç aksta yerleştirildiği sistemin dış aks rijitliği daha az olduğu için bu sistemde n_{bi} değeri daha yüksek çıkmıştır. Çünkü dış aks rijitliğinin düşük olması burulma davranışını etkilemektedir.

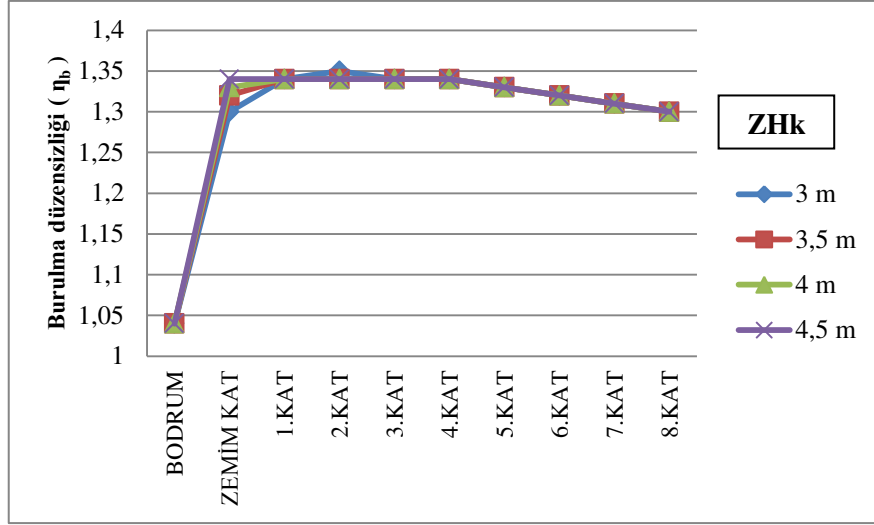
Kolon boyutlarının değişiminin numune ve referans sistemindeki burulma düzensizliğine etkisini öğrenmek adına, kolon boyutları dış akslarda kare, iç akslarda ise kare ve dikdörtgen olarak, aynı zamanda iç aks kolonlarının boyutları dış akstaki kolonlara oranla daha büyük ebatlarda seçilerek sistemler analiz edildi.

Buna göre; kolon boyutlarının dış aksta 30 cm × 30 cm ebatlarında, iç akslarda ise 50 cm × 50 cm ebatlarında seçildiği sistemlerde, tüm kolonların 50 cm × 50 cm seçildiği sistemlerin tersi bir durum gözlenmiştir. Analiz sonucunda referans olarak seçilen sistemlerde daha yüksek burulma düzensizliği değerleri ile karşılaşılmıştır. Bu durumun sebebi dış aks rijitliğinin düşük olmasıdır. Ayrıca dış aks kolonlarının 30 cm × 30 cm boyutunda iç aks kolonlarının ise 60 cm × 40 cm boyutunda seçilmesiyle, burulma düzensizliği değerinin referans sistemlerde, numune sisteme göre daha yüksek değerde çıkmıştır. Başka bir ifade ile iç aks kolonlarının kare veya dikdörtgen oluşunun yanında dış aks kolonlarından daha büyük boyutlarda seçilmesi referans sistemde daha yüksek burulma düzensizliği değerine ulaşıldığını da göstermiştir.

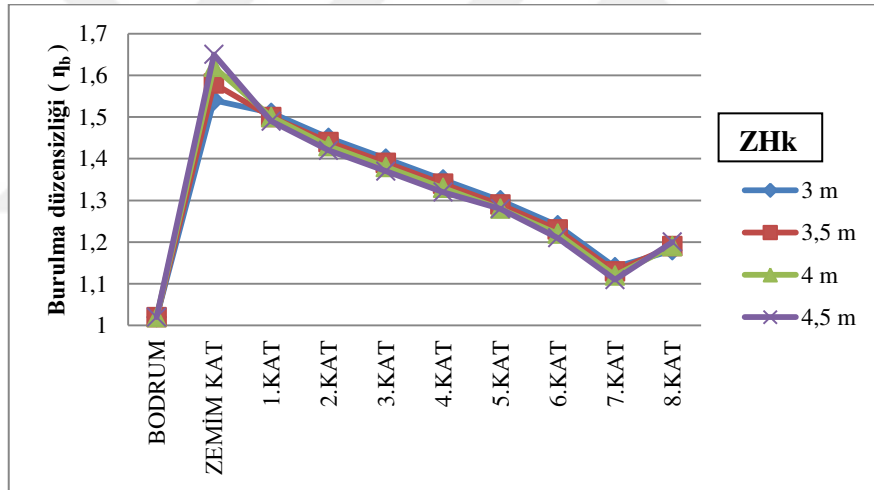
8 katlı referans ve numune sisteme ait burulma düzensizliği değerleri Tablo 3.3'te belirtilmiştir.

Tablo 3.3. 8 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi

8 Katlı sistemde burulma düzensizliği (η_b)								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02
ZEMİN KAT	1,30	1,32	1,33	1,34	1,54	1,58	1,62	1,65
1.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,51	1,50	1,50	1,49
2.KAT	1,35	1,34	1,34	1,34	1,45	1,44	1,43	1,42
3.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,40	1,39	1,38	1,37
4.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,35	1,34	1,33	1,32
5.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,30	1,29	1,28	1,28
6.KAT	1,32	1,32	1,32	1,32	1,24	1,23	1,22	1,21
7.KAT	1,31	1,31	1,31	1,31	1,14	1,13	1,12	1,11
8.KAT	1,30	1,30	1,30	1,30	1,18	1,19	1,19	1,20



Şekil 3.5. 8 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi



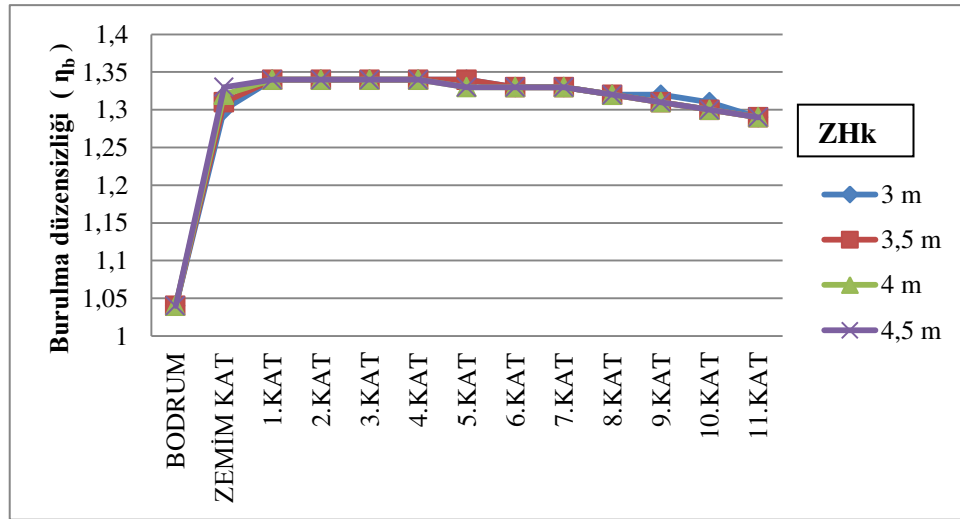
Şekil 3.6. 8 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi

8 katlı sistemler incelendiğinde, referans ve numune sistemde görülen burulma düzensizliği değerleri, zemin kat yüksekliğindeki değişime göre ve perde konumu bakımından 5 katlı sistemle benzerlik göstermektedir. Numune sistemde maksimum η_b değeri 1,65 değerine karşılık referans sistemde maksimum η_b değeri 1,34 olarak görülmüştür. Yani maksimum burulma düzensizliği katsayısına numune sistemde karşılaşmaktayız. Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 incelendiğinde bu değerlerin zemin kat yüksekliği 4,5 m olan sistemde meydana geldiği gözlenmiştir.

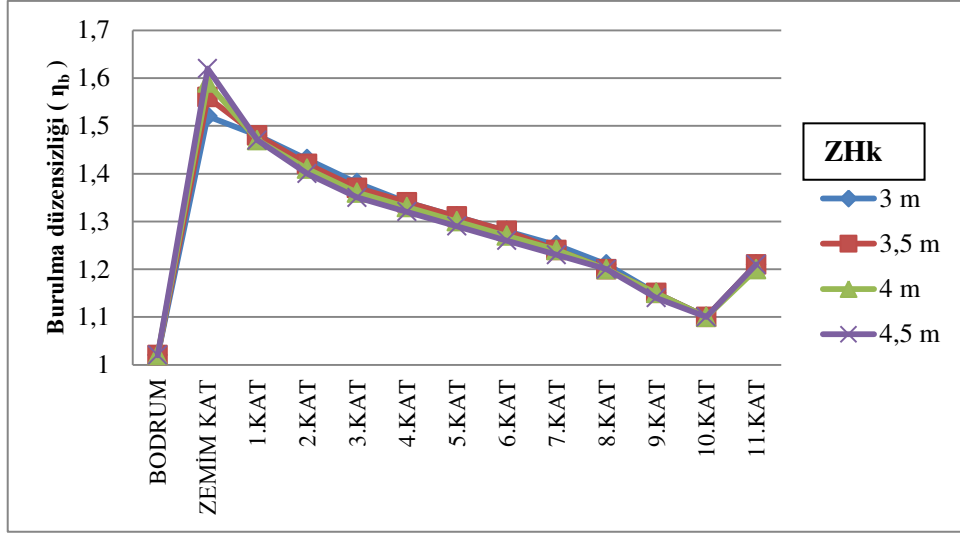
11 katlı sisteme ait burulma düzensizliği değerleri Tablo 3.4'te ve burulma düzensizliğinin referans ve numune sisteme göre değişim grafikleri Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 'de belirtilmiştir.

Tablo 3.4. 11 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi

11 Katlı sistemde burulma düzensizliği (η_b)								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	1,04	1,04	1,04	1,04	1,02	1,02	1,02	1,02
ZEMİN KAT	1,30	1,31	1,32	1,33	1,52	1,56	1,59	1,62
1.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,48	1,48	1,47	1,47
2.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,43	1,42	1,41	1,40
3.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,38	1,37	1,36	1,35
4.KAT	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,33	1,32
5.KAT	1,34	1,34	1,33	1,33	1,31	1,31	1,30	1,29
6.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,28	1,28	1,27	1,26
7.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,25	1,24	1,24	1,23
8.KAT	1,32	1,32	1,32	1,32	1,21	1,20	1,20	1,20
9.KAT	1,32	1,31	1,31	1,31	1,15	1,15	1,15	1,14
10.KAT	1,31	1,30	1,30	1,30	1,10	1,10	1,10	1,10
11.KAT	1,29	1,29	1,29	1,29	1,21	1,21	1,20	1,21



Şekil 3.7.11 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi



Şekil 3.8. 11 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi

Numune sistemde maksimum η_b değeri 1,62 değerine karşılık referans sistemde maksimum η_b değeri 1,34 olarak görülmüştür. 5 ve 8 katlı sistemlerde görüldüğü gibi 11 katlı sistemde de maksimum burulma düzensizliği katsayısına numune sistemde karşılaşmaktayız. Fakat kat adedi arttıkça maksimum burulma düzensizliği katsayısı değerinin düştüğü görülmüştür. Burulma düzensizliği değerinin kat adetlerinin farklılığına bağlı olarak değişimi bir sonraki bölümde belirtilmiştir.

14 katlı sisteme ait burulma düzensizliği değerleri Tablo 3.5'te ve burulma düzensizliğinin referans ve numune sisteme göre değişim grafikleri Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 'da belirtilmiştir

Tablo 3.5. 14 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi

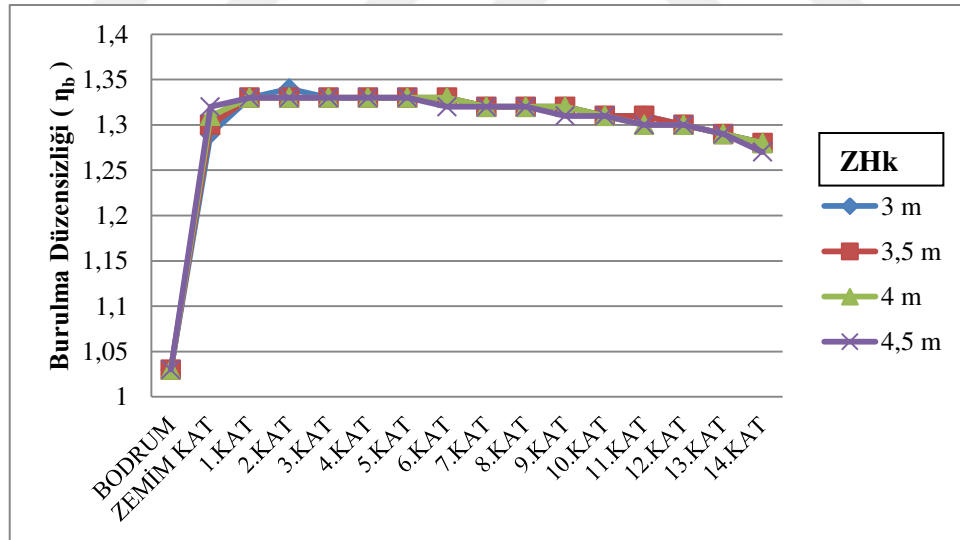
14 Katlı sistemde burulma düzensizliği (η_b)								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	1,03	1,03	1,03	1,03	1,01	1,02	1,02	1,02
ZEMİN KAT	1,29	1,30	1,31	1,32	1,50	1,54	1,58	1,61
1.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,47	1,46	1,46	1,45
2.KAT	1,34	1,33	1,33	1,33	1,41	1,40	1,39	1,38
3.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,36	1,35	1,35	1,34
4.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,32	1,31	1,31
5.KAT	1,33	1,33	1,33	1,33	1,30	1,29	1,29	1,28
6.KAT	1,33	1,33	1,33	1,32	1,28	1,27	1,27	1,26

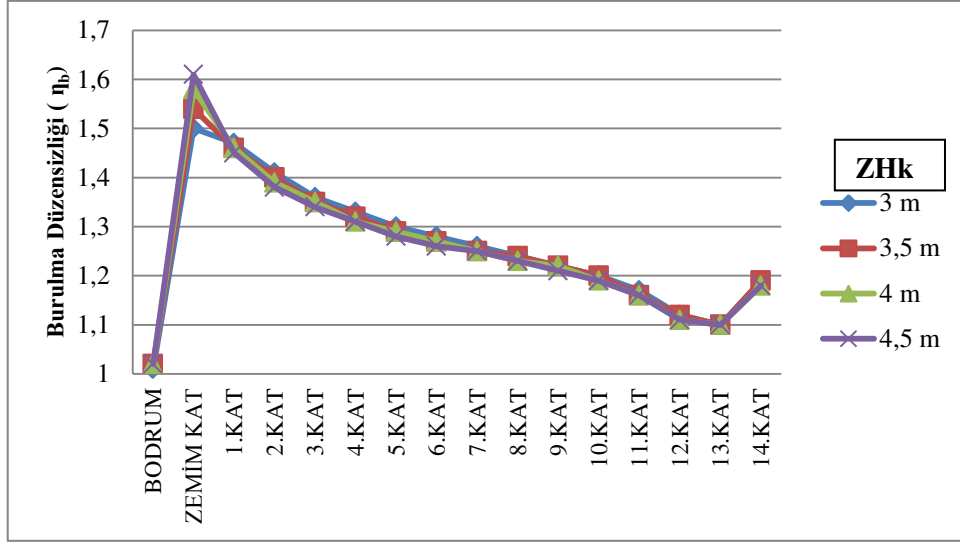
Tablo 3.5.(Devamı) 14 katlı sistemde burulma düzensizliği değerlerinin değişimi

7.KAT	1,32	1,32	1,32	1,32	1,26	1,25	1,2	1,25
8.KAT	1,32	1,32	1,32	1,32	1,24	1,24	1,23	1,23
9.KAT	1,32	1,32	1,32	1,31	1,22	1,22	1,22	1,21
10.KAT	1,31	1,31	1,31	1,31	1,20	1,20	1,19	1,19
11.KAT	1,31	1,31	1,30	1,30	1,17	1,16	1,16	1,16
12.KAT	1,30	1,30	1,30	1,30	1,12	1,12	1,11	1,11
13.KAT	1,29	1,29	1,29	1,29	1,10	1,10	1,10	1,10
14.KAT	1,28	1,28	1,28	1,27	1,19	1,19	1,18	1,18

Tablo 3.5'te belirtildiği gibi 14 katlı sistemlerde maksimum burulma düzensizliği değeri, zemin kat yüksekliği 4,5 m olan numune sistemde görülmüştür. 5, 8 ve 11 katlı sistemlerle benzer durumlar meydana gelmiştir.

5, 8, 11 ve 14 katlı sistemler incelendiğinde, perde konumundan dolayı numune sistemde meydana gelen burulma düzensizliği, referans sisteme göre daha yüksek değerlerde çıkmıştır.

**Şekil 3.9.** 14 katlı referans sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi



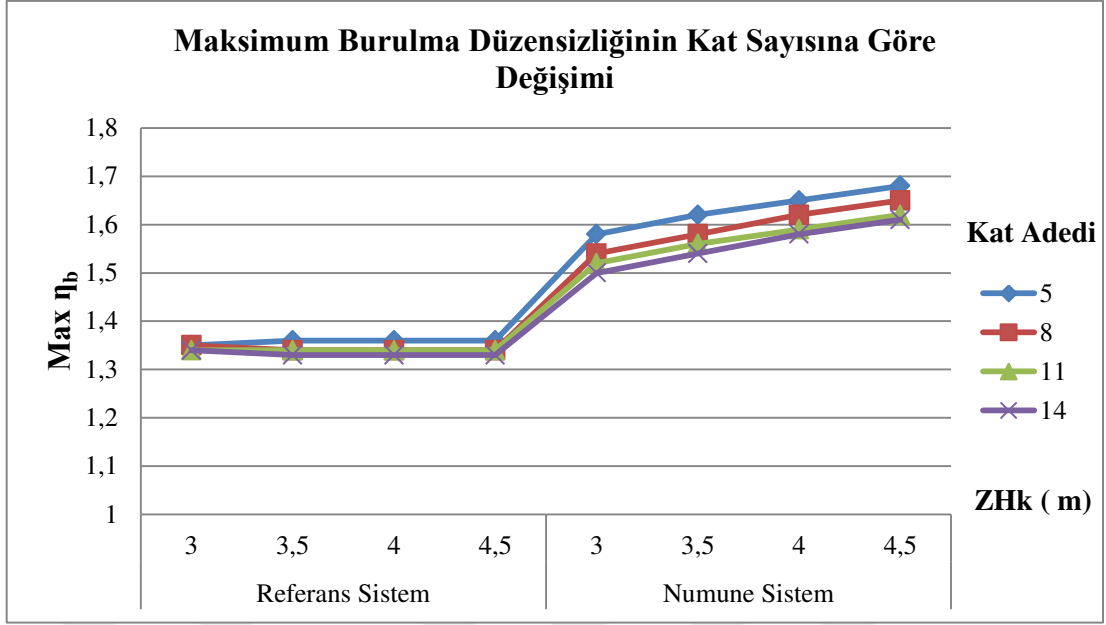
Şekil 3.10. 14 katlı numune sistemde burulma düzensizliğinin zemin kat yüksekliğine göre değişimi

3.3.2 Burulma Düzensizliğinin Kat Adedine Göre Değişimi

Burulma düzensizliği katsayısının kat adedine göre değişimini incelemek amacıyla 5, 8, 11 ve 14 katlı tipik yapılar tasarlanmıştır. Perdelerin plandaki konumuna ve zemin kat yüksekliğindeki değişime bakılmaksızın tüm sistemler incelendiğinde maksimum burulma düzensizliği değerine 5 katlı sistemde karşılaşılmıştır. 14 katlı sistemden 5 katlı sisteme doğru gidildikçe burulma düzensizliği katsayısında artış meydana gelmiştir. Tablo 3.6'da ve Şekil 3.11'de maksimum burulma değerlerinin kat sayısına göre değişimi tablo ve grafik şeklinde gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Kat adetlerine göre burulma düzensizliği değerleri

Maksimum burulma düzensizliği ($\max \eta_b$)								
(ZHk (m))	Referans Sistem				Numune Sistem			
Kat Adedi	3	3,5	4	4,5	3	3,5	4	4,5
5	1,35	1,36	1,36	1,36	1,58	1,62	1,65	1,68
8	1,35	1,34	1,34	1,34	1,54	1,58	1,62	1,65
11	1,34	1,34	1,34	1,34	1,52	1,56	1,59	1,62
14	1,34	1,33	1,33	1,33	1,50	1,54	1,58	1,61



Şekil 3.11. Max η_b değerlerinin kat sayısına göre değişim diyagramı

İncelenen yapılarda, kat sayısı azaldıkça burulma düzensizliği katsayısının arttığı görülmektedir. Az katlı yapılarda maksimum burulma düzensizliği değerlerinin görülmesinin sebebi, gerektiğinden büyük dolayısıyla daha rijit perdelerin kullanılmasıdır denilebilir [3].

Perde alanlarının az katlı yapılar için gerekli görülen değerlerden daha yüksek seçilmesi burulma düzensizliği katsayısını artırmaktadır. Perdelerin yapılarda yatay yükleri karşılamada olumlu etkisi yadsınamaz, ancak yüksek oranda ve olumsuz konumda olmaları da burulma düzensizliğini artırmaktadır [3].

3.3.3 Tipik Yapılarda Görelî Kat Ötelemesi ve Burulma Düzensizliği Değerlerinin Karşılaştırılması

Yapılarda, herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelenmesi, Δ_i , denklem (3.1) ile elde edilmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de gösterilen d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ’nci ve $(i-1)$ ’inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i ’nci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi δ_i , denklem (3.2) ile elde edilmektedir. Etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$; $(\delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamak zorundadır [1].

$$\delta_i = R \cdot \Delta_i \quad (3.2)$$

2007 Deprem Yönetmeliğinde; yukarıda belirtilen koşullar sağlanmadığı takdirde, taşıyıcı sistemin büyük hasar görebileceği belirtilmektedir. Bir yapının yatay ötelenme rijitliği küçük ise, deprem kuvveti altında büyük ötelenmeler yapar. Görelî kat ötelenmelerinin büyük olması sonucu, yapıda ikinci mertebe momentleri meydana gelmektedir. Bu durum, bir yapının deprem davranışını olumsuz etkilemektedir [16].

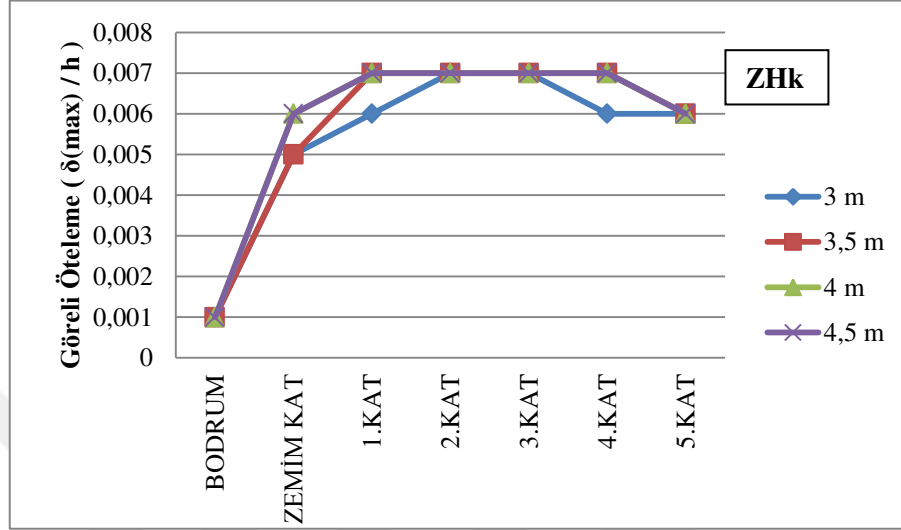
Bu çalışmada, tüm sistemler incelendiğinde katlarda meydana gelen görelî kat öteleme değerleri, TDY 2007’de gösterilen değerlerin altında kalmaktadır.

Ancak herhangi bir kattaki burulma düzensizliğinin artışına bağlı olarak görelî kat ötelemeleri de artış göstermektedir. 5 katlı sistemde meydana gelen görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi Tablo 3.7, Şekil 3.12 ve Şekil 3.13’te gösterilmiştir.

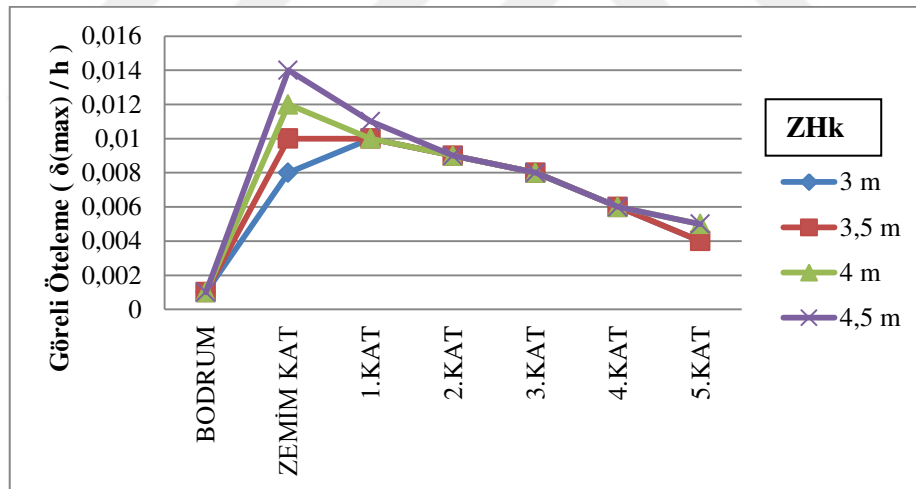
Tablo 3.7. 5 katlı sistemde görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi

5 Katlı sistemin görelî kat ötelemesi $\frac{\delta_i (\max)}{h}$								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
ZEMİN KAT	0,005	0,005	0,006	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014
1.KAT	0,006	0,007	0,007	0,007	0,010	0,010	0,010	0,011
2.KAT	0,007	0,007	0,007	0,007	0,009	0,009	0,009	0,009
3.KAT	0,007	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008
4.KAT	0,006	0,007	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006
5.KAT	0,006	0,006	0,006	0,006	0,004	0,004	0,005	0,005

Tipik yapılar incelendiğinde maksimum η_b değerlerine numune sistemde meydana geldiği daha önce belirtilmişti. Burulma düzensizliğine bağlı olarak maksimum görelî kat ötelenmelerin de numune sistemde meydana geldiği söylenebilir.



Şekil 3.12. 5 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi



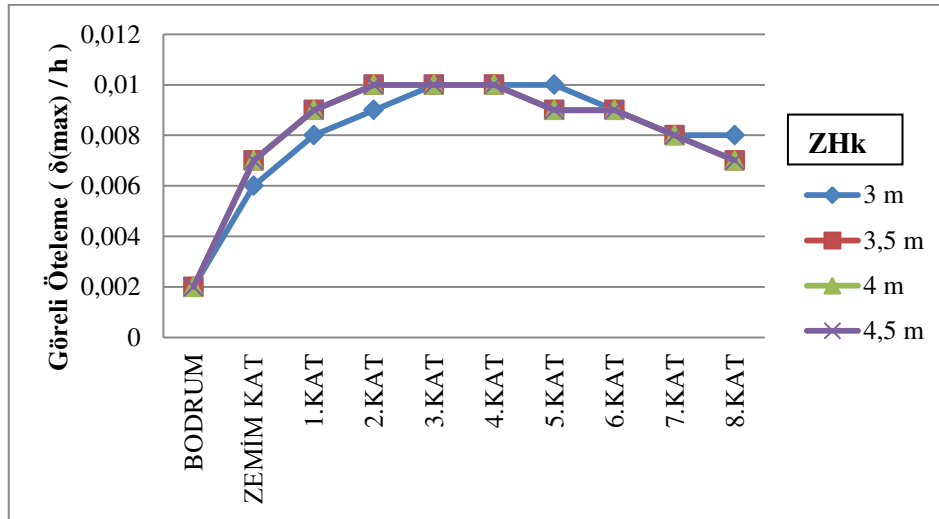
Şekil 3.13. 5 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi

Referans ve numune sistem görelî kat öteleme bakımından karşılaştırıldığında maksimum görelî kat ötelemesi değeri numune sistemin zemin katında görülmektedir. Özellikle zemin kat yüksekliği 4,5 m olan binada görülen görelî kat ötelemesi diğer katlara göre en yüksek değerdedir. Bunun sebebi kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasına bağlı kat deplasmanının artmasıdır.

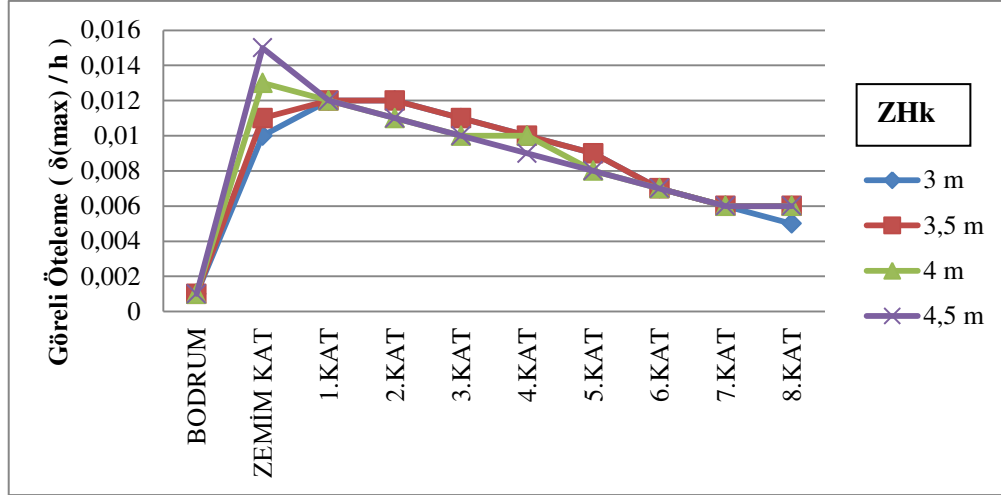
8 katlı sistemde meydana gelen görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değışimi Tablo 3.8, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'te gösterilmiştir.

Tablo 3.8. 8 katlı sistemde görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değışimi

8 Katlı sistemin görelî kat ötelemesi $\frac{\delta_i(\max)}{h}$								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
ZEMİN KAT	0,006	0,007	0,007	0,007	0,010	0,011	0,013	0,015
1.KAT	0,008	0,009	0,009	0,009	0,012	0,012	0,012	0,012
2.KAT	0,009	0,010	0,010	0,010	0,012	0,012	0,011	0,011
3.KAT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,010	0,010
4.KAT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,009
5.KAT	0,010	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008
6.KAT	0,009	0,009	0,009	0,009	0,007	0,007	0,007	0,007
7.KAT	0,008	0,008	0,008	0,008	0,006	0,006	0,006	0,006
8.KAT	0,008	0,007	0,007	0,007	0,005	0,006	0,006	0,006



Şekil 3.14. 8 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi

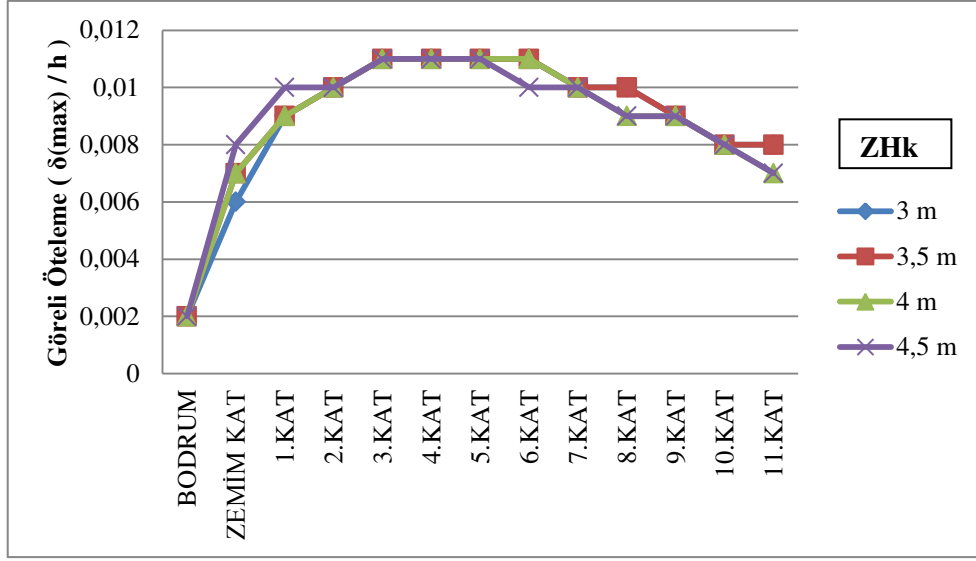


Şekil 3.15. 8 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi

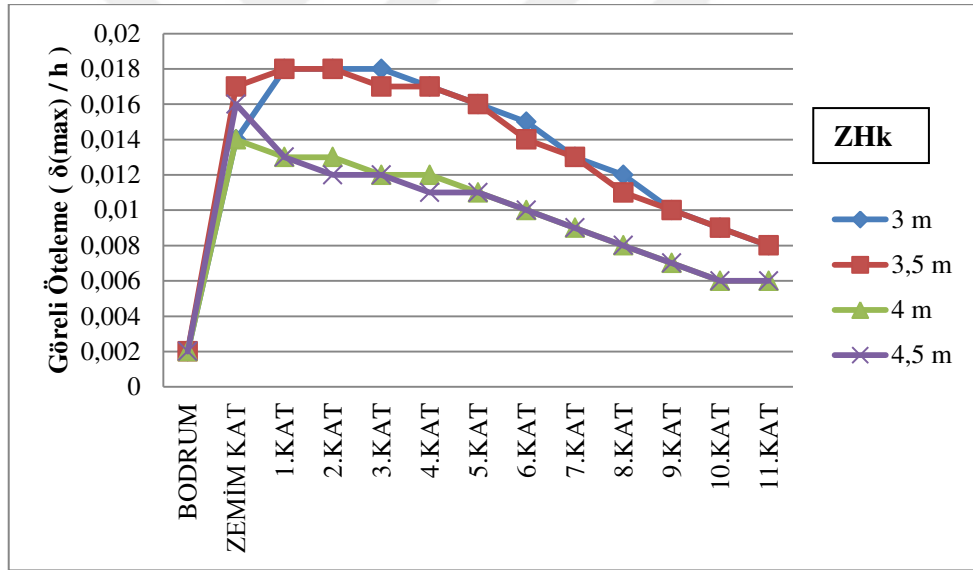
11 katlı sistemde meydana gelen görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi Tablo 3.9, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17’de gösterilmiştir.

Tablo 3.9. 11 katlı sistemde görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi

11 Katlı sistemin görelî kat ötelemesi $\frac{\delta_i(\max)}{h}$								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
ZEMİN KAT	0,006	0,007	0,007	0,008	0,014	0,017	0,014	0,016
1.KAT	0,009	0,009	0,009	0,010	0,018	0,018	0,013	0,013
2.KAT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,018	0,018	0,013	0,012
3.KAT	0,011	0,011	0,011	0,011	0,018	0,017	0,012	0,012
4.KAT	0,011	0,011	0,011	0,011	0,017	0,017	0,012	0,011
5.KAT	0,011	0,011	0,011	0,011	0,016	0,016	0,011	0,011
6.KAT	0,011	0,011	0,011	0,010	0,015	0,014	0,010	0,010
7.KAT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,013	0,013	0,009	0,009
8.KAT	0,010	0,010	0,009	0,009	0,012	0,011	0,008	0,008
9.KAT	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,007	0,007
10.KAT	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,006	0,006
11.KAT	0,008	0,008	0,007	0,007	0,008	0,008	0,006	0,006



Şekil 3.16. 11 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi

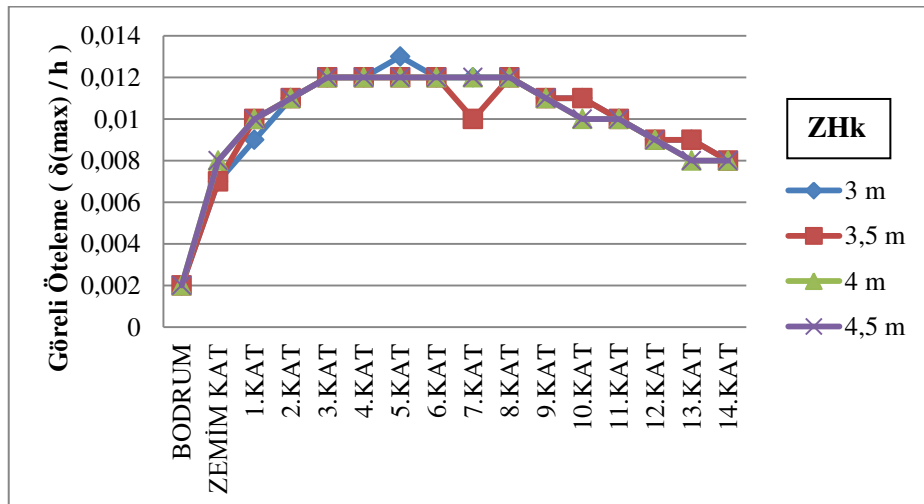


Şekil 3.17. 11 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi

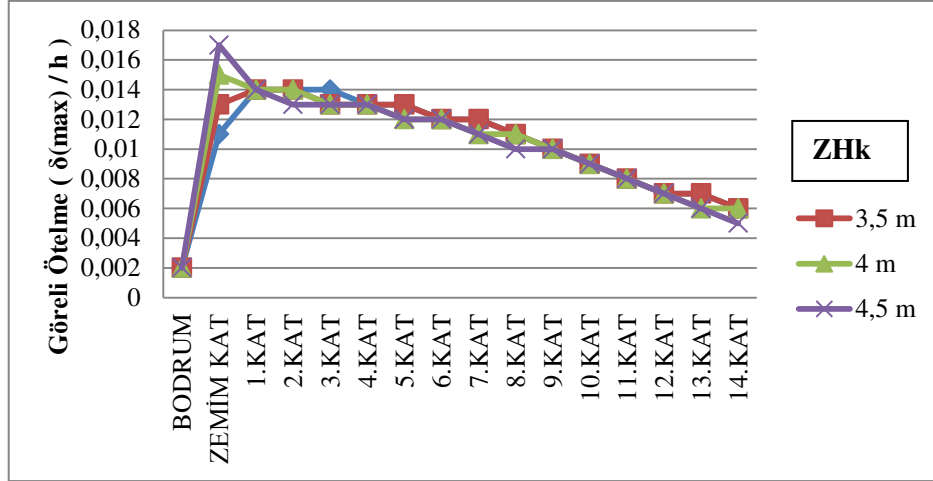
14 katlı sistemde meydana gelen görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değişimi Tablo 3.10, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’da gösterilmiştir.

Tablo 3.10. 14 katlı sistemde görelî kat ötelemesinin referans ve numune sisteme göre değışimi

14 Katlı sistemin görelî kat ötelemesi $\frac{\delta_i(\max)}{h}$								
	Referans sistem				Numune sistem			
KAT	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m
BODRUM	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
ZEMİN KAT	0,007	0,007	0,008	0,008	0,011	0,013	0,015	0,017
1.KAT	0,009	0,010	0,010	0,010	0,014	0,014	0,014	0,014
2.KAT	0,011	0,011	0,011	0,011	0,014	0,014	0,014	0,013
3.KAT	0,012	0,012	0,012	0,012	0,014	0,013	0,013	0,013
4.KAT	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,013
5.KAT	0,013	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,012	0,012
6.KAT	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
7.KAT	0,012	0,01	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011	0,011
8.KAT	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011	0,011	0,011	0,010
9.KAT	0,011	0,011	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010
10.KAT	0,011	0,011	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,009
11.KAT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,008	0,008	0,008	0,008
12.KAT	0,009	0,009	0,009	0,009	0,007	0,007	0,007	0,007
13.KAT	0,009	0,009	0,008	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006
14.KAT	0,008	0,008	0,008	0,008	0,006	0,006	0,006	0,005



Şekil 3.18. 14 katlı referans sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değışimi



Şekil 3.19. 14 katlı numune sistemde görelî ötelemelerin katlara göre değişimi

5, 8, 11 ve 14 katlı sistemlerin tümü incelendiğinde maksimum görelî kat ötelemesi değerine numune sistemde karşılaşılmıştır. Bir binada oluşabilecek ek burulma momentinin etkisini azaltmak ve görelî kat yer değiştirmelerini sınırlandırmak için rijitlik merkezi ile kütle merkezini birbirine yaklaştırmak uygun bir çözüm olacaktır [17].

3.3.4 Yapı Modellerinde Meydana Gelen Taban Kesme Kuvvetleri

Çalışmanın bu bölümünde tüm yapı tiplerinde meydana gelen taban kesme kuvvetleri gösterilmiştir. Perde – çerçeve yapılarında perde konumunun taban kesme kuvvetleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 5, 8, 11 ve 14 katlı yapılara ait taban kesme kuvvetleri sırasıyla Tablo 3.11, Tablo 3.12, Tablo 3.13 ve Tablo 3.14’te belirtilmiştir.

Tablo 3.11. 5 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı

5 Katlı sistemde taban kesme kuvvetleri						
	Referans Sistem			Numune Sistem		
ZHk (m)	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]
3	4098.10	485.44	485.44	5461.64	685.25	685.25
3,5	4098.10	485.44	485.44	3862.72	456.83	456.83
4	4131.35	490.19	490.19	3895.97	461.58	461.58
4,5	4131.35	490.19	490.19	3912.60	463.96	463.96

Tablo 3.12. 8 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı

8 Katlı sistemde taban kesme kuvvetleri						
	Referans Sistem			Numune Sistem		
ZHk (m)	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]
3	5797.14	574.36	598.84	5461.64	524.71	593.33
3,5	5797.14	574.36	598.84	5478.26	512.04	583.13
4	5830.39	552.29	578.30	5494.89	497.95	573.12
4,5	5847.02	540.34	568.20	5511.51	482.56	563.15

Tablo 3.13. 11 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı

11 Katlı sistemde taban kesme kuvvetleri						
	Referans Sistem			Numune Sistem		
ZHk (m)	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]
3	7074.23	595.48	638.05	7060.55	756.83	838.00
3,5	7090.86	561.52	584.49	7077.18	743.21	827.06
4	7107.48	553.48	576.83	7077.18	526.25	595.19
4,5	7124.11	545.01	569.14	7110.43	513.93	587.21

Tablo 3.14. 14 katlı sistemin zemin kat yüksekliğine göre taban kesme kuvveti dağılımı

14 Katlı sistemde taban kesme kuvvetleri						
	Referans Sistem			Numune Sistem		
ZHk (m)	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]	W [t]	Vtx [t]	Vty [t]
3	8673.15	577.33	598.28	8659.47	563.95	616.62
3,5	8673.15	577.33	598.28	8676.09	555.90	610.14
4	8706.40	564.75	585.74	8676.09	555.90	610.14
4,5	8723.02	564.58	579.41	8709.34	536.61	597.10

Tablolar incelendiğinde zemin kat yüksekliği arttıkça yapıda oluşan taban kesme kuvveti azalmaktadır. Her sistem kendi içinde analiz edildiğinde en az taban kesme kuvveti zemin kat yüksekliğinin 4,5 m olduğu sistemlerde görülmektedir. Taban kesme kuvvetinin azalması, sistemde daha küçük plastik kesitlerin oluştuğunu ve yapının karşılayabileceği deprem yükü değerinin azaldığını göstermektedir.

3.3.5 S21 ve S25 Kolonlarında Meydana Gelen Kesme Kuvvetinin Perde Konumuna Göre Karşılaştırılması

Bir yapıda taşıyıcı elman olarak bulunan kolonlarda enine donatı hesabında esas alınacak kesme kuvveti, V_e ile gösterilmektedir [1]. Kolonlarda kesme kuvveti sonucu oluşan eğik basınç gerilmelerinin oluşturabileceği gevrek güç tükenmesinin önlenmesi amacıyla, tasarım kesme kuvveti denklem (3.3)'te belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.

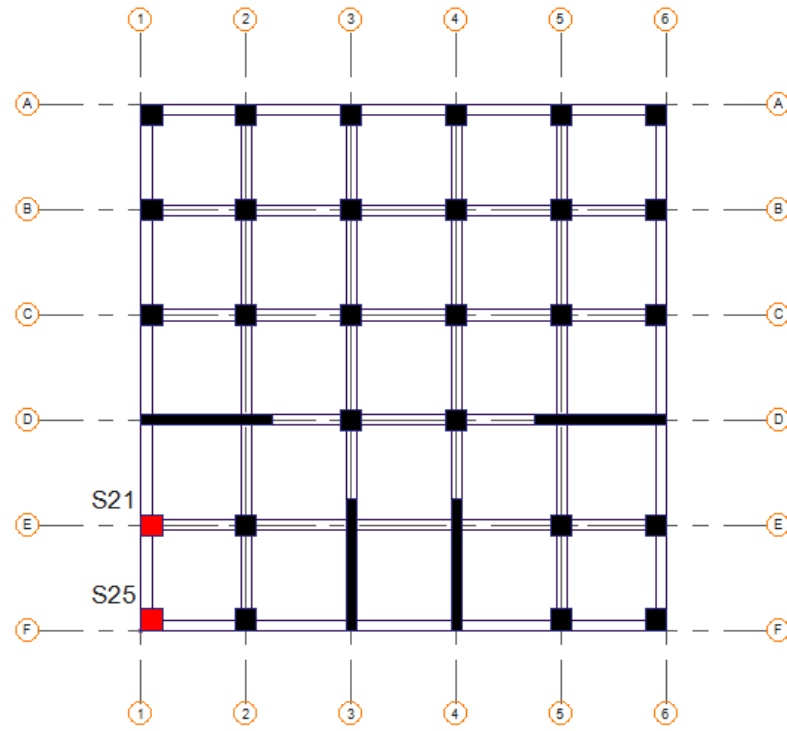
$$V_e \leq 0.22 \times f_{cd} \times A_w \quad (3.3)$$

f_{cd} : Betonun tasarım basınç dayanımı

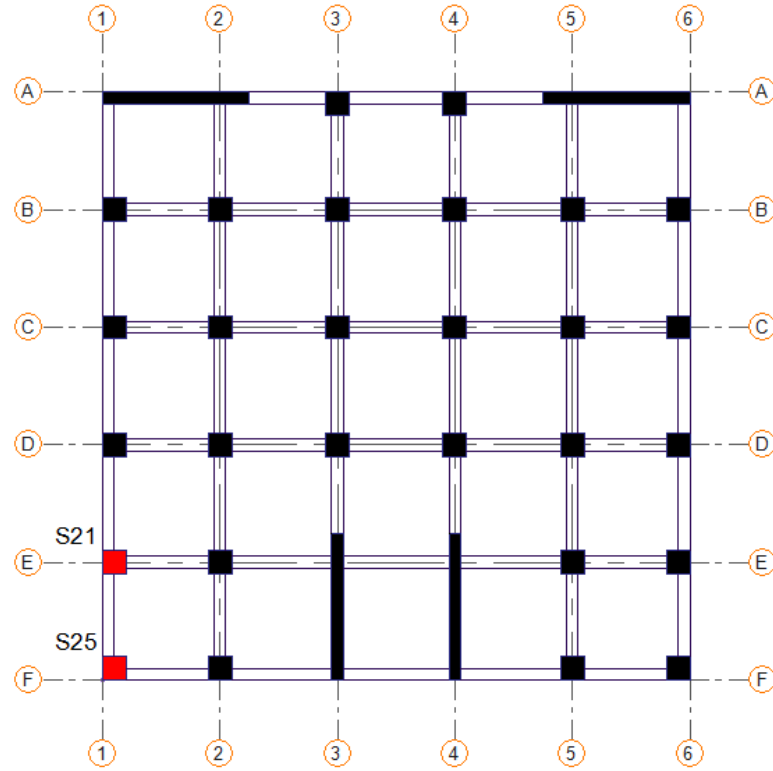
A_w : Kolon enkesiti etkin gövde alanı

Bütün sistemler incelendiğinde, bütün kolonlarda kesme güvenliği sağlanmıştır, sonucuna varılır. 5, 8, 11 ve 14 katlı yapıların hepsinde kolon boyutu 50 cm × 50 cm olarak seçilmiştir. Tüm binalarda eşit kolon boyutlarının seçilmesinin sebebi referans ve numune sistemde meydana gelen kolon kesme kuvvetindeki değişimin ve burulma düzensizliğindeki farklılıkların perde konumundan kaynaklandığını göstermektedir.

S21 ve S25 kolonlarının referans sistem ve numune sistemin kat planında gösterimi Şekil 3.20 ve Şekil 3.21'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. S21 ve S25 kolonlarının referans sistemde gösterimi

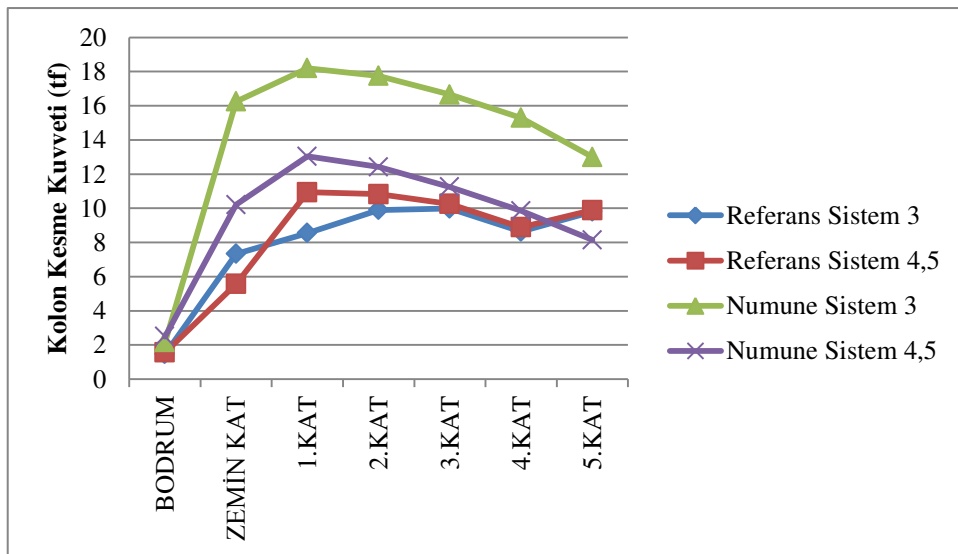


Şekil 3.21. S21 ve S25 kolonlarının numune sistemde gösterimi

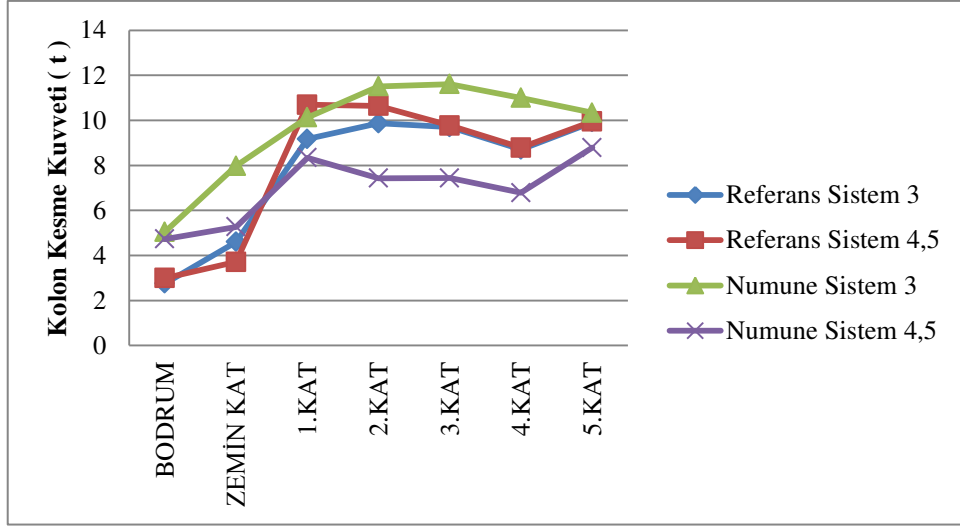
5 katlı, 8 katlı, 11 katlı ve 14 katlı yapıların 50 cm × 50 cm boyutlarındaki E-1 ve F-1 akslarında bulunan S21 ve S25 kolonlarında deprem etkisi altında oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimi Tablo 3.15, Tablo 3.16, Tablo 3.17 ve Tablo 3.18’de sunulmuştur.

Tablo 3.15. 5 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri

	S21				S25			
	Referans Sistem		Numune Sistem		Referans Sistem		Numune Sistem	
ZHk	3	4,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5
BODRUM	1,47	1,56	2,16	2,50	2,75	2,99	5,04	4,73
ZEMİN KAT	7,33	5,57	16,25	10,21	4,60	3,71	7,98	5,27
1.KAT	8,55	10,94	18,20	13,04	9,17	10,69	10,13	8,34
2.KAT	9,90	10,83	17,75	12,42	9,87	10,64	11,51	7,43
3.KAT	9,98	10,26	16,65	11,25	9,70	9,77	11,61	7,44
4.KAT	8,64	8,89	15,30	9,85	8,70	8,79	11,00	6,78
5.KAT	9,81	9,89	13,00	8,15	9,92	9,95	10,34	8,79



Şekil 3.22. 5 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı



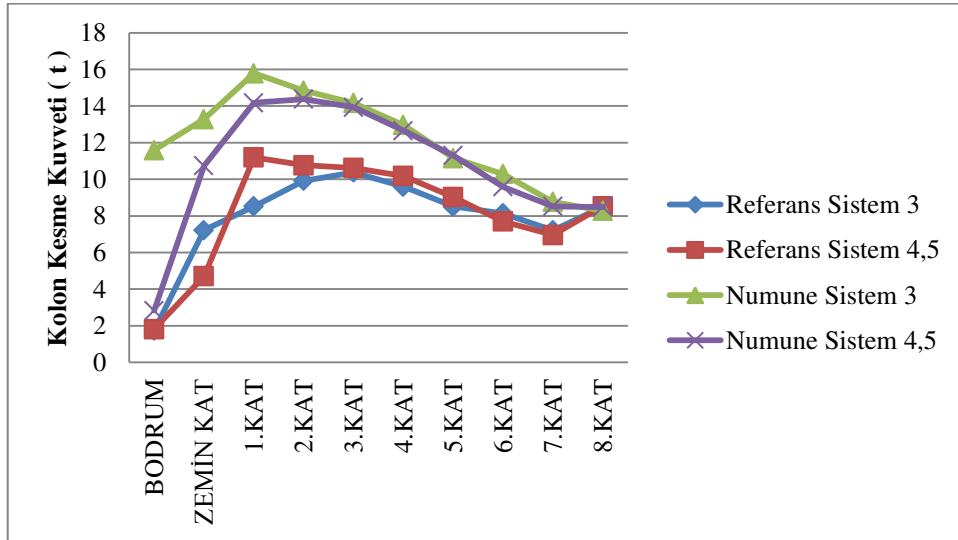
Şekil 3.23. 5 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

Perde türü taşıyıcı elemanlar deprem sırasında binaya tesir edecek yanal yüklerin karşılanması için gerekli görülen en önemli taşıyıcı elemandır. Bu çalışmada her bir kolonun kesme kuvveti değerinin perdelerin konumuna bağlı değişimi incelenirse hem S21 kolonunda hem de S25 kolonunda oluşan kesme kuvvet değerleri numune sistemde referans sisteme kıyasla daha büyük çıkmıştır. Bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü; binaya gelen deprem yükleri kolon ve perdelerde kesme kuvveti oluşturur. Hem S21 hem de S25 kolonu düşünüldüğünde, perdelerin D-D aksında yerleştirildiği referans sistemde perdeler kolonların kesme kuvvetini azaltıcı yönde bir fayda sağlamıştır. Deprem anında kolonların zorlanmasına mani olmuştur denilebilir.

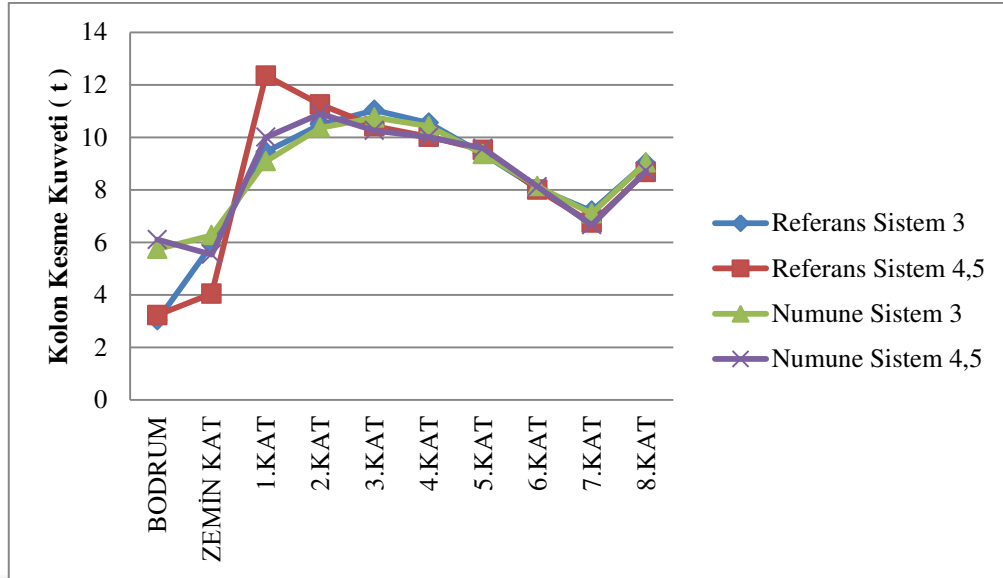
Perde fonksiyonun yerine bakılmaksızın Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'te de görüldüğü gibi S21 ve S25 kolonları karşılaştırıldığında boyutları aynı olmasına rağmen S21 kolonunun kesme kuvveti S25'ten daha büyük çıkmıştır. Bu durum, S21'in zorlanmasını arttıran üç kirişin varlığıyla açıklanabilir. S25'e ise iki kiriş saplanmış durumda. Dolayısıyla S21'e saplanmış bu üç kiriş kolonun kesme kuvvetinin artmasına neden olmuştur.

Tablo 3.16. 8 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri

	S21				S25			
	Referans Sistem		Numune Sistem		Referans Sistem		Numune Sistem	
ZHk	3	4,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5
BODRUM	1,74	1,82	11,59	2,83	3,03	3,23	5,75	6,11
ZEMİN KAT	7,22	4,71	13,29	10,74	5,92	4,05	6,27	5,54
1.KAT	8,52	11,20	15,79	14,18	9,45	12,35	9,09	10,00
2.KAT	9,92	10,77	14,84	14,38	10,49	11,25	10,37	10,90
3.KAT	10,38	10,62	14,17	13,93	11,04	10,42	10,75	10,26
4.KAT	9,60	10,18	12,96	12,66	10,55	10,02	10,42	10,01
5.KAT	8,51	9,03	11,15	11,30	9,37	9,52	9,36	9,58
6.KAT	8,14	7,70	10,29	9,59	8,06	8,01	8,14	8,12
7.KAT	7,21	6,96	8,77	8,52	7,20	6,75	7,10	6,66
8.KAT	8,50	8,53	8,28	8,49	9,02	8,68	9,04	8,72



Şekil 3.24. 8 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

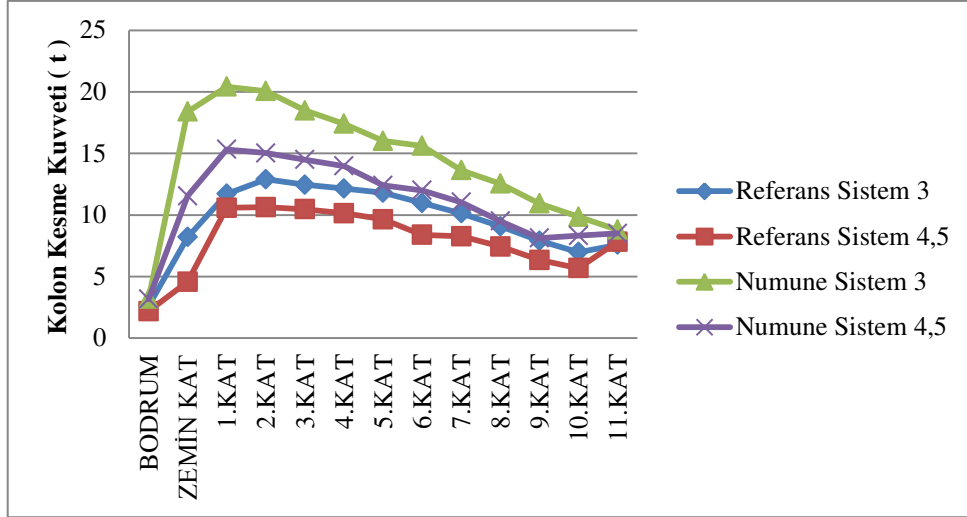


Şekil 3.25. 8 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

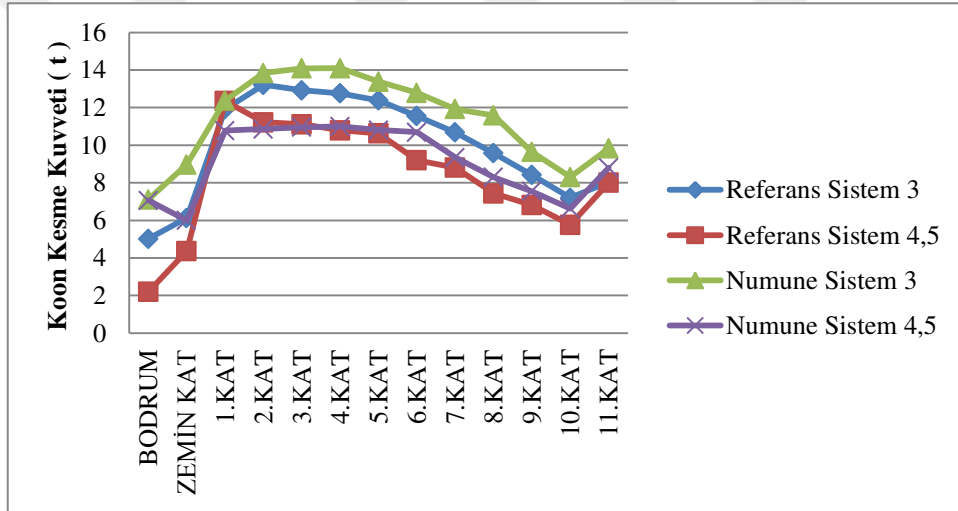
8 katlı sistemde de perde fonksiyonun yerine bakılmaksızın Şekil 3.24 ve Şekil 3.25'te de görüldüğü gibi S21 ve S25 kolonları karşılaştırıldığında boyutları aynı olmasına rağmen S21 kolonunun kesme kuvveti S25'ten daha büyük çıkmıştır.

Tablo 3.17. 11 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri

	S21				S25			
	Referans Sistem		Numune Sistem		Referans Sistem		Numune Sistem	
ZHk	3	4,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5
BODRUM	2,62	2,19	3,20	3,16	5,02	2,20	7,11	7,06
ZEMİN	8,21	4,58	18,39	11,55	6,13	4,37	8,97	6,00
1.KAT	11,72	10,58	20,42	15,33	11,92	12,35	12,38	10,78
2.KAT	12,89	10,63	20,06	15,03	13,21	11,22	13,84	10,86
3.KAT	12,45	10,46	18,49	14,50	12,92	11,12	14,09	10,96
4.KAT	12,14	10,14	17,41	13,97	12,76	10,79	14,10	11,00
5.KAT	11,80	9,65	16,01	12,40	12,39	10,63	13,38	10,81
6.KAT	10,97	8,38	15,61	12,00	11,55	9,2	12,79	10,69
7.KAT	10,13	8,27	13,64	11,04	10,68	8,81	11,93	9,35
8.KAT	9,07	7,44	12,55	9,51	9,58	7,44	11,59	8,30
9.KAT	7,90	6,34	10,93	8,13	8,42	6,82	9,64	7,55
10.KAT	6,98	5,68	9,86	8,32	7,20	5,77	8,31	6,63
11.KAT	7,58	7,83	8,80	8,50	8,03	8,01	9,83	8,80



Şekil 3.26. 11 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

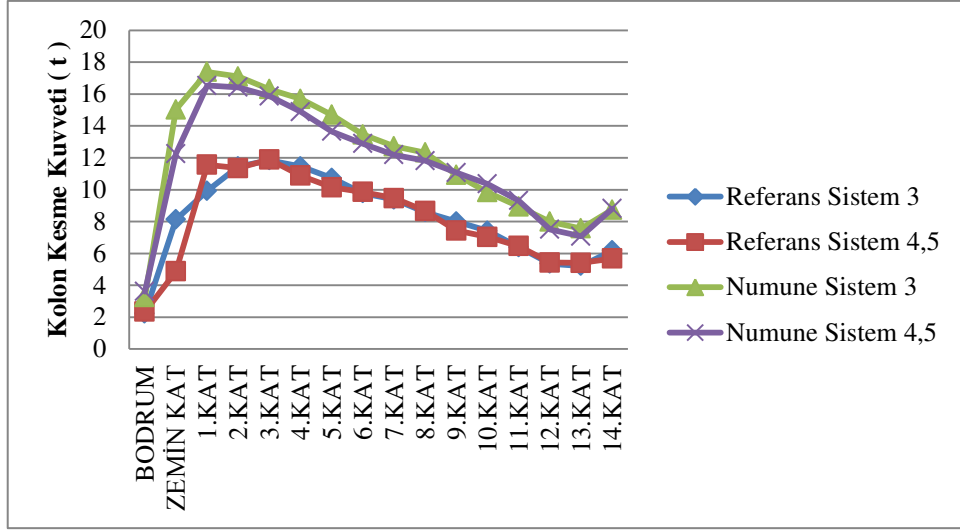


Şekil 3.27. 11 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

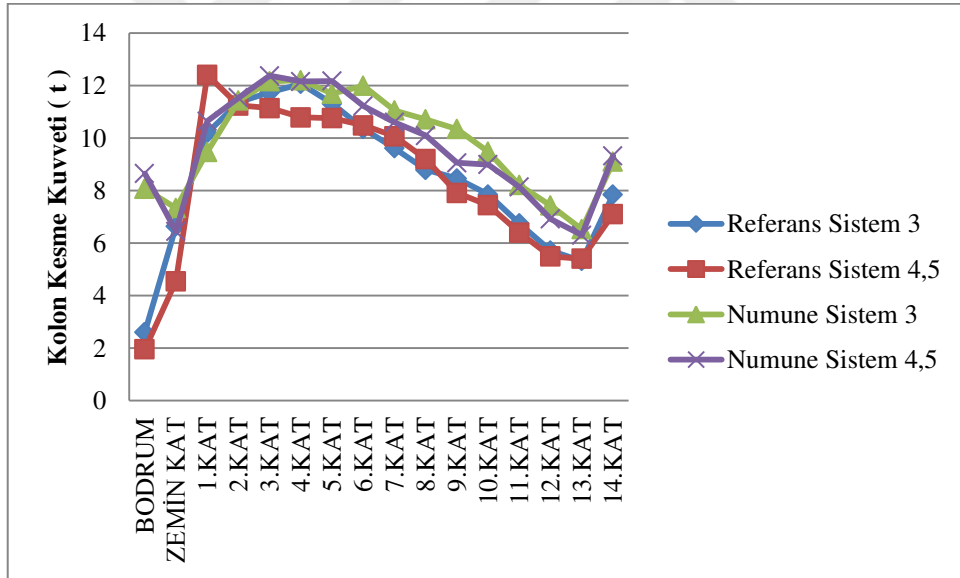
5 ve 8 katlı sistemlerde olduğu gibi 11 katlı sistemde de S21 ve S25 kolonları karşılaştırıldığında boyutları aynı olmasına rağmen S21 kolonunun kesme kuvveti S25'ten daha büyük çıkmıştır. S21 kolonunda meydana gelen maksimum kesme kuvveti Şekil 3.26'da 20,42 olarak görünürken S25 kolonunda meydana gelen maksimum kesme kuvveti değeri ise Şekil 3.27'de belirtildiği gibi 14,10'dur.

Tablo 3.18. 14 katlı sistemde S21 ve S25 kolonlarında oluşan kesme kuvveti (Ve) değerleri

	S21				S25			
	Referans Sistem		Numune Sistem		Referans Sistem		Numune Sistem	
ZHk	3	4,5	3	4,5	3	4,5	3	4,5
BODRUM	2,23	2,34	3,25	3,61	2,61	1,96	8,07	8,65
ZEMİN KAT	8,13	4,88	15,03	12,26	6,64	4,55	7,33	6,45
1.KAT	9,93	11,56	17,39	16,53	10,19	12,40	9,47	10,64
2.KAT	11,45	11,35	17,10	16,42	11,36	11,24	11,43	11,54
3.KAT	11,84	11,89	16,30	15,87	11,74	11,14	12,16	12,37
4.KAT	11,45	10,88	15,69	14,89	12,06	10,79	12,20	12,15
5.KAT	10,73	10,15	14,70	13,65	11,31	10,76	11,69	12,17
6.KAT	9,78	9,86	13,46	12,89	10,35	10,48	11,99	11,22
7.KAT	9,38	9,46	12,72	12,19	9,61	10,07	11,05	10,60
8.KAT	8,59	8,66	12,33	11,81	8,79	9,20	10,71	10,09
9.KAT	8,00	7,44	10,93	11,07	8,46	7,91	10,34	9,06
10.KAT	7,42	7,03	9,84	10,36	7,85	7,44	9,48	8,99
11.KAT	6,39	6,46	8,94	9,31	6,75	6,40	8,21	8,14
12.KAT	5,36	5,43	7,99	7,51	5,71	5,49	7,43	6,92
13.KAT	5,22	5,41	7,57	7,07	5,32	5,41	6,53	6,30
14.KAT	6,18	5,68	8,74	8,81	7,85	7,11	9,10	9,32



Şekil 3.28. 14 katlı sistemde S21 kolonu kesme kuvveti(Ve) diyagramı



Şekil 3.29. 14 katlı sistemde S25 kolonu kesme kuvveti (Ve) diyagramı

14 katlı sistemde de Burulma düzensizliği katsayısının artışına bağlı olarak kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri, numune sistemde referans sisteme göre daha yüksek çıktığı Şekil 3.28 ve Şekil 3.29'da görülmektedir. Ayrıca deprem etkisi en fazla alt katlarda ortaya çıkmıştır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada iki farklı kat planına sahip ve zemin kat yükseklikleri 3 m, 3,5 m, 4 m ve 4,5 m olan 5, 8, 11 ve 14 katlı olarak tasarlanmış toplam 32 farklı yapı modelinin İdeCAD-7 programı yardımı ile dinamik analizi mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Perde konumları farklı yapıların burulma düzensizliği, göreceli kat öteleme ve kesme kuvveti diyagramları tablo ve grafikler halinde sunulmuştur.

Sonuç olarak;

- Y doğrultusunda simetrik fakat X doğrultusunda simetrik olmayan kare kolonlara sahip yapılarda, maksimum η_b değerleri perdelerin X doğrultusuna paralel en dış aksta konumlandığı numune sistemde (*perde A-A aksında*) görülmüştür. Referans sistemde (*perde D-D aksında*) maksimum burulma düzensizliği katsayısı değeri 1.36 olarak hesaplanırken numune sistemde 1.68 olarak görülmüştür. Perdenin uygun yerleştirilmeyişinden dolayı burulma katsayısı değeri %19,05'lik bir değişim göstermiştir. Perdelerin D-D aksı yerine A-A aksına yerleştirilmesi sonucu burulma düzensizliğinin artması, rijitlik düzensizliğinin bir göstergesidir.
- Her iki yapı sistemi (numune ve referans) incelendiğinde, binanın toplam kat adedi azaldıkça burulma düzensizliği katsayısının arttığı gözlenmiştir. Az katlı yapılarda perde oranının yüksek olmasına ek olarak bir de perdelerin A-A aksında yerleştirilmesi burulma düzensizliği açısından olumsuz sonuçlar vermiştir. Bu sıkıntı kısmen referans sistemdeki gibi iç aksta perde yerleştirilerek giderilmeye çalışılmıştır.
- Hem numune hem de referans sistemde η_b katsayısı, zemin kat yüksekliği 4,5 m olan durumda diğer durumlara göre yüksek değeri almıştır. Zemin kat yüksekliği normal katlara göre daha yüksek olan yapılarda yumuşak kat oluşumunun meydana gelmesi olasıdır. Bundan dolayı η_b değeri artmıştır denilebilir.

Sonuç olarak; burulma düzensizliğinin en temel sebeplerinden biri rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmaması durumudur. yapılarda meydana gelebilecek burulma düzensizliklerini önlemek için özellikle taşıyıcı elemanların plandaki rijitlik dağılımına

dikkat edilmesi, zayıf aksların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bina tasarımı yapılırken kütle merkezi ve rijitlik merkezinin çakışmasına dikkat edilirse, bu durum binada meydana gelen görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği açısından olumlu sonuçlar verecektir.



KAYNAKLAR

- [1] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007.
- [2] **Özmen, G.**,Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliği, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, TDV/TR, 036-61, İstanbul,2001.
- [3] **Özmen, G.**,Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği, İMO Teknik Dergisi, 3131-3144, Yazı 210, 2004.
- [4] **Stonehouse, B.,Heidebrecht, A. C., Kianoush, M. R.**, Evaluation of the Level of Seismic Protection Afforded to Reinforced Concrete Shear Wall System, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.26, pp.572-589, 1999.
- [5] **Chandler, A. M., Duan, X. N., Rutenberg A.**, Evaluation and Further Development of the EC8 StaticTorsional, Proc. of European Workshop on the Behaviour of Assymmetric and Set-backStructures, Capri, 1996.
- [6] **Özmen, G.,Orakdöğen, E., Pala, S., Gülay, G.**, Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, TDV/TR 017-028, İstanbul, 1997.
- [7] **Tezcan, S. S., Alhan, C.**, Parametric Analysis of İrregular Structures Under Seismic Loading According to The New Turkish Earthquake Code, Engineering Structures, cilt 23, ss 600-609, 2001.
- [8] **Döndüren, M.S., Karaduman, A., Çöğürçü, M.T., Altın, M.**, Yapılarda Burulma Düzensiziliği, Selçuk-Teknik Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, 2007.
- [9] **Kasap, H., Özyurt, M.**, Perde En Kesit Şeklinin ve Planda Perde Yerinin Değişmesinin Perdeler ve Çerçeveler Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımına Etkisi, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:6, say:3, 2002.

[10] **Sezer, E.**,Yapı Sistemlerinde Burulma Düzensizliğini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2006.

[11] **Döndüren, M.S.**,Planda Değişik Geometriye Sahip Çokkatlı Betonarme Yapıların Zaman-Tanım Aralığında Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2003.

[12]**Özşentürk, Ö.**,Burulma Düzensizliği Bulunan Çok Katlı Yapıların Deprem Yönetmeliği Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

[13] <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-bolgeleri-haritasi>

[14] **Şahin, H.,Alyamaç, K. E., Erdoğan,A. S.**, Perdeli Çerçevesi Yapılarda Zemin Sınıfı ve Kat Adedi Dikkate Alınarak Gerekli Perde Oranının Tespiti, SDU International Journal of Techologic Sciences, Vol.5, No.1, pp74-86, 2013.

[15] **İnan, T., Korkmaz, K.**, Düşey Doğrultudaki Yapı Düzensizliklerinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:28, Sayı:3, Mayıs, 2002.

[16] **Tekeli, H., Demir, F., Atımtay, E.**, Çerçevesi ve Perdeli-Çerçevesi Betonarme Binaların Ötelenmesi: Analitik Çözümler, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt:23, No:1, ss:9-19,2008.

[17] **Celep, Z.**,Yapı Dinamiği, Damga Dağıtım, İstanbul, 2014.

EKLER

Ek Tablo 1. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 5 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.47	0.46	0.46	1.01	0.49	0.45	0.47	1.04	0.47	0.45	0.46	1.01	0.47	0.45	0.46	1.01
ZEMİN KAT	1.71	1.47	1.59	1.07	2.03	1.04	1.54	1.32	1.92	1.31	1.61	1.19	1.92	1.31	1.61	1.19
1.KAT	2.07	1.97	2.02	1.02	2.67	1.27	1.97	1.35	2.45	1.70	2.07	1.18	2.45	1.70	2.07	1.18
2.KAT	2.23	2.1	2.18	1.02	2.91	1.40	2.15	1.35	2.61	1.90	2.25	1.16	2.61	1.90	2.25	1.16
3.KAT	2.31	2.05	2.18	1.06	2.92	1.42	2.17	1.34	2.57	1.95	2.26	1.14	2.57	1.95	2.26	1.14
4.KAT	2.27	1.87	2.07	1.10	2.77	1.39	2.08	1.33	2.40	1.91	2.15	1.11	2.40	1.91	2.15	1.11
5.KAT	2.17	1.63	1.90	1.14	2.54	1.33	1.93	1.31	2.15	1.82	1.98	1.08	2.15	1.82	1.98	1.08

Ek Tablo 2. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 5 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.47	0.46	0.46	1.01	0.49	0.45	0.47	1.04	0.47	0.45	0.46	1.01	0.47	0.45	0.46	1.01
ZEMİN KAT	1.71	1.47	1.59	1.07	2.03	1.04	1.54	1.32	1.92	1.31	1.61	1.19	1.92	1.31	1.61	1.19
1.KAT	2.07	1.97	2.02	1.02	2.67	1.27	1.97	1.35	2.45	1.70	2.07	1.18	2.45	1.70	2.07	1.18
2.KAT	2.23	2.14	2.18	1.02	2.91	1.40	2.15	1.35	2.61	1.90	2.25	1.16	2.61	1.90	2.25	1.16
3.KAT	2.31	2.05	2.18	1.06	2.92	1.42	2.17	1.34	2.57	1.95	2.26	1.14	2.57	1.95	2.26	1.14
4.KAT	2.27	1.87	2.07	1.10	2.77	1.39	2.08	1.33	2.40	1.91	2.15	1.11	2.40	1.91	2.15	1.11
5.KAT	2.17	1.63	1.90	1.14	2.54	1.33	1.93	1.31	2.15	1.82	1.98	1.08	2.15	1.82	1.98	1.08

Ek Tablo 3. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 5 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.49	0.48	0.48	1.01	0.51	0.47	0.49	1.04	0.49	0.48	0.48	1.01	0.49	0.48	0.48	1.01
ZEMİN KAT	2.83	2.13	2.48	1.14	3.16	1.55	2.35	1.34	3.07	1.91	2.49	1.23	3.07	1.91	2.49	1.23
1.KAT	2.26	2.20	2.23	1.01	2.95	1.41	2.18	1.35	2.69	1.88	2.29	1.18	2.69	1.88	2.29	1.18
2.KAT	2.41	2.25	2.33	1.03	3.11	1.50	2.30	1.35	2.77	2.04	2.41	1.15	2.77	2.04	2.41	1.15
3.KAT	2.44	2.13	2.28	1.07	3.06	1.50	2.28	1.34	2.68	2.06	2.37	1.13	2.68	2.06	2.37	1.13
4.KAT	2.37	1.92	2.15	1.10	2.88	1.45	2.16	1.33	2.48	1.99	2.24	1.11	2.48	1.99	2.24	1.11
5.KAT	2.26	1.67	1.96	1.15	2.63	1.38	2.00	1.31	2.22	1.89	2.06	1.08	2.22	1.89	2.06	1.08

Ek Tablo 4. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 5 katlı referans sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.49	0.48	0.48	1.01	0.51	0.47	0.49	1.04	0.49	0.48	0.48	1.01	0.49	0.48	0.48	1.01
ZEMİN KAT	2.83	2.13	2.48	1.14	3.16	1.55	2.35	1.34	3.07	1.91	2.49	1.23	3.07	1.91	2.49	1.23
1.KAT	2.26	2.20	2.23	1.01	2.95	1.41	2.18	1.35	2.69	1.88	2.29	1.18	2.69	1.88	2.29	1.18
2.KAT	2.41	2.25	2.33	1.03	3.11	1.50	2.30	1.35	2.77	2.04	2.41	1.15	2.77	2.04	2.41	1.15
3.KAT	2.44	2.13	2.28	1.07	3.06	1.50	2.28	1.34	2.68	2.06	2.37	1.13	2.68	2.06	2.37	1.13
4.KAT	2.37	1.92	2.15	1.10	2.88	1.45	2.16	1.33	2.48	1.99	2.24	1.11	2.48	1.99	2.24	1.11
5.KAT	2.26	1.67	1.96	1.15	2.63	1.38	2.00	1.31	2.22	1.89	2.06	1.08	2.22	1.89	2.06	1.08

Ek Tablo 5. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 5 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z_{Hk}=3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.18	0.17	0.17	1.02	0.18	0.16	0.17	1.07	0.18	0.16	0.17	1.04	0.18	0.16	0.17	1.04
ZEMİN KAT	4.05	1.25	2.65	1.53	4.99	1.03	3.01	1.66	2.00	1.42	1.71	1.17	2.00	1.42	1.71	1.17
1.KAT	5.07	1.98	3.53	1.44	6.26	1.63	3.95	1.59	2.94	2.16	2.55	1.15	2.94	2.16	2.55	1.15
2.KAT	5.03	2.43	3.73	1.35	6.22	2.00	4.11	1.51	3.42	2.60	3.01	1.14	3.42	2.60	3.01	1.14
3.KAT	4.74	2.68	3.71	1.28	5.87	2.20	4.03	1.45	3.61	2.79	3.20	1.13	3.61	2.79	3.20	1.13
4.KAT	4.31	2.77	3.54	1.22	5.33	2.27	3.80	1.40	3.60	2.82	3.21	1.12	3.60	2.82	3.21	1.12
5.KAT	3.74	2.74	3.24	1.15	4.63	2.25	3.44	1.35	3.42	2.71	3.07	1.12	3.42	2.71	3.07	1.12

Ek Tablo 6. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 5 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliğı değerleri

5 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk=3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+ %5				- %5				+ %5				- %5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.36	0.35	0.36	1.01	0.36	0.34	0.35	1.02	0.40	0.39	0.39	1.01	0.40	0.39	0.39	1.01
ZEMİN KAT	2.90	1.09	1.99	1.45	3.52	0.94	2.23	1.58	1.64	1.26	1.45	1.13	1.64	1.26	1.45	1.13
1.KAT	3.44	1.46	2.45	1.40	4.20	1.24	2.72	1.54	2.10	1.61	1.86	1.13	2.10	1.61	1.86	1.13
2.KAT	3.20	1.64	2.42	1.32	3.91	1.38	2.65	1.48	2.26	1.77	2.01	1.12	2.26	1.77	2.01	1.12
3.KAT	2.74	1.70	2.22	1.23	3.34	1.43	2.38	1.40	2.23	1.79	2.01	1.11	2.23	1.79	2.01	1.11
4.KAT	2.11	1.66	1.89	1.12	2.57	1.40	1.99	1.30	2.09	1.72	1.91	1.10	2.09	1.72	1.91	1.10
5.KAT	1.58	1.41	1.50	1.06	1.70	1.33	1.52	1.12	1.89	1.60	1.75	1.08	1.89	1.60	1.75	1.08

Ek Tablo 7. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 5 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z_{Hk}=4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.37	0.37	0.37	1.01	0.37	0.35	0.36	1.03	0.41 /	0.40	0.41	1.01	0.41	0.40	0.41	1.01
ZEMİN KAT	5.51	1.66	3.58	1.54	6.72	1.43	4.07	1.63	2.61	1.89	2.25	1.16	2.61	1.89	2.25	1.16
1.KAT	3.64	1.61	2.63	1.39	4.45	1.36	2.91	1.53	2.32	1.78	2.05	1.13	2.32	1.78	2.05	1.13
2.KAT	3.19	1.75	2.47	1.29	3.90	1.47	2.69	1.45	2.40	1.90	2.15	1.12	2.40	1.90	2.15	1.12
3.KAT	2.68	1.77	2.23	1.20	3.27	1.49	2.38	1.37	2.33	1.88	2.10	1.11	2.33	1.88	2.10	1.11
4.KAT	2.05	1.73	1.89	1.09	2.49	1.45	1.97	1.26	2.16	1.79	1.97	1.10	2.16	1.79	1.97	1.10
5.KAT	1.64	1.36	1.50	1.09	1.64	1.38	1.51	1.09	1.95	1.66	1.80	1.08	1.95	1.66	1.80	1.08

Ek Tablo 8. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 5 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

5 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk=4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.37	0.37	0.37	1.00	0.38	0.36	1.03	1.03	0.42	0.41	0.42	1.01	0.42	0.41	0.42	1.01
ZEMİN KAT	7.26	1.98	4.62	1.57	8.86	1.71	5.28	1.68	3.17	2.23	2.70	1.17	3.17	2.23	2.70	1.17
1.KAT	3.75	1.68	2.72	1.38	4.58	1.42	3.00	1.53	2.43	1.87	2.15	1.13	2.43	1.87	2.15	1.13
2.KAT	3.19	1.80	2.50	1.28	3.89	1.52	2.71	1.44	2.47 /	1.96	2.22	1.12	2.47	1.96	2.22	1.12
3.KAT	2.65	1.81	2.23	1.19	3.24	1.53	2.38	1.36	2.38	1.92	2.15	1.11	2.38	1.92	2.15	1.11
4.KAT	2.02	1.76	1.89	1.07	2.46	1.48	1.97	1.25	2.20	1.82	2.01	1.09	2.20	1.82	2.01	1.09
5.KAT	1.67	1.35	1.51	1.11	1.62	1.40	1.51	1.07	1.98	1.69	1.83	1.08	1.98	1.69	1.83	1.08

Ek Tablo 9. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 8 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.65	0.64	0.64	1.01	0.67	0.63	0.65	1.04	0.68	0.66	0.67	1.01	0.68	0.66	0.67	1.01
ZEMİN KAT	2.20	1.97	2.09	1.05	2.65	1.41	2.03	1.30	2.59	1.83	2.21	1.17	2.59	1.83	2.21	1.17
1.KAT	2.73	2.70	2.72	1.01	3.58	1.75	2.66	1.34	3.39	2.41	2.90	1.17	3.39	2.41	2.90	1.17
2.KAT	3.14	2.94	3.04	1.03	4.04	1.97	3.01	1.35	3.75	2.77	3.26	1.15	3.75	2.77	3.26	1.15
3.KAT	3.35	2.98	3.17	1.06	4.24	2.07	3.16	1.34	3.88	2.94	3.41	1.14	3.88	2.94	3.41	1.14
4.KAT	3.40	2.91	3.16	1.08	4.23	2.09	3.16	1.34	3.83	2.97	3.40	1.13	3.83	2.97	3.40	1.13
5.KAT	3.33	2.76	3.04	1.09	4.08	2.04	3.06	1.33	3.65	2.89	3.27	1.12	3.65	2.89	3.27	1.12
6.KAT	3.18	2.54	2.86	1.11	3.83	1.95	2.89	1.32	3.39	2.75	3.07	1.10	3.39	2.75	3.07	1.10
7.KAT	3.01	2.29	2.65	1.14	3.54	1.85	2.70	1.31	3.09	2.60	2.84	1.09	3.09	2.60	2.84	1.09
8.KAT	2.84	2.02	2.43	1.17	3.25	1.75	2.50	1.30	2.79	2.45	2.62	1.07	2.79	2.45	2.62	1.07

Ek Tablo 10. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 8 katlı referans sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI REFERANS SİSTEM (Z _{Hk} =3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.65	0.64	0.64	1.01	0.67	0.63	0.65	1.04	0.68	0.66	0.67	1.01	0.68	0.66	0.67	1.01
ZEMİN KAT	2.20	1.97	2.09	1.05	2.65	1.41	2.03	1.30	2.59	1.83	2.21	1.17	2.59	1.83	2.21	1.17
1.KAT	2.73	2.70	2.72	1.01	3.58	1.75	2.66	1.34	3.39	2.41	2.90	1.17	3.39	2.41	2.90	1.17
2.KAT	3.14	2.94	3.04	1.03	4.04	1.97	3.01	1.35	3.75	2.77	3.26	1.15	3.75	2.77	3.26	1.15
3.KAT	3.35	2.98	3.17	1.06	4.24	2.07	3.16	1.34	3.88	2.94	3.41	1.14	3.88	2.94	3.41	1.14
4.KAT	3.40	2.91	3.16	1.08	4.23	2.09	3.16	1.34	3.83	2.97	3.40	1.13	3.83	2.97	3.40	1.13
5.KAT	3.33	2.76	3.04	1.0	4.08	2.04	3.06	1.33	3.65	2.89	3.27	1.12	3.65	2.89	3.27	1.12
6.KAT	3.18	2.54	2.86	1.11	3.83	1.95	2.89	1.32	3.39	2.75	3.07	1.10	3.39	2.75	3.07	1.10
7.KAT	3.01	2.29	2.65	1.14	3.54	1.85	2.70	1.31	3.09	2.60	2.84	1.09	3.09	2.60	2.84	1.09
8.KAT	2.84	2.02	2.43	1.17	3.25	1.75	2.50	1.30	2.79	2.45	2.62	1.07	2.79	2.45	2.62	1.07

Ek Tablo 11. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 8 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+ %5				- %5				+ %5				- %5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.65	0.63	0.64	1.01	0.67	0.62	0.64	1.04	0.67	0.66	0.67	1.01	0.67	0.66	0.67	1.01
ZEMİN KAT	3.45	2.71	3.08	1.12	3.90	1.98	2.94	1.33	3.94	2.54	3.24	1.21	3.94	2.54	3.24	1.21
1.KAT	2.85	2.83	2.84	1.00	3.75	1.83	2.79	1.34	3.55	2.55	3.05	1.16	3.55	2.55	3.05	1.16
2.KAT	3.21	2.94	3.07	1.04	4.10	2.00	3.05	1.34	3.80	2.84	3.32	1.14	3.80	2.84	3.32	1.14
3.KAT	3.36	2.94	3.15	1.07	4.21	2.07	3.14	1.34	3.86	2.95	3.41	1.13	3.86	2.95	3.41	1.13
4.KAT	3.36	2.84	3.10	1.08	4.16	2.06	3.11	1.34	3.77	2.94	3.35	1.12	3.77	2.94	3.35	1.12
5.KAT	3.26	2.68	2.97	1.10	3.98	2.00	2.99	1.33	3.57	2.84	3.21	1.11	3.57	2.84	3.21	1.11
6.KAT	3.10	2.46	2.78	1.12	3.72	1.91	2.82	1.32	3.30	2.69	3.00	1.10	3.30	2.69	3.00	1.10
7.KAT	2.93	2.22	2.57	1.14	3.44	1.80	2.62	1.31	3.01	2.53	2.77	1.09	3.01	2.53	2.77	1.09
8.KAT	2.77	1.96	2.36	1.17	3.15	1.71	2.43	1.30	2.71	2.39	2.55	1.06	2.71	2.39	2.55	1.06

Ek Tablo 12. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 8 katlı referans sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk = 4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.64	0.63	0.64	1.01	0.66	0.62	0.64	1.04	0.67	0.66	0.67	1.01	0.67	0.66	0.67	1.01
ZEMİN KAT	4.15	3.07	3.61	1.15	4.57	2.27	3.42	1.34	4.69	2.90	3.79	1.24	4.69	2.90	3.79	1.24
1.KAT	2.91	2.87	2.89	1.01	3.82	1.86	2.84	1.34	3.63	2.61	3.12	1.16	3.63	2.61	3.12	1.16
2.KAT	3.23	2.93	3.08	1.05	4.11	2.01	3.06	1.34	3.82	2.87	3.35	1.14	3.82	2.87	3.35	1.14
3.KAT	3.35	2.91	3.13	1.07	4.19	2.06	3.13	1.34	3.85	2.96	3.40	1.13	3.85	2.96	3.40	1.13
4.KAT	3.33	2.80	3.07	1.09	4.11	2.05	3.08	1.34	3.73	2.93	3.33	1.12	3.73	2.93	3.33	1.12
5.KAT	3.22	2.63	2.93	1.10	3.92	1.98	2.95	1.33	3.53	2.82	3.17	1.11	3.53	2.82	3.17	1.11
6.KAT	3.06	2.42	2.74	1.12	3.66	1.88	2.77	1.32	3.26	2.66	2.96	1.10	3.26	2.66	2.96	1.10
7.KAT	2.89	2.18	2.53	1.14	3.38	1.78	2.58	1.31	2.96	2.50	2.73	1.08	2.96	2.50	2.73	1.08
8.KAT	2.72	1.93	2.33	1.17	3.10	1.68	2.39	1.30	2.68	2.36	2.52	1.06	2.68	2.36	2.52	1.06

Ek Tablo 13. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 8 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk = 3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.48	0.47	0.48	1.01	0.48	0.46	0.47	1.02	0.59	0.58	0.59	1.01	0.59	0.58	0.59	1.01
ZEMİN	3.44	1.43	2.43	1.41	4.17	1.23	2.70	1.54	2.33	1.81	2.07	1.13	2.33	1.81	2.07	1.13
1.KAT	4.20	1.95	3.08	1.37	5.12	1.66	3.39	1.51	3.06	2.37	2.72	1.13	3.06	2.37	2.72	1.13
2.KAT	4.16	2.27	3.22	1.29	5.07	1.92	3.50	1.45	3.40	2.69	3.05	1.12	3.40	2.69	3.05	1.12
3.KAT	3.94	2.44	3.19	1.23	4.79	2.06	3.43	1.40	3.52	2.82	3.17	1.11	3.52	2.82	3.17	1.11
4.KAT	3.61	2.50	3.05	1.18	4.39	2.10	3.25	1.35	3.48	2.80	3.14	1.11	3.48	2.80	3.14	1.11
5.KAT	3.18	2.46	2.82	1.13	3.87	2.08	2.97	1.30	3.31	2.69	3.00	1.10	3.31	2.69	3.00	1.10
6.KAT	2.38	2.11	2.25	1.06	2.88	1.78	2.33	1.24	2.74	2.25	2.50	1.10	2.74	2.25	2.50	1.10
7.KAT	2.01	1.86	1.93	1.04	2.24	1.70	1.97	1.14	2.49	2.09	2.29	1.09	2.49	2.09	2.29	1.09
8.KAT	1.90	1.32	1.61	1.18	1.61	1.56	1.58	1.02	2.25	1.93	2.09	1.08	2.25	1.93	2.09	1.08

Ek Tablo 14. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 8 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z _{Hk} = 3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.47	0.47	0.47	1.01	0.48	0.46	0.47	1.02	0.59	0.58	0.59	1.01	0.59	0.58	0.59	1.01
ZEMİN	4.67	1.73	3.20	1.46	5.67	1.49	3.58	1.58	2.90	2.20	2.55	1.14	2.90	2.20	2.55	1.14
1.KAT	4.22	2.00	3.11	1.36	5.14	1.70	3.42	1.50	3.14	2.44	2.79	1.12	3.14	2.44	2.79	1.12
2.KAT	4.06	2.28	3.17	1.28	4.95	1.93	3.44	1.44	3.43	2.72	3.07	1.12	3.43	2.72	3.07	1.12
3.KAT	3.82	2.42	3.12	1.22	4.65	2.04	3.35	1.39	3.51	2.82	3.17	1.11	3.51	2.82	3.17	1.11
4.KAT	3.49	2.46	2.98	1.17	4.24	2.08	3.16	1.34	3.45	2.78	3.12	1.11	3.45	2.78	3.12	1.11
5.KAT	3.08	2.42	2.75	1.12	3.73	2.04	2.89	1.29	3.27	2.66	2.97	1.10	3.27	2.66	2.97	1.10
6.KAT	2.59	2.33	2.46	1.05	3.13	1.97	2.55	1.23	3.02	2.49	2.75	1.10	3.02	2.49	2.75	1.10
7.KAT	2.21	2.02	2.12	1.04	2.43	1.87	2.15	1.13	2.75	2.30	2.52	1.09	2.75	2.30	2.52	1.09
8.KAT	2.10	1.44	1.77	1.19	1.78	1.70	1.74	1.02	2.48	2.13	2.30	1.08	2.48	2.13	2.30	1.08

Ek Tablo 15. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 8 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk = 4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.47	0.46	0.47	1.00	0.47	0.45	0.46	1.02	0.59	0.58	0.59	1.01	0.59	0.58	0.59	1.01
ZEMİN	6.10	2.03	4.07	1.50	7.42	1.76	4.59	1.62	3.50	2.59	3.05	1.15	3.50	2.59	3.05	1.15
1.KAT	4.21	2.02	3.12	1.35	5.13	1.72	3.43	1.50	3.21	2.50	2.86	1.12	3.21	2.50	2.86	1.12
2.KAT	3.95	2.27	3.11	1.27	4.81	1.92	3.37	1.43	3.45	2.74	3.10	1.11	3.45	2.74	3.10	1.11
3.KAT	3.69	2.40	3.04	1.21	4.49	2.02	3.26	1.38	3.50	2.81	3.16	1.11	3.50	2.81	3.16	1.11
4.KAT	3.36	2.42	2.89	1.16	4.09	2.04	3.06	1.33	3.42	2.76	3.09	1.11	3.42	2.76	3.09	1.11
5.KAT	2.96	2.37	2.67	1.11	3.59	2.00	2.80	1.28	3.23	2.63	2.93	1.10	3.23	2.63	2.93	1.10
6.KAT	2.49	2.28	2.38	1.04	3.01	1.93	2.47	1.22	2.98	2.46	2.72	1.10	2.98	2.46	2.72	1.10
7.KAT	2.16	1.95	2.06	1.05	2.34	1.83	2.08	1.12	2.70	2.27	2.49	1.09	2.70	2.27	2.49	1.09
8.KAT	2.05	1.39	1.72	1.19	1.74	1.64	1.69	1.03	2.44	2.09	2.27	1.08	2.44	2.09	2.27	1.08

Ek Tablo 16. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 8 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

8 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk = 4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.46	0.46	0.46	1.00	0.46	0.44	0.45	1.02	0.59	0.58	0.59	1.01	0.59	0.58	0.59	1.01
ZEMİN	7.74	2.34	5.04	1.54	9.42	2.02	5.72	1.65	4.16	2.99	3.57	1.16	4.16	2.99	3.57	1.16
1.KAT	4.19	2.04	3.12	1.34	5.11	1.73	3.42	1.49	3.28	2.56	2.92	1.12	3.28	2.56	2.92	1.12
2.KAT	3.83	2.26	3.05	1.26	4.67	1.91	3.29	1.42	3.47	2.77	3.12	1.11	3.47	2.77	3.12	1.11
3.KAT	3.56	2.36	2.96	1.20	4.33	1.99	3.16	1.37	3.49	2.81	3.15	1.11	3.49	2.81	3.15	1.11
4.KAT	3.23	2.37	2.80	1.15	3.93	2.00	2.97	1.32	3.38	2.75	3.06	1.10	3.38	2.75	3.06	1.10
5.KAT	2.85	2.32	2.58	1.10	3.45	1.96	2.70	1.28	3.19	2.61	2.90	1.10	3.19	2.61	2.90	1.10
6.KAT	2.39	2.22	2.30	1.04	2.89	1.88	2.38	1.21	2.93	2.42	2.68	1.10	2.93	2.42	2.68	1.10
7.KAT	2.10	1.87	1.99	1.06	2.25	1.78	2.01	1.11	2.66	2.23	2.45	1.09	2.66	2.23	2.45	1.09
8.KAT	1.99	1.34	1.67	1.20	1.69	1.58	1.64	1.03	2.40	2.06	2.23	1.08	2.40	2.06	2.23	1.08

Ek Tablo 17. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 11 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.16	0.16	0.16	1.02	0.18	0.14 /	0.16	1.11	0.17	0.16	0.17	1.04	0.17	0.16	0.17	1.04
ZEMİN	1.71	1.43	1.57	1.09	2.12	0.89	1.50	1.41	2.11	1.30	1.70	1.24	2.11	1.30	1.70	1.24
1.KAT	2.40	2.33	2.37	1.01	3.25	1.36	2.31	1.41	3.14	2.08	2.61	1.20	3.14	2.08	2.61	1.20
2.KAT	2.94	2.74	2.84	1.03	3.92	1.70	2.81	1.40	3.71	2.62	3.16	1.17	3.71	2.62	3.16	1.17
3.KAT	3.31	2.91	3.11	1.06	4.29	1.90	3.10	1.39	4.02	2.94	3.48	1.16	4.02	2.94	3.48	1.16
4.KAT	3.49	2.96	3.23	1.08	4.46	2.00	3.23	1.38	4.13	3.09	3.61	1.14	4.13	3.09	3.61	1.14
5.KAT	3.54	2.91	3.23	1.10	4.47	2.02	3.24	1.38	4.11	3.12	3.61	1.14	4.11	3.12	3.61	1.14
6.KAT	3.48	2.80	3.14	1.11	4.35	1.99	3.17	1.37	3.97	3.06	3.51	1.13	3.97	3.06	3.51	1.13
7.KAT	3.35	2.64	2.99	1.12	4.14	1.91	3.03	1.37	3.75	2.93	3.34	1.12	3.75	2.93	3.34	1.12
8.KAT	3.16	2.43	2.80	1.13	3.87	1.80	2.84	1.36	3.47	2.75	3.11	1.12	3.47	2.75	3.11	1.12
9.KAT	2.95	2.20	2.58	1.15	3.57	1.68	2.62	1.36	3.15	2.55	2.8	1.11	3.15	2.55	2.8	1.11
10.KAT	2.76	1.96	2.36	1.17	3.26	1.56	2.41	1.35	2.84	2.36	2.60	1.09	2.84	2.36	2.60	1.09
11.KAT	2.58	1.71	2.15	1.20	2.98	1.46	2.22	1.34	2.54	2.21	2.38	1.07	2.54	2.21	2.38	1.07

Ek Tablo 18. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 11 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.67	0.65	0.66	1.01	0.69	0.64	0.67	1.04	0.69	0.68	0.69	1.01	0.69	0.68	0.69	1.01
ZEMİN	2.88	2.46	2.67	1.08	3.39	1.78	2.58	1.31	3.34	2.28	2.81	1.19	3.34	2.28	2.81	1.19
1.KAT	2.96	2.91	2.94	1.01	3.88	1.91	2.90	1.34	3.64	2.64	3.14	1.16	3.64	2.64	3.14	1.16
2.KAT	3.45	3.13	3.29	1.05	4.40	2.15	3.27	1.34	4.04	3.03	3.53	1.14	4.04	3.03	3.53	1.14
3.KAT	3.73	3.24	3.48	1.07	4.67	2.29	3.48	1.34	4.24	3.25	3.74	1.13	4.24	3.25	3.74	1.13
4.KAT	3.85	3.24	3.54	1.09	4.76	2.35	3.56	1.34	4.28	3.34	3.81	1.12	4.28	3.34	3.81	1.12
5.KAT	3.85	3.18	3.51	1.10	4.72	2.35	3.54	1.34	4.22	3.33	3.77	1.12	4.22	3.33	3.77	1.12
6.KAT	3.77	3.06	3.41	1.10	4.58	2.30	3.44	1.33	4.06	3.24	3.65	1.11	4.06	3.24	3.65	1.11
7.KAT	3.62	2.89	3.25	1.1	4.37	2.21	3.29	1.3	3.85	3.11	3.48	1.11	3.85	3.11	3.48	1.11
8.KAT	3.43	2.69	3.06	1.12	4.10	2.10	3.10	1.32	3.58	2.93	3.26	1.10	3.58	2.93	3.26	1.10
9.KAT	3.23	2.47	2.85	1.13	3.81	1.99	2.90	1.31	3.29	2.75	3.02	1.09	3.29	2.75	3.02	1.09
10.KAT	3.04	2.24	2.64	1.15	3.52	1.87	2.69	1.30	3.01	2.58	2.79	1.08	3.01	2.58	2.79	1.08
11.KAT	2.87	2.01	2.44	1.18	3.25	1.78	2.51	1.29	2.74	2.43	2.59	1.06	2.74	2.43	2.59	1.06

Ek Tablo 19. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 11 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.67	0.65	0.66	1.01	0.69	0.64	0.67	1.04	0.69	0.68	0.69	1.01	0.69	0.68	0.69	1.01
ZEMİN	3.56	2.86	3.21	1.11	4.07	2.09	3.08	1.32	4.07	2.67	3.37	1.21	4.07	2.67	3.37	1.21
1.KAT	3.06	2.98	3.02	1.01	3.99	1.96	2.98	1.34	3.74	2.72	3.23	1.16	3.74	2.72	3.23	1.16
2.KAT	3.50	3.15	3.33	1.05	4.45	2.18	3.31	1.34	4.08	3.08	3.58	1.14	4.08	3.08	3.58	1.14
3.KAT	3.74	3.23	3.49	1.07	4.68	2.30	3.49	1.34	4.24	3.27	3.76	1.13	4.24	3.27	3.76	1.13
4.KAT	3.84	3.22	3.53	1.09	4.74	2.35	3.55	1.34	4.27	3.34	3.80	1.12	4.27	3.34	3.80	1.12
5.KAT	3.83	3.15	3.49	1.10	4.69	2.34	3.51	1.33	4.19	3.31	3.75	1.12	4.19	3.31	3.75	1.12
6.KAT	3.74	3.02	3.38	1.11	4.54	2.28	3.41	1.33	4.03	3.22	3.62	1.11	4.03	3.22	3.62	1.11
7.KAT	3.59	2.86	3.22	1.11	4.32	2.19	3.26	1.33	3.80	3.08	3.44	1.11	3.80	3.08	3.44	1.11
8.KAT	3.40	2.66	3.03	1.12	4.05	2.08	3.07	1.32	3.54	2.90	3.22	1.10	3.54	2.90	3.22	1.10
9.KAT	3.19	2.44	2.82	1.13	3.76	1.97	2.86	1.31	3.25	2.72	2.99	1.09	3.25	2.72	2.99	1.09
10.KAT	3.00	2.21	2.61	1.15	3.47	1.85	2.66	1.30	2.97	2.55	2.76	1.08	2.97	2.55	2.76	1.08
11.KAT	2.84	1.99	2.41	1.18	3.21	1.76	2.49	1.29	2.71	2.41	2.56	1.06	2.71	2.41	2.56	1.06

Ek Tablo 20. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 11 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk=4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.67	0.65	0.66	1.01	0.69	0.64	0.66	1.04	0.69	0.68	0.69	1.01	0.69	0.68	0.69	1.01
ZEMİN	4.31	3.26	3.79	1.14	4.79	2.41	3.60	1.33	4.86	3.06	3.96	1.23	4.86	3.06	3.96	1.23
1.KAT	3.14	3.04	3.09	1.02	4.09	2.01	3.05	1.34	3.83	2.80	3.32	1.16	3.83	2.80	3.32	1.16
2.KAT	3.55	3.17	3.36	1.06	4.49	2.20	3.35	1.34	4.12	3.12	3.62	1.14	4.12	3.12	3.62	1.14
3.KAT	3.76	3.22	3.49	1.08	4.68	2.31	3.49	1.34	4.25	3.29	3.77	1.13	4.25	3.29	3.77	1.13
4.KAT	3.83	3.20	3.51	1.09	4.72	2.34	3.53	1.34	4.25	3.34	3.79	1.12	4.25	3.34	3.79	1.12
5.KAT	3.81	3.11	3.46	1.10	4.65	2.32	3.49	1.33	4.16	3.30	3.73	1.11	4.16	3.30	3.73	1.11
6.KAT	3.70	2.99	3.35	1.11	4.49	2.26	3.38	1.33	3.99	3.20	3.59	1.11	3.99	3.20	3.59	1.11
7.KAT	3.55	2.82	3.19	1.11	4.27	2.17	3.22	1.33	3.76	3.05	3.41	1.10	3.76	3.05	3.41	1.10
8.KAT	3.36	2.63	2.99	1.12	4.00	2.06	3.03	1.32	3.50	2.87	3.19	1.10	3.50	2.87	3.19	1.10
9.KAT	3.16	2.41	2.78	1.13	3.71	1.95	2.83	1.31	3.21	2.69	2.95	1.09	3.21	2.69	2.95	1.09
10.KAT	2.97	2.18	2.58	1.15	3.43	1.84	2.63	1.30	2.93	2.52	2.73	1.08	2.93	2.52	2.73	1.08
11.KAT	2.81	1.96	2.39	1.18	3.17	1.74	2.46	1.29	2.67	2.38	2.53	1.06	2.67	2.38	2.53	1.06

Ek Tablo 21. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 11 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHK = 3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.78	0.77	0.77	1.01	0.78	0.76	0.77	1.02	0.95	0.93	0.94	1.01	0.95	0.93	0.94	1.01
ZEMİN	5.09	2.25	3.67	1.39	6.15	1.96	4.05	1.52	3.50	2.75	3.13	1.12	3.50	2.75	3.13	1.12
1.KAT	6.30	3.11	4.71	1.34	7.66	2.66	5.16	1.48	4.65	3.65	4.15	1.12	4.65	3.65	4.15	1.12
2.KAT	6.39	3.67	5.03	1.27	7.77	3.12	5.44	1.43	5.27	4.19	4.73	1.11	5.27	4.19	4.73	1.11
3.KAT	6.26	4.02	5.14	1.22	7.60	3.40	5.50	1.38	5.59	4.49	5.04	1.11	5.59	4.49	5.04	1.11
4.KAT	6.00	4.21	5.10	1.18	7.29	3.56	5.42	1.34	5.67	4.59	5.13	1.11	5.67	4.59	5.13	1.11
5.KAT	5.67	4.26	4.96	1.14	6.87	3.60	5.24	1.31	5.59	4.54	5.06	1.10	5.59	4.54	5.06	1.10
6.KAT	5.26	4.20	4.73	1.11	3.36	3.56	4.96	1.28	5.36	4.38	4.87	1.10	5.36	4.38	4.87	1.10
7.KAT	4.76	4.07	4.41	1.08	5.74	3.45	4.60	1.25	5.04	4.14	4.59	1.10	5.04	4.14	4.59	1.10
8.KAT	4.19	3.88	4.03	1.04	5.03	3.30	4.16	1.21	4.66	3.85	4.25	1.09	4.66	3.85	4.25	1.09
9.KAT	3.66	3.54	3.60	1.02	4.22	3.13	3.68	1.15	4.24	3.54	3.89	1.09	4.24	3.54	3.89	1.09
10.KAT	3.46	2.84	3.15	1.10	3.35	2.96	3.16	1.06	3.84	3.26	3.55	1.08	3.84	3.26	3.55	1.08
11.KAT	3.28	2.15	2.72	1.21	2.82	2.49	2.65	1.06	3.49	3.02	3.26	1.07	3.49	3.02	3.26	1.07

Ek Tablo 22. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 11 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHK = 3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+ %5				- %5				+ %5				- %5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.77	0.76	0.77	1.00	0.77	0.75	0.76	1.02	0.95	0.93	0.94	1.01	0.95	0.93	0.94	1.01
ZEMİN	6.94	2.74	4.84	1.43	8.40	2.38	5.39	1.56	4.36	3.35	3.85	1.13	4.36	3.35	3.85	1.13
1.KAT	6.37	3.19	4.78	1.33	7.74	2.73	5.23	1.48	4.79	3.76	4.28	1.12	4.79	3.76	4.28	1.12
2.KAT	6.29	3.70	5.00	1.26	7.65	3.14	5.40	1.42	5.33	4.26	4.79	1.11	5.33	4.26	4.79	1.11
3.KAT	6.13	4.02	5.07	1.21	7.44	3.40	5.42	1.37	5.60	4.51	5.05	1.11	5.60	4.51	5.05	1.11
4.KAT	5.87	4.17	5.02	1.17	7.12	3.53	5.32	1.34	5.65	4.58	5.11	1.10	5.65	4.58	5.11	1.10
5.KAT	5.53	4.21	4.87	1.14	6.70	3.56	5.13	1.31	5.54	4.51	5.03	1.10	5.54	4.51	5.03	1.10
6.KAT	5.13	4.14	4.63	1.11	6.19	3.51	4.85	1.28	5.30	4.34	4.82	1.10	5.30	4.34	4.82	1.10
7.KAT	4.64	4.00	4.32	1.07	5.59	3.40	4.49	1.24	4.98	4.09	4.54	1.10	4.98	4.09	4.54	1.10
8.KAT	4.08	3.81	3.95	1.03	4.90	3.24	4.07	1.20	4.59	3.80	4.20	1.09	4.59	3.80	4.20	1.09
9.KAT	3.60	3.46	3.53	1.02	4.12	3.07	3.59	1.15	4.18	3.49	3.84	1.09	4.18	3.49	3.84	1.09
10.KAT	3.40	2.78	3.09	1.10	3.27	2.91	3.09	1.06	3.79	3.21	3.50	1.08	3.79	3.21	3.50	1.08
11.KAT	3.23	2.11	2.67	1.21	2.77	2.44	2.60	1.06	3.44	2.98	3.21	1.07	3.44	2.98	3.21	1.07

Ek Tablo 23. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 11 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z _{Hk} = 4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.57	0.56	0.56	1.00	0.57	0.55	0.56	1.02	0.70	0.69	0.70	1.01	0.70	0.69	0.70	1.01
ZEMİN	6.58	2.34	4.46	1.48	7.98	2.03	5.01	1.59	3.85	2.89	3.37	1.14	3.85	2.89	3.37	1.14
1.KAT	4.62	2.35	3.49	1.33	5.61	2.01	3.81	1.47	3.58	2.82	3.20	1.12	3.58	2.82	3.20	1.12
2.KAT	4.43	2.68	3.56	1.25	5.38	2.27	3.83	1.41	3.91	3.14	3.52	1.11	3.91	3.14	3.52	1.11
3.KAT	4.28	2.88	3.58	1.20	5.20	2.44	3.82	1.36	4.06	3.29	3.67	1.11	4.06	3.29	3.67	1.11
4.KAT	4.09	2.97	3.53	1.16	4.96	2.52	3.74	1.33	4.08	3.32	3.70	1.10	4.08	3.32	3.70	1.10
5.KAT	3.86	2.99	3.42	1.13	4.67	2.53	3.60	1.30	3.99	3.26	3.62	1.10	3.99	3.26	3.62	1.10
6.KAT	3.59	2.94	3.26	1.10	4.33	2.49	3.41	1.27	3.82	3.13	3.48	1.10	3.82	3.13	3.48	1.10
7.KAT	3.27	2.84	3.05	1.07	3.93	2.41	3.17	1.24	3.60	2.96	3.28	1.10	3.60	2.96	3.28	1.10
8.KAT	2.89	2.71	2.80	1.03	3.47	2.31	2.89	1.20	3.33	2.76	3.04	1.09	3.33	2.76	3.04	1.09
9.KAT	2.56	2.46	2.51	1.02	2.93	2.19	2.56	1.15	3.05	2.55	2.80	1.09	3.05	2.55	2.80	1.09
10.KAT	2.42	1.99	2.21	1.10	2.35	2.07	2.21	1.06	2.77	2.35	2.56	1.08	2.77	2.35	2.56	1.08
11.KAT	2.30	1.52	1.91	1.20	1.98	1.75	1.87	1.06	2.53	2.18	2.35	1.07	2.53	2.18	2.35	1.07

Ek Tablo 24. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 11 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

11 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHK = 4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.56	0.55	0.56	1.00	0.56	0.54	0.55	1.02	0.70	0.69	0.70	1.01	0.70	0.69	0.70	1.01
ZEMİN	8.38	2.71	5.54	1.51	10.18	2.35	6.27	1.62	4.58	3.35	3.96	1.16	4.58	3.35	3.96	1.16
1.KAT	4.63	2.39	3.51	1.32	5.63	2.04	3.83	1.47	3.67	2.89	3.28	1.12	3.67	2.89	3.28	1.12
2.KAT	4.34	2.68	3.51	1.24	5.27	2.28	3.78	1.40	3.95	3.18	3.56	1.11	3.95	3.18	3.56	1.11
3.KAT	4.17	2.86	3.51	1.19	5.06	2.42	3.74	1.35	4.07	3.30	3.68	1.10	4.07	3.30	3.68	1.10
4.KAT	3.97	2.94	3.46	1.15	4.82	2.49	3.65	1.32	4.06	3.31	3.68	1.10	4.06	3.31	3.68	1.10
5.KAT	3.75	2.94	3.34	1.12	4.53	2.49	3.51	1.29	3.96	3.24	3.60	1.10	3.96	3.24	3.60	1.10
6.KAT	3.48	2.88	3.18	1.09	4.20	2.45	3.32	1.26	3.78	3.10	3.44	1.10	3.78	3.10	3.44	1.10
7.KAT	3.17	2.78	2.98	1.07	3.81	2.36	3.09	1.23	3.55	2.93	3.24	1.10	3.55	2.93	3.24	1.10
8.KAT	2.81	2.65	2.73	1.03	3.36	2.26	2.81	1.20	3.29	2.73	3.01	1.09	3.29	2.73	3.01	1.09
9.KAT	2.50	2.39	2.45	1.02	2.84	2.14	2.49	1.14	3.01	2.51	2.76	1.09	3.01	2.51	2.76	1.09
10.KAT	2.36	1.94	2.15	1.10	2.28	2.03	2.15	1.06	2.74	2.32	2.53	1.08	2.74	2.32	2.53	1.08
11.KAT	2.25	1.48	1.86	1.21	1.93	1.71	1.82	1.06	2.49	2.15	2.32	1.07	2.49	2.15	2.32	1.07

Ek Tablo 25. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 14 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk = 3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.76	0.74	0.75	1.01	0.78	0.73	0.76	1.03	0.78	0.77	0.78	1.01	0.78	0.77	0.78	1.01
ZEMİN	2.40	2.22	2.31	1.04	2.92	1.61	2.26	1.29	2.82	2.04	2.43	1.16	2.82	2.04	2.43	1.16
1.KAT	3.09	3.04	3.07	1.01	4.02	2.03	3.02	1.33	3.75	2.75	3.25	1.15	3.75	2.75	3.25	1.15
2.KAT	3.69	3.36	3.52	1.05	4.68	2.33	3.51	1.34	4.28	3.23	3.76	1.14	4.28	3.23	3.76	1.14
3.KAT	4.08	3.54	3.81	1.07	5.08	2.53	3.81	1.33	4.59	3.54	4.07	1.13	4.59	3.54	4.07	1.13
4.KAT	4.30	3.62	3.96	1.09	5.30	2.65	3.98	1.33	4.74	3.72	4.23	1.12	4.74	3.72	4.23	1.12
5.KAT	4.40	3.63	4.01	1.10	5.37	2.70	4.04	1.33	4.78	3.79	4.28	1.11	4.78	3.79	4.28	1.11
6.KAT	4.40	3.58	3.99	1.10	5.34	2.71	4.03	1.33	4.72	3.78	4.25	1.11	4.72	3.78	4.25	1.11
7.KAT	4.33	3.48	3.91	1.11	5.23	2.67	3.95	1.32	4.61	3.72	4.16	1.11	4.61	3.72	4.16	1.11
8.KAT	4.21	3.36	3.78	1.11	5.06	2.60	3.83	1.32	4.43	3.60	4.02	1.10	4.43	3.60	4.02	1.10
9.KAT	4.05	3.20	3.62	1.12	4.83	2.50	3.67	1.32	4.22	3.45	3.84	1.10	4.22	3.45	3.84	1.10
10.KAT	3.85	3.01	3.43	1.12	4.57	2.39	3.48	1.31	3.97	3.28	3.63	1.10	3.97	3.28	3.63	1.10
11.KAT	3.64	2.81	3.22	1.13	4.28	2.27	3.28	1.31	3.70	3.09	3.39	1.09	3.70	3.09	3.39	1.09
12.KAT	3.42	2.59	3.01	1.14	3.98	2.15	3.06	1.30	3.42	2.90	3.16	1.08	3.42	2.90	3.16	1.08
13.KAT	3.23	2.38	2.80	1.15	3.70	2.04	2.87	1.29	3.14	2.73	2.94	1.07	3.14	2.73	2.94	1.07
14.KAT	3.07	2.16	2.62	1.17	3.44	1.95	2.69	1.28	2.89	2.59	2.74	1.05	2.89	2.59	2.74	1.05

Ek Tablo 26. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 14 katlı referans sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI REFERANS SİSTEM (Z _{Hk} = 3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}
BODRUM	0.76	0.74	0.75	1.01	0.78	0.73	0.76	1.03	0.78	0.77	0.78	1.01	0.78	0.77	0.78	1.01
ZEMİN	2.40	2.22	2.31	1.04	2.92	1.61	2.26	1.29	2.82	2.04	2.43	1.16	2.82	2.04	2.43	1.16
1.KAT	3.09	3.04	3.07	1.01	4.02	2.03	3.02	1.33	3.75	2.75	3.25	1.15	3.75	2.75	3.25	1.15
2.KAT	3.69	3.36	3.52	1.05	4.68	2.33	3.51	1.34	4.28	3.23	3.76	1.14	4.28	3.23	3.76	1.14
3.KAT	4.08	3.54	3.81	1.07	5.08	2.53	3.81	1.33	4.59	3.55	4.07	1.13	4.59	3.55	4.07	1.13
4.KAT	4.30	3.62	3.96	1.09	5.30	2.65	3.98	1.33	4.74	3.72	4.23	1.12	4.74	3.72	4.23	1.12
5.KAT	4.40	3.63	4.01	1.10	5.37	2.70	4.04	1.33	4.78	3.79	4.28	1.11	4.78	3.79	4.28	1.11
6.KAT	4.40	3.58	3.99	1.10	5.34	2.71	4.03	1.33	4.72	3.78	4.25	1.11	4.72	3.78	4.25	1.11
7.KAT	4.33	3.48	3.91	1.11	5.23	2.67	3.95	1.32	4.61	3.72	4.16	1.11	4.61	3.72	4.16	1.11
8.KAT	4.21	3.36	3.78	1.11	5.06	2.60	3.83	1.32	4.43	3.60	4.02	1.10	4.43	3.60	4.02	1.10
9.KAT	4.05	3.20	3.62	1.12	4.83	2.50	3.67	1.32	4.22	3.45	3.84	1.10	4.22	3.45	3.84	1.10
10.KAT	3.85	3.01	3.43	1.12	4.57	2.39	3.48	1.31	3.97	3.28	3.63	1.10	3.97	3.28	3.63	1.10
11.KAT	3.64	2.81	3.22	1.13	4.28	2.27	3.28	1.31	3.70	3.09	3.39	1.09	3.70	3.09	3.39	1.09
12.KAT	3.42	2.59	3.01	1.14	3.98	2.15	3.06	1.3	3.42	2.90	3.16	1.08	3.42	2.90	3.16	1.08
13.KAT	3.23	2.38	2.80	1.15	3.70	2.04	2.87	1.29	3.14	2.73	2.94	1.07	3.14	2.73	2.94	1.07
14.KAT	3.07	2.16	2.62	1.17	3.44	1.95	2.69	1.28	2.89	2.52	2.74	1.05	2.89	2.59	2.74	1.05

Ek Tablo 27. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 14 katlı referans sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI REFERANS SİSTEM (ZHk = 4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.76	0.74	0.75	1.01	0.78	0.73	0.76	1.03	0.78	0.77	0.78	1.01	0.78	0.77	0.78	1.01
ZEMİN	3.79	3.10	3.45	1.10	4.34	2.29	3.32	1.31	4.31	2.88	3.59	1.20	4.31	2.88	3.59	1.20
1.KAT	3.32	3.20	3.26	1.02	4.29	2.15	3.22	1.33	3.99	2.94	3.47	1.15	3.99	2.94	3.47	1.15
2.KAT	3.84	3.42	3.63	1.06	4.83	2.41	3.62	1.33	4.40	3.36	3.88	1.13	4.40	3.36	3.88	1.13
3.KAT	4.15	3.55	3.85	1.08	5.14	2.57	3.86	1.33	4.63	3.61	4.12	1.12	4.63	3.61	4.12	1.12
4.KAT	4.32	3.60	3.96	1.09	5.30	2.66	3.98	1.33	4.73	3.74	4.24	1.12	4.73	3.74	4.24	1.12
5.KAT	4.38	3.59	3.98	1.10	5.33	2.70	4.02	1.33	4.74	3.78	4.26	1.11	4.74	3.78	4.26	1.11
6.KAT	4.36	3.53	3.94	1.11	5.28	2.68	3.98	1.33	4.66	3.75	4.21	1.11	4.66	3.75	4.21	1.11
7.KAT	4.28	3.43	3.85	1.11	5.15	2.64	3.90	1.32	4.53	3.67	4.10	1.11	4.53	3.67	4.10	1.11
8.KAT	4.15	3.30	3.72	1.11	4.97	2.57	3.77	1.32	4.36	3.55	3.95	1.10	4.36	3.55	3.95	1.10
9.KAT	3.98	3.14	3.56	1.12	4.75	2.47	3.61	1.32	4.14	3.40	3.77	1.10	4.14	3.40	3.77	1.10
10.KAT	3.79	2.96	3.38	1.12	4.49	2.36	3.42	1.31	3.90	3.23	3.56	1.09	3.90	3.23	3.56	1.09
11.KAT	3.58	2.77	3.17	1.13	4.20	2.24	3.22	1.30	3.63	3.04	3.33	1.09	3.63	3.04	3.33	1.09
12.KAT	3.37	2.55	2.96	1.14	3.91	2.12	3.02	1.30	3.35	2.85	3.10	1.08	3.35	2.85	3.10	1.08
13.KAT	3.18	2.34	2.76	1.15	3.64	2.01	2.82	1.29	3.09	2.69	2.89	1.07	3.09	2.69	2.89	1.07
14.KAT	3.03	2.13	2.58	1.17	3.39	1.92	2.66	1.28	2.84	2.55	2.70	1.05	2.84	2.55	2.70	1.05

Ek Tablo 28. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 14 katlı referans sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI REFERANS SİSTEM (Z _{Hk} = 4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.77	0.75	0.76	1.01	0.79	0.74	0.76	1.03	0.79	0.77	0.78	1.01	0.79	0.77	0.78	1.01
ZEMİN	4.65	3.58	4.12	1.13	5.18	2.67	3.93	1.32	5.15	3.31	4.23	1.22	5.15	3.31	4.23	1.22
1.KAT	3.46	3.31	3.39	1.02	4.46	2.23	3.35	1.33	4.10	3.03	3.57	1.15	4.10	3.03	3.57	1.15
2.KAT	3.95	3.49	3.72	1.06	4.95	2.47	3.71	1.33	4.45	3.41	3.93	1.13	4.45	3.41	3.93	1.13
3.KAT	4.23	3.59	3.91	1.08	5.22	2.62	3.92	1.33	4.65	3.63	4.14	1.12	4.65	3.63	4.14	1.12
4.KAT	4.37	3.63	4.00	1.09	5.35	2.70	4.02	1.33	4.73	3.74	4.24	1.12	4.73	3.74	4.24	1.12
5.KAT	4.42	3.61	4.01	1.10	5.37	2.72	4.05	1.33	4.72	3.77	4.24	1.11	4.72	3.77	4.24	1.11
6.KAT	4.39	3.54	3.96	1.11	5.30	2.70	4.00	1.32	4.63	3.73	4.18	1.11	4.63	3.73	4.18	1.11
7.KAT	4.30	3.44	3.87	1.11	5.17	2.65	3.91	1.32	4.50	3.65	4.07	1.10	4.50	3.65	4.07	1.10
8.KAT	4.17	3.31	3.74	1.12	4.99	2.58	3.78	1.32	4.32	3.53	3.92	1.10	4.32	3.53	3.92	1.10
9.KAT	4.00	3.15	3.57	1.12	4.76	2.48	3.62	1.31	4.11	3.37	3.74	1.10	4.11	3.37	3.74	1.10
10.KAT	3.80	2.97	3.39	1.12	4.50	2.37	3.43	1.31	3.86	3.20	3.53	1.09	3.86	3.20	3.53	1.09
11.KAT	3.59	2.77	3.18	1.13	4.21	2.25	3.23	1.30	3.60	3.01	3.30	1.09	3.60	3.01	3.30	1.09
12.KAT	3.38	2.56	2.97	1.14	3.92	2.13	3.03	1.30	3.32	2.83	3.07	1.08	3.32	2.83	3.07	1.08
13.KAT	3.19	2.35	2.77	1.15	3.65	2.02	2.83	1.29	3.06	2.66	2.86	1.07	3.06	2.66	2.86	1.07
14.KAT	3.04	2.14	2.59	1.17	3.40	1.93	2.67	1.27	2.82	2.53	2.68	1.05	2.82	2.53	2.68	1.05

Ek Tablo 29. Zemin kat yüksekliği 3 m olan 14 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z _{Hk} = 3 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}	(Δ _i) _{max} (mm)	(Δ _i) _{min} (mm)	(Δ _i) _{ort} (mm)	η _{bi}
BODRUM	0.64	0.63	0.64	1.01	0.64	0.62	0.63	1.01	0.76	0.75	0.75	1.01	0.76	0.75	0.75	1.01
ZEMİN	3.86	1.78	2.82	1.37	4.65	1.55	3.10	1.50	2.67	2.12	2.39	1.12	2.67	2.12	2.39	1.12
1.KAT	4.79	2.46	3.62	1.32	5.80	2.11	3.96	1.47	3.56	2.81	3.18	1.12	3.56	2.81	3.18	1.12
2.KAT	4.89	2.92	3.91	1.25	5.93	2.49	4.21	1.41	4.06	3.26	3.66	1.11	4.06	3.26	3.66	1.11
3.KAT	4.84	3.23	4.04	1.20	5.87	2.75	4.31	1.36	4.36	3.52	3.94	1.11	4.36	3.52	3.94	1.11
4.KAT	4.73	3.43	4.08	1.16	5.73	2.91	4.32	1.33	4.49	3.66	4.08	1.10	4.49	3.66	4.08	1.10
5.KAT	4.59	3.53	4.06	1.13	5.55	3.00	4.27	1.30	4.52	3.69	4.10	1.10	4.52	3.69	4.10	1.10
6.KAT	4.42	3.56	3.99	1.11	5.33	3.02	4.18	1.28	4.45	3.65	4.05	1.10	4.45	3.65	4.05	1.10
7.KAT	4.22	3.53	3.87	1.09	5.08	3.00	4.04	1.26	4.32	3.55	3.94	1.10	4.32	3.55	3.94	1.10
8.KAT	3.99	3.44	3.72	1.07	4.79	2.93	3.86	1.24	4.14	3.41	3.78	1.10	4.14	3.41	3.78	1.10
9.KAT	3.72	3.32	3.52	1.06	4.45	2.84	3.65	1.22	3.92	3.24	3.58	1.09	3.92	3.24	3.58	1.09
10.KAT	3.41	3.17	3.29	1.04	4.06	2.72	3.39	1.20	3.66	3.04	3.35	1.09	3.66	3.04	3.35	1.09
11.KAT	3.05	3.01	3.03	1.01	3.62	2.59	3.10	1.17	3.39	2.83	3.11	1.09	3.39	2.83	3.11	1.09
12.KAT	2.84	2.65	2.75	1.03	3.12	2.46	2.79	1.12	3.11	2.62	2.86	1.09	3.11	2.62	2.86	1.09
13.KAT	2.69	2.21	2.45	1.10	2.57	2.33	2.45	1.05	2.84	2.43	2.64	1.08	2.84	2.43	2.64	1.08
14.KAT	2.57	1.77	2.17	1.19	2.23	2.01	2.12	1.05	2.61	2.27	2.44	1.07	2.61	2.27	2.44	1.07

Ek Tablo 30. Zemin kat yüksekliği 3,5 m olan 14 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHK = 3,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.64	0.63	0.63	1.00	0.64	0.62	0.63	1.02	0.76	0.75	0.75	1.01	0.76	0.75	0.75	1.01
ZEMİN	5.26	2.16	3.71	1.42	6.36	1.89	4.12	1.54	3.33	2.58	2.96	1.13	3.33	2.58	2.96	1.13
1.KAT	4.86	2.53	3.70	1.31	5.89	2.17	4.03	1.46	3.67	2.91	3.29	1.12	3.67	2.91	3.29	1.12
2.KAT	4.84	2.96	3.90	1.24	5.87	2.52	4.19	1.40	4.12	3.31	3.72	1.11	4.12	3.31	3.72	1.11
3.KAT	4.77	3.25	4.01	1.19	5.78	2.76	4.27	1.35	4.38	3.55	3.96	1.10	4.38	3.55	3.96	1.10
4.KAT	4.65	3.42	4.04	1.15	5.63	2.90	4.27	1.32	4.49	3.66	4.07	1.10	4.49	3.66	4.07	1.10
5.KAT	4.51	3.51	4.01	1.12	5.45	2.98	4.21	1.29	4.50	3.68	4.09	1.10	4.50	3.68	4.09	1.10
6.KAT	4.34	3.53	3.93	1.10	5.23	3.00	4.11	1.27	4.42	3.63	4.02	1.10	4.42	3.63	4.02	1.10
7.KAT	4.14	3.49	3.81	1.09	4.98	2.97	3.97	1.25	4.28	3.53	3.90	1.10	4.28	3.53	3.90	1.10
8.KAT	3.92	3.40	3.66	1.07	4.70	2.90	3.80	1.24	4.10	3.38	3.74	1.10	4.10	3.38	3.74	1.10
9.KAT	3.65	3.28	3.46	1.05	4.37	2.80	3.59	1.22	3.88	3.21	3.54	1.09	3.88	3.21	3.54	1.09
10.KAT	3.35	3.13	3.24	1.03	3.98	2.68	3.33	1.20	3.62	3.01	3.32	1.09	3.62	3.01	3.32	1.09
11.KAT	3.00	2.96	2.98	1.01	3.55	2.55	3.05	1.16	3.35	2.80	3.08	1.09	3.35	2.80	3.08	1.09
12.KAT	2.80	2.61	2.70	1.04	3.06	2.42	2.74	1.12	3.07	2.59	2.83	1.09	3.07	2.59	2.83	1.09
13.KAT	2.65	2.18	2.42	1.10	2.53	2.30	2.41	1.05	2.81	2.40	2.61	1.08	2.81	2.40	2.61	1.08
14.KAT	2.53	1.74	2.14	1.19	2.20	1.98	2.09	1.05	2.58	2.25	2.41	1.07	2.58	2.25	2.41	1.07

Ek Tablo 31. Zemin kat yüksekliği 4 m olan 14 katlı numune sistemin göreceli kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI NUMUNE SİSTEM (Z _{Hk} = 4 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}	(Δ_i) _{max} (mm)	(Δ_i) _{min} (mm)	(Δ_i) _{ort} (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.63	0.63	0.63	1.00	0.63	0.61	0.62	1.02	0.76	0.75	0.75	1.01	0.76	0.75	0.75	1.01
ZEMİN	6.92	2.56	4.74	1.46	8.38	2.23	5.31	1.58	4.04	3.05	3.55	1.14	4.04	3.05	3.55	1.14
1.KAT	4.91	2.60	3.75	1.31	5.96	2.22	4.09	1.46	3.78	3.00	3.39	1.12	3.78	3.00	3.39	1.12
2.KAT	4.78	2.99	3.88	1.23	5.79	2.54	4.17	1.39	4.18	3.37	3.77	1.11	4.18	3.37	3.77	1.11
3.KAT	4.68	3.25	3.96	1.18	5.67	2.76	4.21	1.35	4.40	3.57	3.98	1.10	4.40	3.57	3.98	1.10
4.KAT	4.56	3.40	3.98	1.15	5.52	2.89	4.20	1.31	4.48	3.66	4.07	1.10	4.48	3.66	4.07	1.10
5.KAT	4.41	3.48	3.95	1.12	5.33	2.95	4.14	1.29	4.47	3.67	4.07	1.10	4.47	3.67	4.07	1.10
6.KAT	4.25	3.48	3.86	1.10	5.12	2.96	4.04	1.27	4.39	3.61	4.00	1.10	4.39	3.61	4.00	1.10
7.KAT	4.06	3.44	3.75	1.08	4.88	2.93	3.90	1.25	4.25	3.50	3.87	1.10	4.25	3.50	3.87	1.10
8.KAT	3.84	3.35	3.59	1.07	4.60	2.86	3.73	1.23	4.06	3.35	3.71	1.10	4.06	3.35	3.71	1.10
9.KAT	3.58	3.22	3.40	1.05	4.27	2.76	3.52	1.22	3.84	3.18	3.51	1.09	3.84	3.18	3.51	1.09
10.KAT	3.28	3.07	3.18	1.03	3.90	2.64	3.27	1.19	3.58	2.98	3.28	1.09	3.58	2.98	3.28	1.09
11.KAT	2.93	2.91	2.92	1.00	3.47	2.51	2.99	1.16	3.32	2.77	3.04	1.09	3.32	2.77	3.04	1.09
12.KAT	2.75	2.55	2.65	1.04	3.00	2.38	2.69	1.11	3.04	2.56	2.80	1.09	3.04	2.56	2.80	1.09
13.KAT	2.61	2.14	2.37	1.10	2.47	2.26	2.37	1.04	2.78	2.38	2.58	2.58	2.78	2.38	2.58	1.08
14.KAT	2.49	1.71	2.10	1.19	2.17	1.95	2.06	1.05	2.56	2.22	2.39	2.39	2.56	2.22	2.39	1.07

Ek Tablo 32. Zemin kat yüksekliği 4,5 m olan 14 katlı numune sistemin görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği değerleri

14 KATLI NUMUNE SİSTEM (ZHk = 4,5 m)																
X Yönü									Y Yönü							
Katlar	+%5				-%5				+%5				-%5			
Kat	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}	(Δ_i)max (mm)	(Δ_i)min (mm)	(Δ_i)ort (mm)	η_{bi}
BODRUM	0.62	0.62	0.62	1.00	0.63	0.60	0.62	1.02	0.77	0.75	0.76	1.01	0.77	0.75	0.76	1.01
ZEMİN	8.85	2.97	5.91	1.50	10.74	2.59	6.66	1.61	4.84	3.57	4.20	1.15	4.84	3.57	4.20	1.15
1.KAT	4.95	2.65	3.80	1.30	6.01	2.26	4.14	1.45	3.91	3.10	3.51	1.12	3.91	3.10	3.51	1.12
2.KAT	4.71	3.01	3.86	1.22	5.70	2.56	4.13	1.38	4.25	3.44	3.85	1.11	4.25	3.44	3.85	1.11
3.KAT	4.59	3.24	3.91	1.17	5.56	2.75	4.15	1.34	4.44	3.61	4.03	1.10	4.44	3.61	4.03	1.10
4.KAT	4.46	3.38	3.92	1.14	5.39	2.86	4.13	1.31	4.50	3.68	4.09	1.10	4.50	3.68	4.09	1.10
5.KAT	4.32	3.43	3.88	1.11	5.21	2.92	4.06	1.28	4.48	3.67	4.08	1.10	4.48	3.67	4.08	1.10
6.KAT	4.15	3.43	3.79	1.09	5.00	2.92	3.96	1.26	4.38	3.60	3.99	1.10	4.38	3.60	3.99	1.10
7.KAT	3.96	3.38	3.67	1.08	4.76	2.88	3.82	1.25	4.23	3.49	3.86	1.10	4.23	3.49	3.86	1.10
8.KAT	3.75	3.29	3.52	1.07	4.49	2.81	3.65	1.23	4.04	3.34	3.69	1.10	4.04	3.34	3.69	1.10
9.KAT	3.49	3.16	3.33	1.05	4.17	2.71	3.44	1.21	3.82	3.16	3.49	1.09	3.82	3.16	3.49	1.09
10.KAT	3.20	3.01	3.11	1.03	3.80	2.59	3.20	1.19	3.57	2.97	3.27	1.09	3.57	2.97	3.27	1.09
11.KAT	2.87	2.85	2.86	1.00	3.39	2.46	2.92	1.16	3.30	2.76	3.03	1.09	3.30	2.76	3.03	1.09
12.KAT	2.70	2.50	2.60	1.04	2.92	2.33	2.63	1.11	3.03	2.55	2.79	1.08	3.03	2.55	2.79	1.08
13.KAT	2.55	2.09	2.32	1.10	2.42	2.22	2.32	1.04	2.77	2.37	2.57	1.08	2.77	2.37	2.57	1.08
14.KAT	2.44	1.68	2.06	1.18	2.12	1.91	2.02	1.05	2.54	2.21	2.38	1.07	2.54	2.21	2.38	1.07

ÖZGEÇMİŞ

Sema NASIROĞLU, 20.01.1991 yılında Batman'ın Kayabağı Köyü'nde doğdu. Ortaokul eğitimini Mehmet Emin Şimşek İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimini ise Turgut Özal Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2014 yılında bu bölümden mezun oldu. 2015 yılında C Sınıfı İş Güvenliği Sertifikası alarak İş Güvenliği Uzmanı unvanını aldı. 2016 yılında Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Teknolojileri Bölümü Yapı Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

