

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARDA  
BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL  
OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ  
YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

**Özgür GELMEDİ**

**Ocak, 2011**  
**İZMİR**

**BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARDA  
BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL  
OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ  
YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı Anabilim Dalı**

**Özgür GELMEDİ**

**Ocak, 2011  
İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**ÖZGÜR GELMEDİ** tarafından **PROF.DR. ÖMER ZAFER ALKU** yönetiminde hazırlanan “**BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARDA BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....  
Prof.Dr. Ömer Zafer ALKU

Danışman

.....  
Prof.Dr. Mustafa DÜZGÜN

Jüri Üyesi

.....  
Yard.Doç. Ayhan NUHOĞLU

Jüri Üyesi

.....  
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince engin bilgi birikimi, görüş ve tecrübesinden yararlandığım değerli danışman hocam Sayın Prof.Dr. Ömer Zafer ALKU'ya, hiçbir konuda yardımlarını benden esirgemediği ve göstermiş olduğu sabır için kendisine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimin boyunca kendilerinden ders aldığım ve bir inşaat mühendisi olarak ulaşmak istediğim hedefe doğru büyük adımlar atmamı sağlayan DEÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri Sayın Prof. Dr. Hikmet Hüseyin ÇATAL'a, Sayın Prof. Dr. Serap KAHRAMAN'a ve Sayın Doç.Dr. Halit YAZICI'ya vermiş oldukları emek ve göstermiş oldukları özveri için teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması sırasında, konunun belirlenmesinden koymuş olduğum son noktaya kadar bilgi birikimini büyük bir sabırla paylaşan ve en yoğun zamanında dahi beni tebessümle karşılayan Dr. Özgür BOZDAĞ ile her türlü imkanımı seferber eden aile dostum Araş.Gör. Ender BAŞARI'ya ne kadar teşekkür etsem azdır.

Doğduğum günden beri kendilerini unutup bugünlere gelmem için maddi manevi tüm varlıklarını ortaya koyan, tek ödülleri evlatlarının mutluluğu ve başarısı olan, yaşam değerleri ile daima bana model olmuş canım Annem'in ve Babam'ın şükran ve muhabbetle ellerinden öperim.

Çalışmak zorunda olup da paylaşamayıp yitirdiğimiz anlar için Sevgili Eşimin ve hayat bağımız Oğlumun hoşgörüsüne sığınıyorum. Desteğiniz olmasa buralara gelemezdim.

Özgür GELMEDİ

# BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARDA BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

## ÖZ

Bugün, önde gelen birçok deprem yönetmeliği ile depreme dayanıklı yapı tasarımında ön standart niteliğindeki dokümanda, yapı sistemlerindeki düzensizliklere geniş yer verilmiştir. Planda ve düşeyde olmak üzere genelde iki ana başlık altında incelenen yapısal düzensizlikler arasında, karmaşık doğası, hasar potansiyeli ve hatta simetrik ve düzenli yapı sistemlerinde dahi varlığı sebebi ile en popüler olanı bir planda düzensizlik durumu olan burulma düzensizliğidir. Bu çalışmada, betonarme çerçeve tipi yapıların burulma düzensizliği katsayıları, doğrusal elastik ve doğrusal olmayan statik artımsal itme analiz yöntemleri ile hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Araştırmada yapısal model olarak farklı kat sayısı (1, 2, 5, 8), açıklık sayısı (3, 4, 5, 6, 7, 8) ve ek dışmerkezliğe (% 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30) sahip 168 adet betonarme çerçeve tipi bina ele alınmıştır. Doğrusal elastik hesaplamalar STA4-CAD programında mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Doğrusal olmayan artımsal statik itme analizlerinde ise ikisi tek modlu (birinci mod şekli ile orantılı ve uniform) biri çok modlu (modifiye modal itme analizi - MMPA) olmak üzere üç farklı yük dağılımı kullanılmıştır. Doğrusal olmayan çözümlenmelerde SAP2000 programı kullanılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Burulma düzensizliği, doğrusal olmayan statik artımsal itme analizi

# **INVESTIGATION OF TORSIONAL IRREGULARITY IN REINFORCED CONCRETE FRAME STRUCTURES BY USING NONLINEAR STATIC PROCEDURES**

## **ABSTRACT**

Today, world's many foremost codes and/or pre-standart nature of earthquake resistant structural design documents have given wide coverage to sturctural irregularities. Among of the sturctural irregularities, often studied under two main headings: plan and vertical, the most popular one is torsional irregularity because of its seismic damage potential, complex nature and presence occuring even in structures which are symmetric both in plan geometry and stiffness distribution of structural elements. In this study, torsional irregularity coefficients of reinforced concrete frame structures have been calculated with both a linear elastic dynamic analysis and nonlinear static procedures and comparatively investigated. 168 number of buildings which have different story numbers (1, 2, 5, 8), numbers of bay (3, 4, 5, 6, 7, 8) and eccentricity (% 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30) have been choosen as structural models. STA4-CAD structural analysis program has been used for the linear elastic dynamic analysis. Two constant lateral load patterns, proportional to the shape of the fundamental mode of vibration of the structure and uniform, have been preferred for the single-mode nonlinear static analysis. At the same time to take into account of higher modes contribution of the torsional effects, Modifiye Modal Pushover Analysis procedure have been used for the multi-mode nonlinear static analysis SAP2000 package program have been used for the nonlinear static procedures.

**Keywords:** Torsional irregularity, pushover analysis

## İÇİNDEKİLER

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....  | ii           |
| TEŞEKKÜR .....  | iii          |
| ÖZ .....  | iv           |
| ABSTRACT .....  | v            |
| <b>BÖLÜM BİR – GİRİŞ .....</b>  | <b>1</b>     |
| 1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....   | 2            |
| 1.2 Önceki Çalışmalar .....   | 3            |
| 1.2.1 Düzenli ve Düzensiz Yapı Sistemlerine Ait Deprem Taleplerinin<br>Doğrusal Olmayan Statik İtme Analiz Yöntemleri İle Elde Edilmesine<br>Yönelik Çalışma Özetleri ..... | 4            |
| 1.2.2 Burulma Düzensizliğinin Yapı Sistemleri Üzerindeki Etkilerinin<br>İncelenmesine Yönelik Çalışma Özetleri.....   | 9            |
| <b>BÖLÜM İKİ – BURULMA DÜZENSİZLİĞİ .....</b>   | <b>13</b>    |
| 2.1 Giriş .....   | 13           |
| 2.2 D.B.Y.B.H.E. 2007’de Burulma Düzensizliği .....   | 15           |
| 2.3 Diğer Ülkelere Ait Deprem Yönetmeliklerinde Burulma Düzensizliği .....  | 18           |
| 2.3.1 EN 1998 Eurocode 8: Design of Structures For Earthquake Resistance  | 21           |
| 2.3.1.1 Ek Dışmerkezlik Etkisi .....  | 22           |
| 2.3.1.2 Analiz Yöntemi .....  | 23           |
| 2.3.1.3 Burulma Etkileri .....  | 24           |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.2 2009 National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP)<br>Recommended Seismic Provisions For New Buildings and Other<br>Structures (FEMA P-750) ..... | 24        |
| 2.3.3 National Building Code of Canada 2010 .....   | 26        |
| 2.3.4 Model Building Code of Mexico 2008 .....  | 26        |
| <b>BÖLÜM ÜÇ – ÇALIŞMA KAPSAMINDA KULLANILAN DOĞRUSAL<br/>OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ<br/>YÖNTEMLERİ .....</b>   | <b>28</b> |
| 3.1 Giriş .....   | 28        |
| 3.2 Tek Modlu Artımsal Statik İtme Yöntemleri .....   | 31        |
| 3.3 Çok Modlu Artımsal Statik İtme Yöntemi .....  | 32        |
| <b>BÖLÜM DÖRT – İZLENEN YÖNTEM VE YAPILAN KABULLER.....</b>   | <b>34</b> |
| 4.1 Genel .....   | 34        |
| 4.3 Doğrusal Elastik Analiz .....   | 34        |
| 4.3 Doğrusal Olmayan Analiz .....   | 35        |
| 4.3.1 Plastik Mafsal Hipotezi .....   | 37        |
| 4.3.2 Akma Düzlemleri .....   | 39        |
| 4.3.3 Beton ve Donatı Çeliği Modelleri .....  | 41        |
| 4.3.3.1 Sargılı ve Sargısız Beton Modelleri .....   | 41        |
| 4.3.3.2 Donatı Çeliği Modeli .....  | 44        |
| 4.3.4 Diğer Hususlar .....  | 46        |
| <b>BÖLÜM BEŞ – YAPISAL MODELLER VE ANALİZLERDEN ELDE<br/>EDİLEN GRAFİKLERİN DEĞERLENDİRMESİ .....</b>   | <b>48</b> |
| 5.1 Yapısal Modeller.....   | 48        |
| 5.1.1 Genel Özellikler .....  | 48        |



|  |            |
|--|------------|
| 5.1.2 Adlandırma .....   | 49         |
| 5.1.3 Kat Planları .....   | 49         |
| 5.1.4 Yapısal Bileşenler (Kolonlar ve Kirişler) .....  | 57         |
| 5.2 Analizlerden Elde Edilen Sonuçlar .....  | 58         |
| 5.2.1 Binalara Ait Deprem Karakteristikleri .....  | 58         |
| 5.2.2 Statik İtme Eğrileri .....   | 61         |
| 5.2.3 Burulma Düzensizliği Katsayıları .....   | 62         |
| 5.2.4 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Açıklık Sayısı, Kat Sayısı ve Ek<br>Dışmerkezliğe Göre Değişimini Gösteren Grafikler ..... | 67         |
| 5.2.4.1 Birinci Grup Grafikler .....   | 68         |
| 5.2.4.2 İkinci Grup Grafikler .....  | 78         |
| 5.2.4.3 Üçüncü ve Dördüncü Grup Grafikler .....  | 89         |
| 5.2.4.4 Beşinci Grup Grafikler .....   | 98         |
| 5.2.4.5 Altıncı Grup Grafikler .....   | 103        |
| 5.2.4.6 Yedinci Grup Grafikler .....   | 110        |
| 5.2.4.7 Sekizinci Grup Grafikler .....   | 115        |
| 5.2.4.8 Dokuzuncu Grup Grafikler .....   | 122        |
| <b>BÖLÜM ALTI – SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>   | <b>128</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>   | <b>138</b> |
| <b>EKLER .....</b>   | <b>144</b> |

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Yakın geçmişte meydana gelmiş yıkıcı depremlerin sonuçları incelendiğinde, düzensiz kütle, dayanım ve rijitlik dağılımının sebep olduğu burulma etkilerinin yapı sistemleri üzerinde ciddi hasar ve hatta yıkımlara sebep olduğu gözlenmiştir. Birçok ülkenin deprem yönetmeliği ve/veya depreme dayanıklı yapı tasarımında ön standart niteliğindeki dokümanında olduğu gibi ülkemiz deprem yönetmeliğinde de yapısal düzensizliklerle ilgili hükümlere geniş yer verilmiştir. Planda ve düşeyde olmak üzere genelde iki ana başlık altında incelenen yapısal düzensizlikler arasında, en çok karşılaşılanı burulma düzensizliğidir. Burulma düzensizliği, deprem etkisine maruz yapılardaki hasar potansiyeli, anlaşılması güç doğası ve hatta simetrik ve düzenli yapı sistemlerinde dahi ortaya çıkabilen varlığı sebebi ile hep merak ve araştırma konusu olmuştur. Bu yapısal düzensizliği engellemek ve/veya sınırlamak için, yönetmelik ve standartlarda, yaptırım ve önlem niteliğinde birbirinden çok da farklı olmayan hükümlere yer edilmiştir. Burulma düzensizliğinin tarifinde genel yaklaşım, bu düzensizliğin varlığının bir göstergesi olarak kabul edilen burulma düzensizliği katsayısıdır. Burulma düzensizliği katsayısı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007'de, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranı olarak ifade edilmektedir.

Depremin bir yapı sistemi üzerinde yaratacağı etki, genel bir yaklaşım olan ve hesaplamaları önemli miktarda kolaylaştıran doğrusal çözümlerinin çok ötesindedir. Bu durumun farkına varan mühendislik ve bilim insanları dikkatlerini doğrusal olmayan yöntemler üzerine yoğunlaştırmıştır. Bu yöntemlerden zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz, deprem taleplerini hesaplamak ve yapının plastik mafsallı mekanizmasını tanımlamak için bilinen en güçlü ve sağlıklı yöntemdir. Ancak doğrusal olmayan yöntemlerin aşırı hesap yükü ve zaman alıcı özelliği, bu yöntemlerin pratik mühendislik uygulamalarında yerini almasını engellemiş ve bilimsel araştırmalarda kullanılan akademik bir yöntem olmaktan kurtaramamıştır. Hem daha basit hem de bilinen en doğruya yakın sonuçları veren bir

yöntem arayışı, doğrusal olmayan artımsal statik itme analiz yöntemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yöntemler doğrusal olmayan dinamik analize paralel olarak elastik olmayan bölgedeki kırılma mekanizması hakkındaki değerli bilgiyi bizlere kolaylıkla sağlayabildiği gibi herhangi bir uygulanabilir doğrusal yöntemden çok daha iyi sonuçlar vermesi sebebi ile de büyük ilgi odağı olmuştur. Doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemlerinin güçlü yanları ve doğrusal-elastik yöntemlerdeki kolaylıkları aynı çatı altında toplayabilmiştir.

D.B.Y.B.H.E.2007'de herhangi özel bir durum için, deprem hesabının doğrusal olmayan yöntemler ile yapılmasını zorunlu kılan bir hüküm bulunmamaktadır. Bu husus, aşırı burulma düzensizliği durumları için de geçerlidir. Dolayısı ile yapı sisteminde artan deprem yükleri altında ortaya çıkacak burulma etkilerine doğrusal elastik yöntemlerle karar verilebilmektedir. Doğrusal olmayan artımsal statik itme analiz yöntemlerinin deprem istemlerinin hesaplanmasında doğrusal yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği bilindiğine göre yapı sistemleri üzerindeki burulma etkilerinin de bu analiz yöntemleriyle araştırılmasındaki fayda yadsınamaz.

### **1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmada, D.B.Y.B.H.E.2007'ye göre tasarlanmış farklı kat, açıklık ve ek dışmerkezliğe sahip betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlerden oluşan değişik yapılara ait burulma düzensizliği katsayılarının, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleri ile hesaplanarak, elde edilen sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tez kapsamında yapısal model olarak, 1, 2, 5, 8 katlı; 3, 4, 5, 6, 7, 8 açıklıklı ve % 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 ek dışmerkezlikli olmak üzere farklı özelliklere sahip 168 adet bina incelenmiştir. Doğrusal elastik dinamik analiz için mod birleştirme yöntemi, doğrusal olmayan statik itme analizleri içinse değişmeyen yük dağılımına sahip iki adet tek modlu ve bir adet çok modlu yöntem kullanılmıştır. Tek modlu statik itme analizleri için birinci mod şekli ile orantılı ve uniform yük dağılımları, çok modlu statik itme analizi içinse modifiye modal itme analizi (Modifiye Modal Pushover Analysis) tercih edilmiştir. Tez çalışmasında doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi kullanılmamıştır.

Tez altı ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde öncelikle tezin amacı ve izlenen yöntem kısaca açıklanmıştır. Daha sonra, tez konusu ile ilgili önceki çalışmalar iki alt bölüm halinde özetlenmiştir.

İkinci bölümde D.B.Y.B.H.E.2007’de burulma düzensizliği ve ek dışmerkezlik durumu irdelenmiş, dünya yönetmeliklerinden seçilen örneklerle bu düzensizliğe olan genel yaklaşım incelenmiştir.

Üçüncü bölümde deprem taleplerinin hesaplanmasında kullanılan doğrusal olmayan statik artımsal itme analiz yöntemleri kısaca açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, çalışma kapsamında ele alınan binaların modellenmesi ve analizi aşamasında izlenen yöntem ve yapılan kabullere yer verilmiştir.

Beşinci bölümde, tez kapsamında incelenen binalara ait yapısal özellikler ve analizlerden elde edilen sonuçlara ait grafikler farklı değişkelere göre iki ve üç boyutlu olarak verilmiş ve değerlendirilmiştir.

Altıncı ve son bölümde ise analizlerden elde edilen veriler ışığında sonuç ve öneriler sıralanmıştır.

## **1.2 Önceki Çalışmalar**

Tez konusu ile ilgili olarak literatürde yer alan çalışmalar iki alt başlık altında derlenmiştir. Doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinin düzenli ve düzensiz yapılardaki deprem istemlerini yansıtmadaki yetenekleri ve burulma düzensizliğinin yapı sistemleri üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

### ***1.2.1 Düzenli ve Düzensiz Yapı Sistemlerine Ait Deprem Taleplerinin Doğrusal Olmayan Statik İtme Analiz Yöntemleri İle Elde Edilmesine Yönelik Çalışmalar***

Moghadam ve Tso (1996) çalışmalarında; dış merkezliğe sahip çok katlı yapıların hasar potansiyelini değerlendirmek için basitleştirilmiş yeni bir doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemi önermişlerdir. Geliştirilen yöntem, binanın dış cephesine yakın konumlanmış yapısal elemanların sismik hasar ve yerdeğiştirmelerini hesaplamak için, iki adet üç boyutlu doğrusal olmayan statik itme analizi ile eşdeğer tek serbestlik dereceli bir sistemin dinamik tepki sonuçlarını birlikte kullanmaktadır. Yapısal model olarak 24 x 17 m plan geometrisine sahip, kat yüksekliği 3 m olan 7 katlı betonarme çerçeve ele alınmış ve 30 farklı deprem kaydı için analiz edilmiştir. Çalışma sonunda, geliştirilen yeni yöntemin, birkaç tanesi hariç çoğu deprem kaydı için binanın kritik çerçeve ve bölgelerindeki deprem taleplerini hesaplamada genel olarak iyi yaklaşımlar sergilediği görülmüştür. Hesaplamalardaki sadeleşme düşünüldüğünde sunulan yöntemin kütle dağılımı düzensiz çok katlı yapıların performans değerlendirmesinde umut verici bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Moghadam ve Tso (2000) çalışmalarında, iki boyutlu çerçevelerde kullandıkları doğrusal olmayan statik itme analiz yönteminin üç boyutlu simetrik olmayan çerçeve tipi yapılarda uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Bunun için yapısal model olarak plandaki boyutları 24 x 17 m, 3 açıklıklı, kat yükseklikleri 3m., biri simetrik diğeri simetrik olmayan 7 katlı iki adet betonarme çerçeve tipi bina seçmişlerdir. Doğrusal olmayan statik itme analizi sonuçlarını, on adet farklı yer ivmesi kullandıkları doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Yöntem, görelî kat ötelemeleri gibi genel tepki parametrelerinin hesaplanmasında, kiriş veya kolon süneklik talepleri gibi yerel hasar göstergelerinin hesaplanmasına göre çok daha başarılı bulunmuştur.

Penelis ve Kappos (2002) çalışmalarında, doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizden elde edilen sonuçlara mümkün olan en yakın sonuçları üretebilmek amacı ile doğrusal olmayan statik itme analizinde yapıların burulma tepkilerini modellemek için yeni bir yöntem ileri sürmüşlerdir. Yük vektörleri

doğrusal elastik dinamik analiz ile tanımlanırken, yerdeğiştirme ve öteleme durumlarının her ikisini de içeren eşdeğer tek serbestlik dereceli sistemin dinamik karakteristikleri, tek serbestlik dereceli esaslı önceki yöntemlerin uzantısı olan bir yaklaşımdan türetilmiştir. Çalışmada tek katlı, tek eksene göre simetrik, burulmalı ve burulmasız iki yapı ele alınmıştır. Çalışma sonunda, önerilen yöntemin bu tip yapılarda doğrusal olmayan burulma etkilerini yansıtmaya yeteneğine sahip olduğu görülmüştür.

Chopra ve Goel (2004) çalışmalarında, geliştirdikleri Modal Artımsal İtme Analiz (MPA) yönteminin planda simetrik olmayan yapıların deprem taleplerinin hesaplanmasındaki etkinliğini araştırmışlardır. MPA yöntemi, deprem taleplerini hesaplamak için her bir titreşim modu için eylemsizlik kuvvet dağılımının uygulandığı doğrusal olmayan statik itme analizini kullanır. Yöntem, doğrusal elastik sistemlere uygulandığında standart tepki spektrum analizi ile aynıdır. Çalışmada yapısal model olarak 9 katlı, tek doğrultuda % 10 ek dış merkezliğe sahip ve diğer doğrultuda simetrik, plan geometrisi 45 x 45 m ve her iki doğrultuda 5 açıklıklı çelik çerçeve tipi yapılar seçilmiştir. Farklı titreşim periyotlarına sahip binalar yaratmak için kat kütleleri arasındaki oran ve bunlara ait eylemsizlik momentleri değiştirilmiştir. Çalışma sonucunda MPA yöntemi ile hesaplanan düzensiz yapılara ait deprem taleplerinin, düzenli yapılardaki kadar iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Fujii K. ve ark. (2004) çalışmalarında yapıların deprem performansının hesaplanması için yeni, basitleştirilmiş bir doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemi önermişlerdir. Yöntem, çok serbestlik dereceli bir modelin doğrusal olmayan statik analizi ile eşdeğer tek serbestlik dereceli bir sistemin doğrusal olmayan dinamik analizini beraber kullanmaktadır. Ayrıca ilk iki modun etkisini ve doğrusal olmayan her adımda birinci mod şeklindeki değişimi gözönüne almaktadır. Çalışmada yapısal model olarak simetrik olmayan çok katlı yapılar ele alınmış ve önerilen yöntem ile doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yönteminden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda, tek yönlü yer hareketine maruz simetrik olmayan çok katlı yapıların doğrusal olmayan analizinin, önerilen bu basitleştirilmiş yeni yöntem ile gayet iyi temsil edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Barros ve Almedia (2005) çalışmalarında binanın birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımını kullanan yeni bir doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemi önermişlerdir. Yöntem, bu yük dağılımı ile hakim mod etkisindeki yapılar için çok iyi sonuçlar vermiştir. Ancak, yüksek mod etkisinin yapısal sistemin global deprem tepkisinde önemli olduğu durumlarda bu yük dağılımı ile elde edilen sonuçlar yakınsaklığını yitirmiştir. Sorunu minimize etmek için deprem etkisine maruz bir yapının elastik tepkisindeki her bir titreşim modunun göreceli oranı esaslı çok modlu bir yük dağılımı öne sürmüşlerdir. Bu yük dağılımı planda simetrik ve aynı zamanda rijitlik ve kütle dağılımı simetrik olmayan iki katlı, betonarme çerçeve tipi yapılara uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı statik itme analizlerinde deprem tepkilerinin fazla hesaplanma eğiliminde olduğu, burulma etkilerinin öne çıktığı ve bunun bir sonucu olan yüksek mod etkilerinin baskın olduğu kütle dağılımı düzensiz yapılarda çok modlu yük dağılımının birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımına göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Fajfar ve arkadaşları (2005), planda simetrik olmayan yapıların doğrusal olmayan davranışının genel eğilimleri üzerinde çalışmışlar ve yeni bir yöntem önermişlerdir. Yöntem, N2 yönteminin uzantısı ve geliştirilmiş yeni bir versiyonu olup doğrusal olmayan statik itme analizinden elde ettiği sonuçlar ile doğrusal elastik dinamik analiz sonuçlarını birleştirmektedir. Statik itme analizinden elde ettikleri sonuçlar tepe noktası yerdeğiştirmesini ve yapı yüksekliği boyunca deformasyon dağılımını kontrol ederken dinamik analiz burulma etkilerini kontrol etmektedir. Çalışma kapsamında önerilen yöntem, karakteristik özellikleri birbirinden farklı 6 bina üzerinde denenmiştir. Binalardan ilk iki tanesi burulma rijitlikleri ve dayanımları farklı, tek katlı, betonarme, her iki doğrultuda %15 ek dışmerkezliğe sahiptir. Diğer üç tanesi aynı yapısal özelliklere fakat farklı burulma rijitliklerine sahip 5 katlı ve çelik yapılardır. Son bina ise 'SPEAR building' olarak bilinen her iki doğrultuda farklı burulma dayanımı ve rijitliğe sahip, yapısal düzensizlikleri olan, X ve Y doğrultularında sırası ile % 10 ve 14 ek dışmerkezliğe sahip betonarme çok katlı bir yapıdır. Olabildiğince düzenli yapılar üzerinde yürütülen çalışmalarda burulma düzensizliğinin aşırıya kaçmadığı durumlar için, önerilen yöntemin verimli olduğu;

ancak doğrusal olmayan burulma probleminin karmaşıklığı sebebi ile özellikle çok farklı dayanım ve rijitliklere sahip daha kompleks yapı sistemleri üzerinde ileri düzey araştırmalar yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Lignos ve Gantes (2005) araştırmalarında, düzensiz kütle dağılımına sahip yapıların deprem taleplerinin hesaplamasında MPA yönteminin etkinliğini incelemişlerdir. Çalışmada 20 deprem kaydı seçmişler ve MPA ile doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizden elde ettikleri görelî kat öteleme oranları, kat kesme kuvvetleri ve devrilme momenti sonuçlarını karşılaştırmışlardır. MPA yönteminin, düzensiz kütle dağılımına sahip çerçeve tipi yapıların deprem taleplerinin hesaplanmasında rahatlıkla kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Korkmaz ve Düzgün (2006) çalışmalarında, betonarme yapıların deprem performansının belirlenmesinde doğrusal olmayan statik artımsal itme analizlerinde kullanılan yük dağılımlarını incelemişlerdir. Bunun için, farklı yük dağılımlarının kullanıldığı itme analizleri ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarını karşılaştırılarak, en uygun yük dağılımının hangisi olduğunu belirlemeye çalışılmışlardır. Çalışmada yapısal model olarak 3, 5, 8 ve 15 katlı dört adet üç açıklıklı betonarme çerçeve bina ele alınmıştır. Statik artımsal itme analizlerinde dikdörtgen, üçgen (IBC,  $k=1$ ) ve parabol (IBC,  $k=2$ ) yük dağılımları kullanılmıştır. Tüm analizlerde DRAIN 2DX analiz programı kullanılmıştır. Çalışma sonunda, dikdörtgen yük dağılımının, üçgen ve parabol yük dağılımlarıyla karşılaştırıldığında her zaman daha yüksek taban kesme kuvveti / kat ağırlığı ( $V/W$ ) oranı verdiği görülmüştür. Az katlı olan yapılarda statik artımsal itme analizi sonuçlarının daha gerçekçi sonuçlar verdiği ancak yapıların kat adedi arttıkça, elde edilen değerlerin zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçlarından uzaklaştığı görülmüştür. Bu durum, 8 ve 15 katlı yapılarda oldukça belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Dikdörtgen yükleme tipinin en uygun yükleme tipi olduğu belirtirken yapının kat adedinin de önemi vurgulanmıştır. Statik artımsal itme analizinin çok katlı yapılarda doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından farklı sonuçlar verdiği belirtilmiştir.



Barros ve Anagnostopoulos (2008) çalışmalarında, üç farklı doğrusal olmayan statik itme analizinden elde ettikleri sonuçları, yarı yapay deprem kayıtları kullandıkları doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Yapısal model olarak, her iki doğrultuda üç açıklıklı, zemin katı 4 m üst katları ise 3 m yüksekliğinde olan, tek eksene göre simetrik diğer yönde % 12 ek dış merkezliğe sahip beş katlı betonarme bina seçilmiştir. Araştırmada MPA, N2 yöntemi ve FEMA-356'da önerilen iki farklı yatay yük dağılımı (modal ve uniform) kullanılmıştır. Her üç yöntemden (özellikle de MPA'dan) elde edilen sonuçların, dinamik analiz sonuçları ile gayet iyi korelasyon gösterdiği görülmüştür. Fakat artırılmış deprem şiddetleri için sonuçlarda belirgin şekilde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışma sonunda, doğrusal olmayan dinamik analiz yönteminin, yapıların deprem kapasitesini değerlendirmede uygun tek yöntem gibi görüldüğü sonucuna varılmıştır.

Erduran (2008) çalışmasında, yaygın olarak kullanılan doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinin, yapı sistemleri üzerindeki burulma etkilerini yansıtmadaki yeteneğini araştırmıştır. Doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleri ile 30 ivme kaydı kullandığı doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yönteminden elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışmada International Building Code 2000'e göre dizayn edilmiş iki farklı dışmerkezliğe sahip üçer katlı betonarme çerçeve tipi yapı ele almıştır. Bunlardan birincisi, planda simetrik bir yapının kütle merkezini kaydırmak suretiyle yaratılmış tek doğrultuda dışmerkezlik, ikincisi ise her iki doğrultuda planda simetrik olmayan bir yapının ortaya koyduğu dışmerkezlik durumudur. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki deprem taleplerinin elde edilmesinde, tek modlu klasik statik itme yöntemi burulma etkilerini eksik değerlendirirken diğer doğrusal olmayan statik itme yöntemleri (N-2 ve MPA) gayet iyi sonuçlar vermiştir.

Bozdağ ve Düzgün (2010) çalışmalarında, yüksek mod etkilerini dikkate alan alternatif bir artımsal itme analiz yöntemi önerilmişler ve bu yöntem de dahil FEMA 356'da önerilen farklı yük dağılımlarını kullanılarak mevcut bir prefabrike yapının deprem performansını artımsal statik itme analizleri ile belirlenmeyi amaçlamışlardır.

Örnek yapı için ayrıca zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler de yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan artımsal itme analizlerinin tümünden elde edilen kat yatay yer değiştirmesi değerlerinin zaman tanım alanından bulunan yer değiştirme zarfının içinde kaldığı görülmüştür. FEMA 356'da tanımlanan uniform yatay yükleme, doğrusal olmayan dinamik analizden elde edilen ortalama yer değiştirmelere en yakın sonucu vermiştir. Çalışma kapsamında önerilen yöntemden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kat yer değiştirmelerinin uniform yüklemelerden sonra en iyi bu yöntemle tahmin edildiği görülmüştür. Göreli kat öteleme oranları da doğrusal olmayan dinamik analizden bulunan ortalama değerlere yakın olarak elde edilmiştir. Son olarak, önerilen yöntemin daha çok ve farklı yapı sistemleri üzerinde incelenerek yöntemin sınırları ve geçerliliğinin daha detaylı olarak araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### ***1.3.1 Burulma Düzensizliğinin Yapı Sistemleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesine Yönelik Çalışmalar***

Tezcan ve Alhan (2000) çalışmalarında, düşey taşıyıcı elemanların moment ve kesme kuvveti değerleri üzerindeki burulma etkilerini araştırmışlardır. Yapısal model olarak taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularının birbirine dik olmadığı tipik bir bina örneği seçilmiş ve burulma etkisi perde duvarların konumlarını değiştirmek suretiyle elde edilmiştir. 1, 5 ve 10 katlı olarak tasarlanan binalar farklı rijitlik merkezine sahip üç durum için gözönüne alınmıştır. Her durum hem eşdeğer deprem yükü hesabı hem de dinamik analiz ile çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda, burulma düzensizliği varlığının bir göstergesi olan burulma düzensizliği katsayısının alt limiti olan 1,20 değerinin çok düşük olduğu ve sınırın 1,40'a yükseltilmesi gerektiği, aynı şekilde üst sınır olan 2,00 değerinin de aşırı burulma düzensizliklerini önlemek için 1,80 değerine çekilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca rijit ve esnek kenarlardaki düşey taşıyıcı elemanların güvenliğinin sağlanması amacıyla, hesaplanan dışmerkezliğin, % 5 ek dışmerkezlikle beraber % 50 oranında artırılması ve eksiltilmesi öngörülmektedir. ( $e_{max}=1.5e_s + 0.05A$  ve  $e_{min}=0.5e_s - 0.05A$ .)

Gülay ve Çalım (2001) çalışmalarında, yüksek burulma düzensizliğine sahip 10 katlı, perde yerleşimleri ve tek yönde açıklıkları farklı betonarme yapı sistemlerini, % 5 ek dışmerkezlilik ve artırılmış ek dışmerkezlilik durumları için UBC97 ve Afet Bölgelerinden Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 97'ye göre incelemişlerdir. Binalara ait deprem analizleri eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılmıştır. Analizlerden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları, artırılmış ek dışmerkezlilik değerleri ve kritik elemanlardaki kesit tesiri artışları her iki yönetmeliğe göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Örnek yapılar üzerinde yürütülen çalışma sonunda UBC97'ye göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının A.B.Y.Y.H.Y.97'ye göre % 6 ila 11 arasında, artırılmış ek dışmerkezlilik değerleri ise % 10 ila 24 arasında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca % 5 ek dışmerkezlilik ile yapılan hesaplamalarda en kritik giriş ve kolonlarda iç kuvvet artışının % 10 mertebesinde kaldığı tespit edilmiştir.

Özmen (2002) çalışmasında simetrik yapılarda burulma düzensizliği oluşumu için gerekli koşulları ve bunu engellemek için alınması gereken önlemleri incelemiştir. Araştırma, burulma düzensizliği olan ve olmayan çok katlı yapılar üzerinde yürütülmüş ve bu yapıların deprem yükleri altında davranışları üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonunda, hem plan geometrisi ve hem de yapısal elemanlarının rijitlik dağılımı simetrik olan binalarda dahi burulma düzensizliğinin oluşabileceği ve incelenen yapı türlerinde burulma düzensizliğinin genelde dış akslardaki düşük rijitliklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu problemleri ortadan kaldırmak veya en azından azaltmak için, dış akslara perde duvar yerleştirilmesi ve/veya bu akslardaki yapısal elemanların rijitliklerinin artırılması gerektiği; ayrıca belli bazı durumlar için binanın merkezine yakın konuşlanmış perde elemanların rijitliklerini düşürmek suretiyle de burulma düzensizliğini azaltmanın mümkün olduğu belirtilmiştir.

Dimova ve Alashki (2003) çalışmalarında, simetrik yapılarda ek dışmerkezlilik ile kütle merkezinin kaydırılmasının sebep olduğu deprem etkilerinin hesaplanması için yaklaşık bir yöntem önermişleridir. Bu yaklaşık çözüm yöntemi göstermiştir ki, küçük ek dışmerkezlilik durumlarında bile simetrik yapılar düzensiz davranış ortaya

koyabiliyor ve ek dışmerkezlikten kaynaklanan burulma etkileri, burulma momentinin statik olarak uygulanmasıyla tam olarak tanımlanamıyor. Eurocode 8'de mod birleştirme yöntemi için önerilen uygulama kuralının, yapısal model olarak seçilen binalarda % 5 ek dışmerkezlik durumu için burulma etkilerinin % 21 daha az hesaplama eğiliminde olduğu görülmüştür. Eleman tepkileri için bir düzeltme ifadesi türetilmiştir. Çalışmada, üç boyutlu simetrik yapılar üzerinde yürütülen dinamik analizler göstermiştir ki, önerilen düzeltme katsayısı hem tek katlı hem de çok katlı yapılarda doğru sonuçlar vermektedir.

Özmen (2004) çalışmasında, burulma düzensizliği katsayısının 2.00 üst sınırını aşması için gerekli olan koşulları, parametrik bir araştırma yöntemi ile incelemiştir. Çalışma kapsamında yapısal model olarak, perdeleri değişik konumlarda olan 8 tipik yapı grubu seçilmiş ve bunların deprem yükleri altındaki davranışları incelenerek sonuçlar irdelenmiştir. Ele alınan tipik yapıların aks ve kat sayıları da parametrik olarak değiştirilmiştir. Çalışma sonunda, burulma düzensizliği katsayılarının maksimum olabilmesi için, hem aks hem de kat sayısının düşük olması gerektiği, perdelerin yapı ağırlık merkezi ile çakışmamak koşulu ile, asimetrik fakat ağırlık merkezine olabildiğince yakın olarak yerleştirilmeleri durumunda, burulma düzensizliği katsayılarının maksimum değerlere eriştikleri, arttırılmış ek dışmerkezlik uygulama etkisinin aşırı burulma yapan yapılarda bile en çok % 20 mertebesinde olduğu görülmüştür. Ayrıca deprem yönetmeliğinde burulma düzensizliği katsayısının 2,00'den büyük olduğu yapılar için öngörülen dinamik hesap uygulamasının, eşdeğer deprem yükü hesabına göre %15-20 mertebesinde daha düşük sonuçlar vermesi sebebiyle bir yaptırım niteliği taşımadığı anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak aşırı burulma yapan yapılar için, UBC'de öngörülen uygulama biçiminin de uygun olmadığı, deprem yönetmeliğimiz ve UBC uygulamaları sonucunda bulunan uç momentleri arasındaki farkların ortalama % 5 mertebesinde olduğu ve bu farkların uygulama bakımından önemli mertebede olmadığı saptanmıştır.

Demir ve arkadaşları (2010) çalışmalarında, çok katlı betonarme çerçeve ve perde-çerçeve sistemlerde burulma düzensizliğine etki eden faktörleri

araştırmışlardır. Çalışmada D.B.Y.B.H.E.2007'ye göre tasarlanmış farklı kat sayısı (6,8,10,12), plan geometrisi ve perde duvar yerleşimine sahip 6 tip betonarme bina kullanılmış, bunların deprem hesabı yönetmelikte belirtilen her zemin sınıfı için ayrı ayrı ve doğrusal elastik (eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme) yöntemler marifetiyle yapılmıştır. Farklı değişkenlere sahip yaklaşık 200 bina analiz edilmiştir. Çalışma sonunda plan geometrisi ve rijitlik dağılımı düzenli olan binalarda burulma düzensizliği sayısı 1,20'yi geçemezken, düzensiz binalarda bu değer için üst limitin 2,00 olduğu, simetrik binalarda yerel zemin sınıfının burulma düzensizliği katsayısı üzerinde bir etkisinin olmadığı, simetrik olmayan binalarda ise bu etkinin % 1 ila % 15 arasında değiştiği, mod birleştirme yöntemi ile elde edilen sonuçların eşdeğer deprem yükü hesabına göre simetrik binalarda % 2 ila 6 kadar fazla, simetrik olmayanlarda ise bir fark yaratmadığı belirtilmiştir.

## **BÖLÜM İKİ**

### **BURULMA DÜZENSİZLİĞİ**

#### **2.1 Giriş**

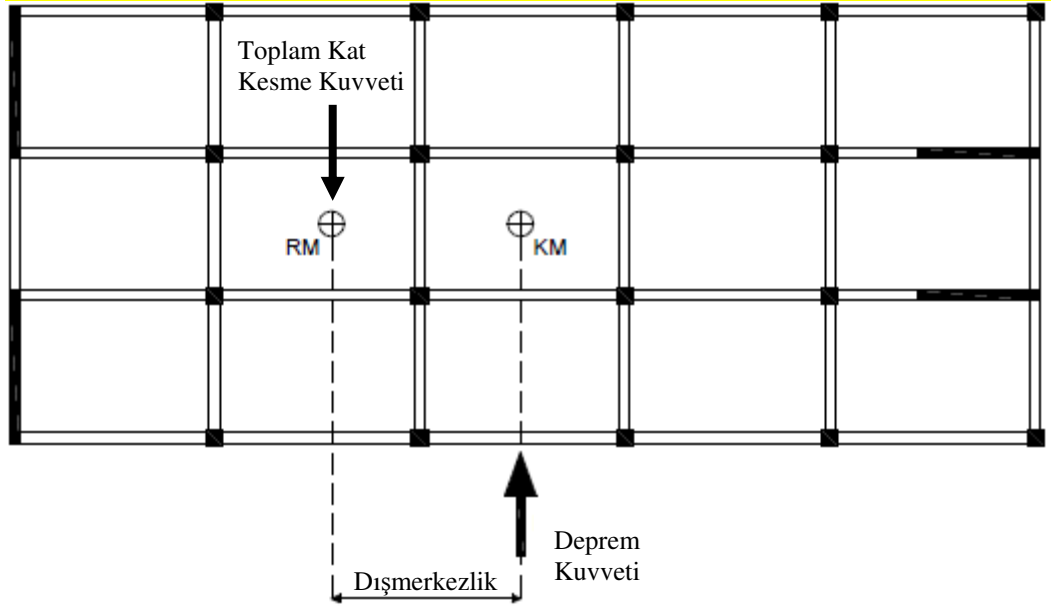
Bina tasarımında genel ve temel ilke, taşıyıcı sistemin ve yapısal bileşenlerinin, deprem yüklerini temel zeminine kadar sürekli ve güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, dayanım ve dengeli kütle dağılımına sahip olmasıdır. Bu temel ilke kapsamında tercih edilmesi gereken binalar deprem davranışı tahmin edilebilir olan düzenli ve simetrik plan geometrisine sahip binalardır. Buna ek olarak taşıyıcı sistemde yatay kuvvetlere karşı koyan düşey bileşenler arasında ahenkli bir etkileşim için bunlar arasında etkili ve nispeten sağlam bir bağlantının olması şarttır. Bu da düzlemleri içinde genellikle büyük rijitliğe sahip döşeme sistemleri ile elde edilir. Bu ortak çalışmada düşey taşıyıcı elemanlar, rijitlikleri oranında toplam yatay yük dayanımına katkıda bulunurken, döşemelerse büyük düzlemsel rijitlikleri ile diyafram gibi çalışarak deprem ivmelenmesinin kat kütlelerinde oluşturduğu eylemsizlik kuvvetlerini bu düşey bileşenlere aktarır. Özellikle alt katlarda büyük yatay kuvvetlerin bir elamandan daha rijit bir başka elemana aktarılması gerekebilir. Bu hareketler diyaframda büyük kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri oluşturabilir. Düzenli diyaframlarda ortaya çıkan gerilmeler önemsiz olabilir. Ancak L, T, U ve H şeklinde plan geometrisine sahip binalarda düşey taşıyıcı elemanların yatay yer değiştirmeleri arasındaki etkileşim düzenli yapılardakine göre çok daha zor kurulacaktır (Poulay ve Priestley,1992).

Güçlü depremlere maruz kalmış binalar üzerinde yapılmış araştırmalar göstermiştir ki; burulma etkilerinin ortaya çıkmasına sebep olan düzensiz kütle, rijitlik ve dayanım dağılımı, yapısal sistemlerde ciddi hasarlara hatta yıkımlara sebep olmaktadır. Çoğu zaman engel olunamayan bu düzensizliklerin yapısal davranışın karmaşıklığına katkısı büyüktür. Bu sebeple düzensiz binaların deprem davranışını kesin ve tam doğru olarak kestirmek oldukça zor ve karmaşık bir problemdir. Değişkenlerin ve burulma düzensizliğine sahip yapı modellerinin çeşitliliği sebebi ile burulmanın yapısal sistemler üzerindeki etkilerini hesaplamak üzere araştırmacılar

tarafından varılmış ne müşterek bir görüş birliği ne de önerilen kesin bir yöntem vardır (Gülay ve Çalım, 2003).

Yapısal düzensizliklerin birçok sebebi vardır. Plan geometrisindeki büyük değişiklikler, yatay ve düşeyde yük aktarımına engel olan taşıyıcı eleman süreksizlikleri, rijitlik ve dayanım süreksizlikleri, boşluklarla bölünmüş kritik bölgeler, taşıyıcı elemanların alışılmamış boyutları bunlardan sadece bir kaçıdır. Burulma düzensizliği çoğu zaman kat deprem kuvvetlerinin etkidiği kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki kaçıklığın sebebi olarak ortaya çıkar. Ancak, tam simetrik bir bina da dahi kesit geometrisi ve malzeme özelliklerindeki değişim, deprem kuvvetleri altında doğrusal olmayan davranışa sürüklenen taşıyıcı elemanların rijitliklerindeki azalma ve aynı zamanda yer hareketinin burulma bileşeninin etkisi sebebiyle burulma ortaya çıkabilir. Bu sebeple birçok deprem yönetmeliği binayı ilave burulma etkisi ile karşı karşıya bırakacak ek dışmerkezlilik koşulunu ortaya koymuştur.

Dışmerkezlilik yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki kaçıklıktır. Kat döşemesi ağırlığı, kolonların ağırlığı, kirişlerin ağırlığı, bölme duvarların ve diğer sabit yüklerin yanı sıra kat içinde düzgün yayılı yük kabul edilen hareketli yük ve diğer yükler dikkate alınarak x ve y yönlerine göre sistemin ağırlık merkezi hesaplanır. Bu merkez kütle merkezi olarak adlandırılır. Deprem kuvvetlerinin bu merkezden geçen birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri kabul edilmektedir. Rijitlik merkezi ise, deprem kuvvetleri altında düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesinin geçtiği noktadır. Deprem yükünün x yönüne paralel etkidiği durumda düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesi, deprem yüküne ters yönde x yönü rijitlik aksı oluşturmaktadır. Aynı durum y yönü içinde geçerlidir. İki rijitlik aksının kesim noktası rijitlik merkezi olarak tanımlanır. Rijitlik ve kütle merkezi ile bunlar arasındaki kaçıklığı ifade eden dışmerkezlilik Şekil 2.1’de kat planı üzerinde gösterilmiştir (Atımtay, 2000).



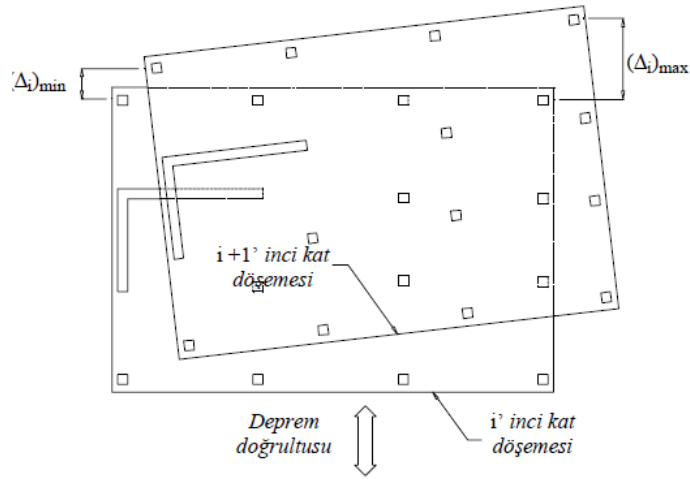
Şekil 2.1 Kat planı üzerinde rijitlik ve kütle merkezi

Burulma etkisinin azaltılması yatay yüke karşı koyan yapı bileşenlerindeki aşırı yer değiştirmeleri engeller. Bu, kat deprem kuvvetlerinin etki ettiği kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki mesafeyi azaltmakla elde edilir. Ancak, deprem yönetmeliklerinin önleyici ve koruyucu hükümlerine rağmen, mimari gerekçelerden dolayı binalardaki burulma düzensizliği zaman zaman kaçınılmaz olabilir. Bu durumda tasarım burulma etkileri çok dikkatli bir şekilde gözönüne alınmalıdır.

## 2.2 D.B.Y.B.H.E. 2007’de Burulma Düzensizliği

Planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar D.B.Y.B.H.E. 2007 Bölüm 2.3’de tarif edilmiştir. Bu düzensizliklerden biri de birçok ülkenin deprem yönetmeliğine girmiş olan ve en çok gözönüne alınan burulma düzensizliğidir. A1 türü düzensizlik olarak da adlandırılan burulma düzensizliği  $\eta_b$  burulma düzensizliği katsayısına bağlı olarak tanımlanmaktadır. Burulma düzensizliği; birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{bi}$  ’nin 1.2’den büyük olması durumu olarak ifade edilir. Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda kat ötelemesi durumu Şekil 2.2’de verilmiştir.





Şekil 2.2 Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda kat ötelemesi

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

$$\text{Burulama düzensizliği katsayısı : } \eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{maks}}{(\Delta_i)_{ort}} \quad (2.2)$$

$$\text{Burulma düzensizliği durumu : } \eta_{bi} > 1.2 \quad (2.3)$$

Burada;

$\Delta_i$  : Binanın i' inci katındaki görelî kat ötelenmesi,

$(\Delta_i)_{maks}$  : Binanın i' inci katındaki maksimum görelî kat ötelenmesi,

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

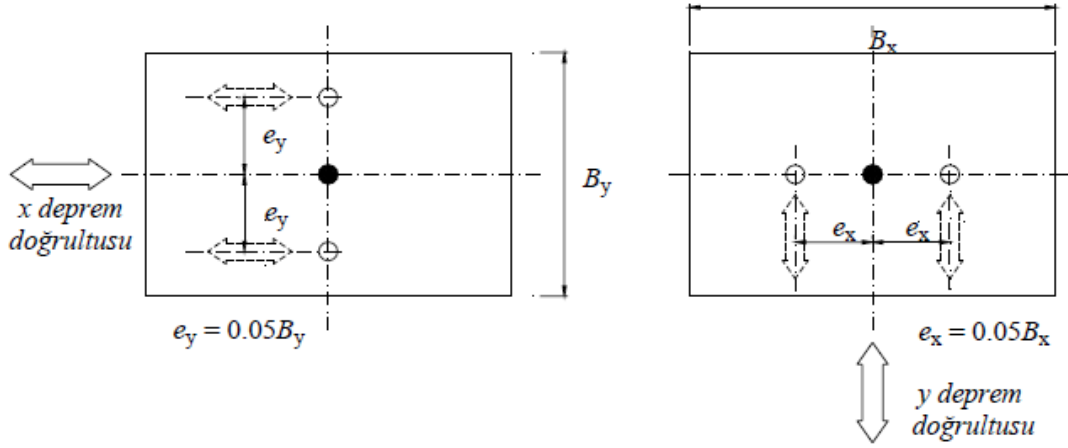
$(\Delta_i)_{ort}$  : Binanın i' inci katındaki ortalama görelî kat ötelenmesidir.

Yönetmeliğe göre burulma düzensizliğinin varlığı, yukarıda (2.2) bağıntısında verilen ve herhangi bir kat için hesaplanan  $\eta_b$  değerinin 1.20'den büyük olması durumunda ortaya çıkmaktadır.

Görelî kat ötelemelerinin hesabı,  $\pm \% 5$  ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılır. Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanıldığı deprem analizlerinde binanın herhangi bir i'inci katında burulma düzensizliğinin bulunması durumunda,

$\eta_{bi} \leq 2.0$  olmak koşulu ile bu katta uygulanan  $\pm \% 5$  ek dışmerkezlik (Şekil 2.3), her iki deprem doğrultusu için aşağıdaki (2.4) bağıntısında verilen  $D_i$  katsayısı ile çarpılarak büyütülür ve deprem hesabı tekrarlanır.

$$D_i = \left( \frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (2.4)$$



Şekil 2.3 Ek dışmerkezlik

Burulma düzensizliği, yönetmelikte belirtildiği üzere hesap yönteminin seçiminde etken olan bir düzensizlik türüdür. Hesap yöntemlerinin kullanım sınırları ile ilgili yönetmelik hükümleri aşağıda Tablo 2.1’de verilmiştir. Buna göre;

Tablo 2.1 Burulma düzensizliğinin Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin kullanımına getirdiği sınırlar

| Deprem Bölgesi | Bina Türü  | Toplam Yükseklik Sınırı |
|----------------|--|-------------------------|
| 1, 2           | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar  | $HN \leq 25$ m          |
| 1, 2           | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar | $HN \leq 40$ m          |

Diğer yandan eğer burulma düzensizliği katsayısı  $\eta_{bi} > 2,0$  ise bu durumda hesap yöntemi olarak Mod Birleştirme veya Zaman Tanım Alanında Hesap

Yöntemleri'nden birinin kullanılması veya sistemin, burulma etkilerini minimize edecek şekilde iyileştirilmesi gerekir. Buna ek olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti eşdeğer deprem yükü ile hesaplanan taban kesme kuvvetinin 0.9 katından daha küçük olması durumunda Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, aşağıda (2.5) bağıntısında verilen katsayıya göre büyütülür.

$$B_D = \frac{0,9V_t}{V_{tB}} B_B \quad (2.5)$$

Burada;

$B_B$  : Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük

$B_D$  :  $B_B$  büyüklüğüne ait büyütülmüş değer

$V_t$  : Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

$V_{tB}$  : Mod Birleştirme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yüküdür (taban kesme kuvveti).

D.B.Y.B.H.E.2007'de burulma düzensizliğini sınırlayan herhangi hüküm bulunmamaktadır.

### 2.3 Diğer Ülkelere Ait Deprem Yönetmeliklerinde Burulma Düzensizliği

Değişik ülkelerin güncel deprem yönetmelikleri üzerinde yapılan araştırmalar göstermiştir ki; plan ve burulma düzensizlikleri, hem depremsel hasar potansiyeli hem de karmaşık doğası sebebi ile en çok gözönüne alınan yapısal düzensizliklerdir. Bu yönetmeliklerden 40 tanesinde burulma düzensizliği ile ilgili önlem ve yaptırımlar Tablo 2.2'de özetlenmiştir. Bunların;

- 11’inde burulma düzensizliğinin varlığına izin verilmemekte, eğer engellenemiyorsa bunlardan 6’sında yapısal dilatasyonlar önerilmekte veya gerekli kılınmış,
- 4’ünde artırılmış dış merkezlik ile üç boyutlu analiz zorunlu kılınmış,
- 13’ünde üç boyutlu analiz istenmiş,
- 10 tanesinde burulma düzensizliğinin mertebesine göre artırılmış ek dış merkezlik veya dinamik analiz tavsiye edilmektedir. (Gülşay ve Çalım, 2003)

Diğer ülkelere ait deprem yönetmeliklerinin burulma düzensizliği ile ilgili hükümleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2 Diğer ülkelere ait deprem yönetmeliklerinde burulma düzensizliği yaptırımları

| YIL  | ÜLKE           | YÖNETMELİK YAPTIRIMLARI |
|------|----------------|-------------------------|
| 1990 | Almanya        | X                       |
| 1994 | ABD (UCB)      | X                       |
| 1989 | Arnavutluk     | X                       |
| 1993 | Avusturya      | X                       |
| 1961 | Avusturya      | X                       |
| 1987 | Bulgaristan    | X                       |
| 1988 | Cezayir        | X                       |
| 1989 | Çin            | X                       |
| 1979 | Dominik Cum.   | X                       |
| 1989 | El Salvador    | X                       |
| 1983 | Endonezya      | X                       |
| 1998 | Eurocode 8     | X                       |
| 1992 | Filipinler     | X                       |
| 1990 | Fransa         | X                       |
| 1983 | Habeşistan     | X                       |
| 1981 | Hirv atistan   | X                       |
| 2005 | Hindistan      | X                       |
| 1988 | ISO 3010       | X                       |
| 1988 | İran           | X                       |
| 1990 | İsrail         | X                       |
| 1996 | İtalya         | X                       |
| 1989 | İsviçre        | X                       |
| 1991 | Japonya        | X                       |
| 2010 | Kanada         | X                       |
| 1984 | Kolombiya      | X                       |
| 1986 | Kosta Rika     | X                       |
| 1995 | Kuba           | X                       |
| 1995 | Makedonya      | X                       |
| 2008 | Meksika        | X                       |
| 1988 | Mısır          | X                       |
| 1991 | NEHRP          | X                       |
| 1983 | Nikaragua      | X                       |
| 1977 | Peru           | X                       |
| 1983 | Portekiz       | X                       |
| 1992 | Romanya        | X                       |
| 1994 | Slovenya       | X                       |
| 2007 | <b>TÜRKİYE</b> | <b>X</b>                |
| 1982 | Venezuela      | X                       |
| 1992 | Yeni Zelanda   | X                       |
| 1981 | Yugoslavya     | X                       |
| 1984 | Yunanistan     | X                       |

Burulma düzensizliği olan yapı sistemlerinin tasarımında izlenen genel yaklaşım; deprem hesabına belli bir ek dışmerkezlik ile başlayıp her kat seviyesindeki burulma düzensizliği değişkenleri hesaplandıktan sonra, eğer burulma düzensizliği izin verilen limitleri aşıyorsa ek dışmerkezliğin artırılarak deprem hesabının tekrarlanması ya da yapının plan geometrisi ve düşey taşıyıcı elemanlarının rijitlik dağılımı gözden geçirilerek mevcut dış merkezliği azaltma yoluna gidilmesinden ibarettir.

Tez kapsamında bu dünya yönetmeliklerden dördünün planda burulma düzensizliği ile ilgili hükümleri ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

### ***2.3.1 EN 1998 Eurocode 8: Design of Structures For Earthquake Resistance***

Bina tasarımının en önemli hususları arasında yer alan kütle ve rijitlik merkezinin mümkün olduğunca birbirine yakın olması ve böylelikle büyük dış merkezliklere sebep olmadan burulma etkilerinin azaltılması Eurocode 8’inde üzerinde durduğu temel prensipler arasındadır. Eurocode 8’de ayrıca burulma dayanımı ve rijitliği ile ilgili olarak, “Bina tipi yapılar, yatay dayanım ve rijitliğin yanı sıra, farklı yapısal elemanlarda düzensiz gerilme dağılımına sebep olan burulma hareketini sınırlamak için yeterli derecede burulma dayanımına ve rijitliğine sahip olmalıdır.” ifadesi yer almaktadır. Bunlara ek olarak diyaframların, yatay eylemsizlik kuvvetlerini düşey taşıyıcı elemanlara uyum içinde dağıtılabilmesi için yeterli düzlemsel rijitliğe sahip olması gerektiği de bir başka tavsiyesidir.

Eurocode 8 Bölüm 4’te 4.2.3.2’de planda düzenli yapı sınıflandırması için aşağıda verilen tüm kıstasların sağlanması gereklidir.

1. Yatay rijitlik ve kütle dağılımı ile ilgili olarak, bina birbirine dik iki eksen boyunca yaklaşık olarak planda simetrik olmalıdır.
2. Döşemelerin düzlemsel rijitlikleri, düşey taşıyıcı elemanların yatay rijitlikleri ile karşılaştırıldığında yeterince büyük olmalıdır. Böylelikle döşemedeki deformasyonun düşey taşıyıcı elemanlar üzerindeki kuvvet dağılımına etkisi

küçük olacaktır. Bu bağlamda rijit diyafram koşullarının sağlanması için L, C, H, I ve X şeklindeki plan geometrileri iyi incelenmelidir.

3. Binanın plandaki narınlığı  $\lambda = \frac{L_{max}}{L_{min}}$  4'ten büyük olmamalıdır.

Burada  $L_{max}$  ve  $L_{min}$  sırasıyla binanın plandaki uzun ve kısa boyutlarıdır.

4. Yapısal dış merkezlik  $e_o$  ve burulma yarıçapı  $r$  aşağıda y doğrultusu için verilen iki koşulu x ve y doğrultularının her biri için ve her kat seviyesinde sağlamalıdır.

$$e_{ox} \leq 0,30 \cdot r_x \quad (2.6a)$$

$$r_x \geq l_s \quad (2.6b)$$

Burada ,

$e_{ox}$  : x doğrultusunda kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki mesafe

$r_x$  : y doğrultusunda burulma rijitliğinin yatay rijitliğe oranının karekökü

$l_s$  Kat kütlelerinin plandaki dönme yarıçapı

5. Çok katlı yapılarda rijitlik merkezi ve burulma yarıçapı ancak yaklaşık olarak tanımlanabilir. Burulma etkilerinin hesaplanması ve plandaki yapısal düzenliliği sınıflandırmak için sadeleştirilmiş bu tanımlama ancak şu iki koşul sağlanırsa geçerli olur.

- Yatay yüke karşı koyan tüm yapısal eleman ve sistemler bina boyunca sürekli olmalıdır.
- Birbirinden bağımsız sistemlerin yatay yükler altında şekli değiştirmeleri birbirinden çok farklı olmamalıdır.

### 2.3.1.1 Ek Dışmerkezlik Etkisi

Kat kütlelerinin konumlarındaki belirsizliği ve yer hareketinin boyutsal değişimini hesaba katmak için, her kat seviyesinde hesaplanmış kat kütleleri her iki doğrultuda tanımlanmış konumlarından  $\pm \% 5$  ek dış merkezlik etkitilecek şekilde gözönüne alınır.

$$e_{ai} = \pm 0,05 \cdot L_i \quad (2.7)$$

Burada;

$e_{ai}$  : Kat kütlelerinin ek dışmerkezliği,

$L_i$  : Deprem doğrultusuna dik döşeme boyutudur.

### 2.3.1.2 Analiz Yöntemi

Planda düzensizlik durumları bu yönetmelikte de doğrusal elastik yöntemin kullanımına sınırlamalar getirmektedir. Şöyle ki;

1. Doğrusal elastik yöntemin iki boyutlu düzlemsel modellere uygulanabilmesi için Eurocode 8 Bölüm 4'te 4.2.3.2'de planda düzenli yapı sınıflandırması için verilen tüm kıstasların sağlanması gereklidir.
2. Doğrusal elastik yöntem, Eurocode 8 Bölüm 4'te 4.2.3.2'de verilen kıstaslar sağlanmasa da iki boyutlu düzlemsel modellere bina önem sınıfına bağlı olarak aşağıdaki tüm özel düzenlilik durumlarının sağlanması koşuluyla uygulanabilir.
  - a. Bina, iyi kütle dağılımına ve nispeten rijit döşeme ve bölmelere sahip olmalıdır.
  - b. Bina yüksekliği 10 m.'yi aşmamalıdır.
  - c. Rijit diyafram varsayımının yapılabilmesi için döşemelerin düzlemsel rijitlikleri, düşey yapısal elemanların yatay rijitliği ile karşılaştırıldığında yeteri kadar büyük olmalıdır.
  - d. Rijitlik ve kütle merkezleri yaklaşık olarak düşey bir çizgi üzerinde olmalı ve her iki deprem doğrultusunda aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

$$r_x^2 > l_s^2 + e_{ox}^2 \quad (2.8a)$$

$$r_y^2 > l_s^2 + e_{oy}^2 \quad (2.8b)$$

3. Yukarıda 2. madde ve alt bentlerinde (d bendi hariç) verilen koşulları sağlayan binalarda, iki boyutlu düzlemsel modellerin analizi için doğrusal elastik yöntem kullanılabilir. Ancak bu durumda analizden elde edilen tüm deprem etkileri 1.25 ile çarpılacaktır.
4. 1 ve 3. madde belirtilen koşulları sağlamayan binaları üç boyutlu modellenecektir.



### 2.3.1.3 Burulma Etkileri

Planda rijitlik ve kütle dağılımı simetrik ise ve ek dışmerkezlik daha kesin bir hesap yöntemi ile hesaplanmıyorsa, burulma etkileri yük taşıyan her bir bağımsız elemana etkiyen deprem yükü etkisini  $\delta$  katsayısı ile çarparak büyütmek suretiyle gözönüne alınabilir.

$$\delta = 1 + 0,6 \cdot \frac{x}{L_e} \quad (2.9)$$

Burada;

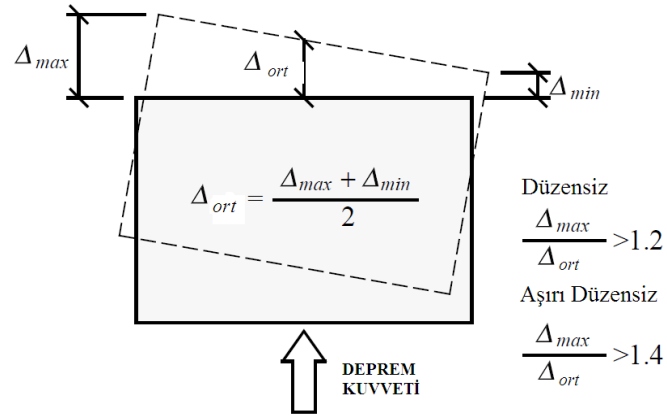
$x$  : Yapısal elemanın binanın kütle merkezine mesafesi (dikkate alınan deprem doğrultusuna dik olarak ölçülmüş)

$L_e$  : Yatay yük taşıyan en dıştaki iki eleman arasındaki mesafe (dikkate alınan deprem doğrultusuna dik olarak ölçülmüş)

Analiz iki boyutlu düzlemsel modeller kullanılarak yapılırsa, burulma etkileri bağıntı (2.7)'de verilen ek dışmerkezliği iki katına çıkarmak veya bağıntı (2.9) da verilen 0,6 katsayısını 1,2 almak suretiyle hesaplanabilir.

### 2.3.2 Ulusal Deprem Riskleri Azaltma Programı (2009 National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) Recommended Seismic Provisions For New Buildings and Other Structures (FEMA P-750))

Ulusal Deprem Riskleri Azaltma Programı'nda, yapısal sistemlerin tasarımında öncelikle binanın % 5 ek dışmerkezlik ile analiz edilmesi öngörülmektedir. Binanın herhangi bir katındaki en büyük görelî kat ötelemesinin yine aynı kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı 1,2'den büyük ise burulma düzensizliğinden bahsedilir. Bu oran 1,4'ten büyük ise aşırı burulma düzensizliği olarak tanımlanır ve bu tip binalara izin verilmez (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Burulma düzensizliği durumu

NEHRP’de binalar spektral ivme katsayılarına göre A,B,C,D,E ve F olmak üzere altı gruba ayrılmıştır. Burulma düzensizliği olan C, D, E ve F sınıfı yapılarda içsel burulma momenti ve ek dışmerkezlikten kaynaklanan burulma momentinin toplamı aşağıda (2.10) bağıntısı ile verilen ve  $A_x$  olarak ifade edilen bir büyütme katsayısı ile çarpılır.  $A_x$  büyütme katsayısı 3’ten büyük olamaz. Bu durumda tasarımda her bir eleman için daha ciddi bir yükleme gözönüne alınmalıdır.

$$A_x = \left( \frac{\delta_{maks}}{1,2 \cdot \delta_{ort}} \right)^2 \quad (2.10)$$

Burada;

$\delta_{maks}$  : x seviyesindeki en büyük yer değiştirme

$\delta_{ort}$  : Yapının x seviyesinde köşe noktalarındaki ortalama yer değiştirmedir.

Burulma düzensizliği olan D,E ve F sınıfı yapılarda eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılmasına izin verilmez.

Yapısal sistemde aşırı burulma düzensizliğinin olması durumunda NEHRP hiçbir sorgulama yaptırmadan deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılan redundancy katsayısı  $\rho$ ’nun 1,3 olarak alınmasını öngörmektedir.

### 2.3.3 Kanada Ulusal Bina Yönetmeliği 2010 (National Building Code of Canada)

Kanada Ulusal Bina Yönetmeliği 2010 yılında güncellenmiş, ancak bundan önceki 2005 versiyonunda burulma etkisi ile ilgili hususlarda bir değişiklik olmamıştır.

2005 versiyonu ile birlikte Kanada Ulusal Bina Yönetmeliğinde belli düzensizlik durumları için analiz yöntemi olarak dinamik analiz yaklaşımı tercih edilmiştir. Burulma etkileri her iki deprem doğrultusu için ayrı ayrı olmak üzere  $\pm \% 10$  ek dış merkezlik ile hesaplanmaktadır. Yüksek burulma etkilerine maruz binalarda burulma hassasiyeti  $B$ , herhangi bir kattaki en büyük yer değiştirmenin o kattaki ortalama yer değiştirmeye oranını ifade eden  $B_x$  katsayılarının en büyüğü olarak hesaplanır.  $B$ 'nin 1,7'den büyük olması ve  $I_E F_A S_A(0,2) > 0,35$  olması durumunda dinamik hesap zorunludur.

Burada;

$I_E$  : Deprem önem katsayısı

$F_A$  : İvme ve hız tabanlı yer katsayısı

$S_A(0,2)$  : % 5 sönümlü spektral tepki ivmesidir. ( $T < 0,2$  s için)

### 2.3.4 Meksika Bina Yönetmeliği 2008 (Model Building Code of Mexico)

Meksika Bina Yönetmeliğinde burulma etkilerinin hesaplanması için artırılmış tasarım statik dışmerkezlikler kullanılmaktadır. Dışmerkezlikler aşağıdaki denklemlerde verildiği gibidir.

$$e_n^+ = 1,5e_n + 0,05b_n \quad (2.11a)$$

$$e_n^- = 0,5e_n - 0,05b_n \quad (2.11b)$$

Burada;

$e_n$  : Gözönüne alınan deprem doğrultusunda  $n$ . katta kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında hesaplanan statik dışmerkezlik

$b_n$  : Binanın  $n$ . katının gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik en büyük plan boyutudur.

2008 Meksika Bina Yönetmeliğinde bina tipi yapıların planda ve düşeyde düzenliliğini tarif eden 11 koşul vardır. Bu 11 yapısal düzenlilik koşulunu sağlayanlar düzenli bir bina olarak tarif edilir ve deprem yükü azaltma katsayısı  $Q'$ 'yi direkt kullanabilir. Ancak bu 11 koşuldan birini dahi sağlamayan binalar düzensiz olarak tarif edilir ve deprem yükü azaltma katsayısı düzeltici bir azaltma çarpanı olan  $\alpha$  katsayısı ile çarpılır.

$$Q'_{düzensiz} = \alpha \cdot Q'_{düzenli} \quad (2.12)$$

Binada burulma etkisi durumunda  $\alpha = 0,8$ ; aşırı düzensizlik durumunda  $\alpha = 0,7$  alınır. Aşırı düzensizlik durumunda iki şekilde tarif edilmiştir: Yumuşak kat ve burulma düzensizliklerinin aynı anda binada bulunması ya da aşırı burulma düzensizliğinin olması. Aşırı burulma düzensizliği de gözönüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan statik dışmerkezlik değerinin % 20'den fazla olması olarak tarif edilmiştir.

Yukarıda ayrıntılı olarak irdelenen bu dört yönetmelik dışında Hindistan, Pakistan, New York City ve Suudi Arabistan örnekleri de tez kapsamında incelenmiştir. Bu yönetmeliklerde de burulma etkilerinin analizi için izlenen genel yöntem diğerlerinden farklı değildir. Ek dışmerkezlik katsayılarındaki ufak değişiklikler ve kat ötelemeleri ile görelî kat ötelemeleri oranlarının dikkate alınarak burulma düzensizliğinin tarif edilmesindeki ayrıntılar dışında ana tema aynıdır.

## BÖLÜM ÜÇ

### ÇALIŞMA KAPSAMINDA KULLANILAN DOĞRUSAL OLMAYAN STATİK ARTIMSAL İTME ANALİZ YÖNTEMLERİ

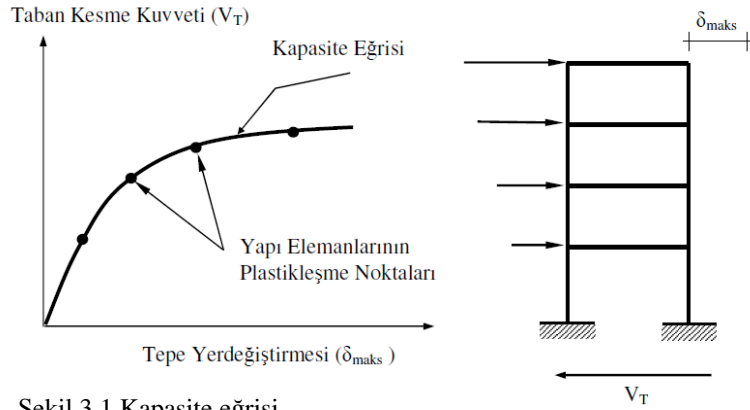
#### 3.1 Giriş

Deprem mühendisliğinde yapıların performansa dayalı tasarım ve değerlendirme yaklaşımı özellikle son yıllarda göz alıcı bir hızla yaygınlaşmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalarla yapıların doğrusal olmayan davranışını belirlemek üzere çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz, deprem taleplerini hesaplamak ve yapının plastik mafsallık mekanizmasını tanımlamak için kabul edilmiş en güçlü ve sağlıklı yöntemdir. Ancak dinamik analiz, modelleme parametreleri ile deprem girdilerinin frekans içeriği, yoğunluk ve etkiye süresi gibi karakteristik özelliklerinden oldukça fazla etkilenmektedir. Bu sebeple yer hareketini temsil edecek örnek kayıtların çok dikkatli seçilmesi gereklidir. Bu da fazladan hesap yükü ve zaman anlamına gelir. (Mwafy ve Elnashai, 2001; Barros ve Almedia, 2005; Moghadam ve Hajirasouliha, 2006)

Basitleştirilmiş yöntemlere duyulan ihtiyaç doğrusal olmayan statik itme yöntemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yöntemler dinamik analizin tersine, yapısal zayıflıkların konumları ve elastik olmayan bölgedeki kırılma mekanizması hakkındaki değerli bilgiyi bizlere kolaylıkla sağlayabilir. Aynı zamanda istem diyagramı olan yönetmeliklerdeki tepki spektrumunu kullanabilme ve depremin sebep olduğu talepleri hesaplayabilme yeteneğine sahiptir. Bu sebeple son yıllarda doğrusal olmayan statik itme yöntemleri, binaların performans değerlendirmesinde ve tasarım doğrulamasında standart bir araç olarak alışagelmış mühendislik uygulamalarında yaygın bir şekilde yerini almıştır. Bu yöntemler, deprem taleplerinin hesaplanmasında herhangi bir uygulanabilir doğrusal yöntemden çok daha iyi sonuçlar vermesi sebebi ile de büyük ilgi odağı olmuştur (Kalkan ve Kunnath, 2007; Rofooei, Attari, Rasekh ve Shodja, 2007; Poursha, Khoshnoudian ve Moghadam, 2009).

....Yapıların deprem performansının belirlenmesinde kullanılan doğrusal olmayan statik itme yönteminin esasları yaklaşık 35 yıl öncesine dayanmaktadır (Gülkan ve Sözen, 1976). Gülkan ve Sözen çalışmalarında, tasarım taban kesme kuvvetinin belirlenmesinde doğrusal olmayan davranışı gözönüne alan basitleştirilmiş bir hesap yöntemi ileri sürmüşlerdir. Ancak, deprem istemleri ile yapısal kapasitenin karşılaştırılmasına olanak sağlayan ilk yöntem Freeman (1978,1998) tarafından geliştirilen “*Kapasite Spektrumu*” yöntemidir.... (Bozdağ, 2009)

Bu yöntemlerin esası, önceden tanımlanmış yatay yük dağılımlarının, bina tepe noktası yerdeğiştirmesi belli bir hedef değere ulaşıncaya kadar aralarındaki oran sabit kalacak şekilde adım adım artırılmasına bunun sonucunda yatay kuvvet-yatay yerdeğiştirme  $(V_T - \delta_{maks})$  ilişkisinin malzeme ve geometri değişimi bakımından doğrusal olmayan teoriye göre elde edilmesine ve bu ilişkinin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Şekil 3.1’de gösterilen ve kapasite eğrisi adı verilen bu diyagram, elemanlardaki akma ve kırılma sırasının veya toptan göçme mekanizmalarının belirlenmesine, ayrıca belirli bir deprem etkisi altında yapıdan beklenen performans hedefinin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğinin izlenmesine izin verir.



Şekil 3.1 Kapasite eğrisi

Doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri ile yapı performansının değerlendirmesi genel olarak iki farklı kritere göre yapılabilmektedir. Kuvvet (dayanım) bazlı değerlendirme adı verilen birinci tür değerlendirmede, yapıya etkililen yatay deprem yükleri yönetmeliklerde öngörülen seviyeye ulaştığında, gerek dayanım gerekse yerdeğiştirme ve şekil değiştirmeler bakımından yapıdan istenen

performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Yerdeğiştirme ve şekildeğiştirme bazlı değerlendirilmenin esas alındığı yöntemlerde ise, belirli bir yatay deprem yükü dağılımı için yapıdaki yerdeğiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. (Özer, 2009)

Ancak bugün, değişmeyen yük dağılımına dayanan basitleştirilmiş bu yöntemlerin, yüksek mod katkısının etkili olduğu durumlarda binanın doğrusal olmayan davranışını tahmin etmekte yetersiz olduğu iyi biliniyor. Az katlı düzensiz binalar ile çok katlı düzenli ve düzensiz binalar üzerinde yapılan araştırmalar, birinci (temel) mod şekli veya buna benzer şekiller ile orantılı yatay yük dağılımlarını esas alan klasik doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinin yapısal dayanım kaybındaki ilerlemeyi, modal niteliklerdeki değişimi ve yapının periyot uzamasını dikkate almakta yetersiz kaldığını göstermektedir (Penelis ve Kappos, 2002; Chopra ve Goel 2003; Chopra ve Goel 2004; Lignos ve Gantes 2005; Papanikolaou ve Elnashai, 2005; Ferracuti, Savoia, Francia, 2006; Moghadam ve Hajirasouliha, 2006; Papanikolaou ve ark., 2006; Kalkan ve Kunnath, 2007; Rofooei ve ark., 2007; D'ambrisi, Stefano, Tanganelli, 2009).

Basitleştirilmiş yöntemlerin kısıtlarını aşmak amacıyla bir çok araştırmacı yüksek mod etkilerini dikkate alan çok modlu ve/veya sistemdeki plastikleşmelere bağlı olarak değişen mod şekillerini (veya sistemin deplasman profilini) gözönüne alan uyarlanmış doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri ileri sürmüşlerdir. Bu prosedürlerde çoğunlukla, ardışık yaklaşımla veya küçük yük artımlarıyla adım-adım çözüm yaklaşımlarını esas alan klasik yük artımı yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çözüm tekniklerinde plastik kesitlerin oluşumunun ve buna bağlı olarak değişen dinamik özelliklerin ayrıntılı olarak belirlenmesi hesap hacmini çok büyük oranda arttırmaktadır. Ayrıca sistemde, plastik kesitler oluştuğça yatay yüklerin (modal kat kuvvetlerinin) yapı yüksekliğince dağılımının sürekli olarak değiştirilmesi (önceki adımdaki yük dağılımlarından bağımsız yüklerin kullanılması) bazı matematiksel stabilite problemlerine yol açabilmektedir. Bu nedenlerle, daha etkin çözüm tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Türker ve İrtem, 2007).

Yukarıda bahsedilen veriler ışığı altında yaygın olarak kullanılan doğrusal olmayan statik itme analizi yöntemleri, analiz süresince yapısal modele etkiyen yatay yük dağılım şekline dayanan üç ana grupta sınıflandırılabilirler.

- a. Tek modlu değişmeyen yük dağılımları
- b. Çok modlu değişmeyen yük dağılımları
- c. Uyarlanmış (değişken) yük dağılımları

Sonuç olarak, güncel deprem yönetmelikleri ve rehber dokümanlar, doğrusal olmayan statik itme yöntemlerini güçlü yer hareketine maruz yapıların güvenlik değerlendirmesinde etkili bir teknik olarak ileri sürmektedir. Doğrusal olmayan statik yöntemler dinamik benzerlerine göre çok daha kolaydır ve dinamik davranışı çok daha az hesap gayreti ile yakalamaya odaklanmıştır. (Ferracuti ve ark., 2006) Günümüzde pratik uygulamalar için en gerçekçi analiz ve performans değerlendirme yöntemi olarak basitleştirilmiş doğrusal olmayan yöntemler gözükmüyor. Bu sebeple doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleri, yapıların elastik ötesi davranışını tahmin etmede basit fakat etkili yöntemler olarak kabul görmektedir.

İncelemiş olduğunuz tez kapsamında doğrusal olmayan statik itme analizleri, yapının birinci mod şekli ile orantılı ve uniform olmak üzere iki adet tek modlu değişmeyen yük dağılımı ve D.B.Y.B.H.E. 2007'ye göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı dikkate alacak şekilde bir adet çok modlu değişmeyen yük dağılımı ile yapılmıştır.

### **3.2 Tek Modlu Statik İtme Analiz Yöntemleri**

Yapı tasarımında yaygın olarak kullanılan ATC-40, FEMA 440, Eurocode 8 ve ASCE/SEI 41-06 gibi birçok ön standartta yer alan doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinde yük dağılımı olarak birinci mod şekli ile orantılı ve/veya uniform yük dağılımları kullanılmaktadır.



D.B.Y.B.H.E.2007’de yapıların deprem performansının belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi”nde birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı her bir itme adımında sabit veya değişen yük dağılımı kullanılması önerilmiştir. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8’den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının  $\eta_{bi} < 1.4$  koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorunludur.

FEMA-356 (2000)’da, kullanılacak yük dağılımları ise iki ana gruba ayrılmıştır. Birinci grupta, birinci mod şekli ile orantılı yatay yük dağılımı, ters üçgen yük dağılımı ve kütle katılım oranı % 90’ını sağlayacak sayıda mod etkisinin hesaba katıldığı mod birleştirme yönteminden elde edilen kat kesme kuvvetleri ile orantılı yatay yük dağılımı yer almaktadır. Bu yükleme grubundaki ilk iki dağılım için kütle katılım oranının % 75 olması öngörülmektedir. İkinci grupta ise uniform ve değişken yük dağılımları önerilmektedir. Yapının deprem davranışını doğru temsil etmek adına, performans analizinin her iki yükleme grubundan seçilen en az birer yükleme dağılımını kullanarak elde edilen en olumsuz sonuca göre belirlenmesini önerilmektedir.

Hem D.B.Y.B.H.E.2007’de hem de diğer ön standartlarda önerilen tek modlu yük dağılımları olması sebebi ile tez kapsamında da tek modlu değişmeyen yük dağılımı olarak birinci mod şekli ile orantılı ve uniform yük dağılımları tercih edilmiştir.

### **3.3 Çok Modlu Statik İtme Analiz Yöntemi**

Tek modlu statik itme analiz yöntemi, hakim mod katkısının yüksek olduğu yapılarda kaydadeğer sonuçlar verebildiği halde yüksek mod etkilerinin hakim

olduğu çok katlı ve yapısal düzensizliği olan yapılarda iyi sonuçlar verememektedir. Bu sebepten dolayı bu tip yapıların doğrusal olmayan davranışı daha iyi yansıtmak için yüksek mod etkilerini dikkate alan çok modlu analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları;

- Modal İtme Analizi (Modal Pusover Analysis - MPA):
- Modifiye Modal İtme Analizi (Modified Modal Pushover Analysis - MMPA)
- Üst Sınır İtme Analizi (Upper-Bond Pushover Analysis - UBPA):
- Uyarlanmış İtme Analizi (Adaptive Pushover - AP ):
- Uyarlanmış Mod Birleştirme (Adaptive Modal Combination - AMC):
- Ardışık Modal İtme Analizi (Consecutive Modal Pushover - CMP)
- Kat Kesme Kuvveti Tabanlı Uyarlanmış İtme Analizi (Story Shear-Based Adaptive Pushover - SSAP) 'dir.

Tez kapsamında çok modlu statik itme analizi için MMPA tercih edilmiştir. “Modifiye Modal İtme Analizi” Modal İtme Analizi'nin uzantısı olan bir yöntemdir. Chopra ve Goel (2004) tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, modal birleştirme kurallarını (karelerin toplamının karekökü vb.) kullanarak birinci mod şeklini dikkate alan statik itme analizinin doğrusal olmayan tepkisi ile yüksek modların elastik etkilerini birleştirir (Chopra, Goel, Chintanapakdee, 2004).

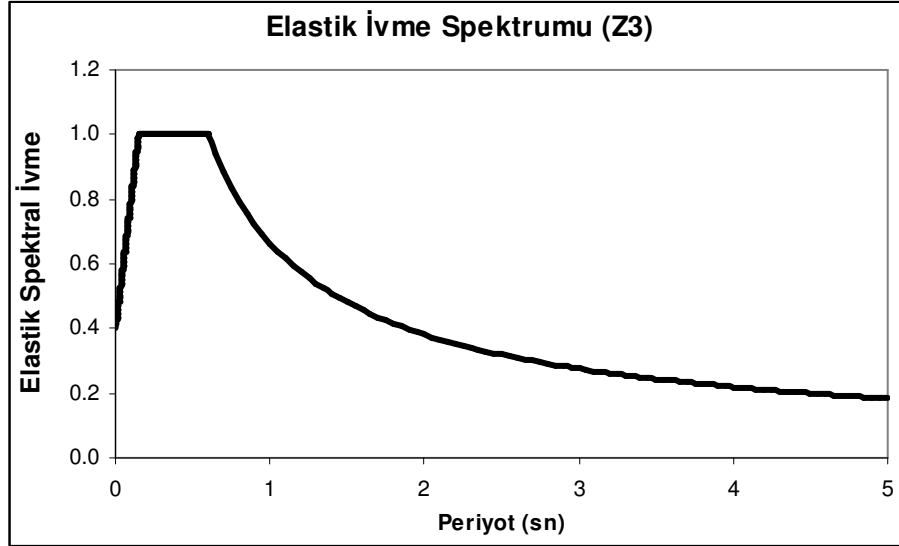
## BÖLÜM DÖRT

### İZLENEN YÖNTEM VE YAPILAN KABULLER

#### 4.1 Genel

Tez kapsamında ele alınan yapısal modellere ait deprem istemleri bir doğrusal elastik ve üç farklı doğrusal olmayan itme analizi ile yapılmıştır.

Deprem hesabında Bina Önem Katsayısı uygulanmamıştır ( $I=1.0$ ). Analizlerde kullanılan ve birinci derece deprem bölgesi Z3 yerel zemin sınıfı için tanımlanan % 5 sönümlü elastik tasarım ivme spektrumu aşağıda Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 D.B.Y.B.H.E.2007'ye göre 1. derece deprem bölgesi Z3 zemin türü için elastik ivme spektrumu

#### 4.2 Doğrusal Elastik Analiz

Doğrusal elastik hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir. Analizler sırasında hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, gözönüne alınan deprem doğrultusunda ( $y$  doğrultusu), her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

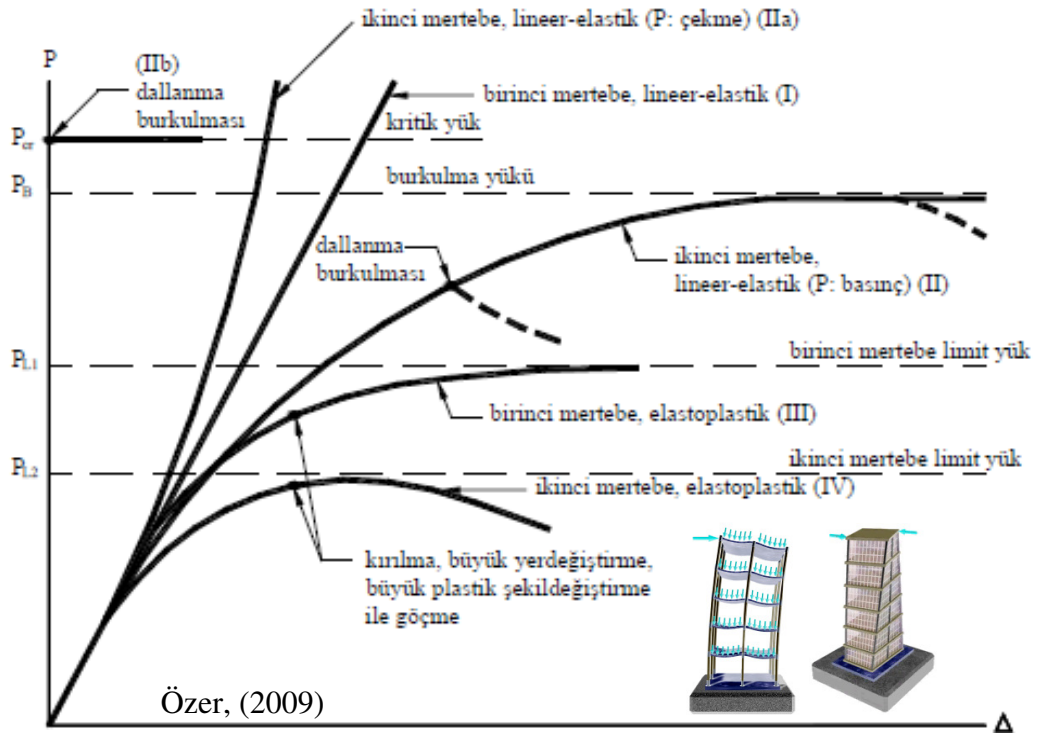
### 4.3 Doğrusal Olmayan Analiz

Yapı sistemlerinin dış etkiler altındaki davranışının doğrusal olmaması genel olarak iki sebepten ileri gelir:

a. Malzemenin doğrusal-elastik olmaması nedeniyle gerilme-şekildeğiştirme bağıntılarının (bünye denklemlerinin) doğrusal olmaması.

b. Geometri değişimleri nedeniyle denge denklemlerinin (ve bazı hallerde geometrik süreklilik denklemlerinin) doğrusal olmaması.

Düşey ve yatay yükler etkisindeki bir yapı sisteminin doğrusal ve doğrusal olmayan teorilere göre hesabı ile elde edilen yük parametresi-yerdeğiştirme (P- $\Delta$ ) bağıntıları Şekil 4.2’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Çeşitli teorilere göre elde edilen yük parametresi – yerdeğiştirme bağıntıları

Malzemenin sınırsız olarak doğrusal-elastik varsayıldığı bir yapı sisteminin, artan dış yükler altında, birinci mertebe teorisine göre elde edilen davranışı (I) doğrusu ile temsil edilmektedir. Geometri değişimlerinin denge denklemlerine

etkisinin, diğ er bir deyiş le, aksenel kuvvetlerden oluş an ikinci mertebe etkilerinin hesaba katıldı ğ ı ikinci mertebe teorisinde ise, aksenel kuvvetin basınç veya çekme olmasına göre farklı sistem davranış ları ile karş ılaş ılabilmektedir (II-IIa-IIb).

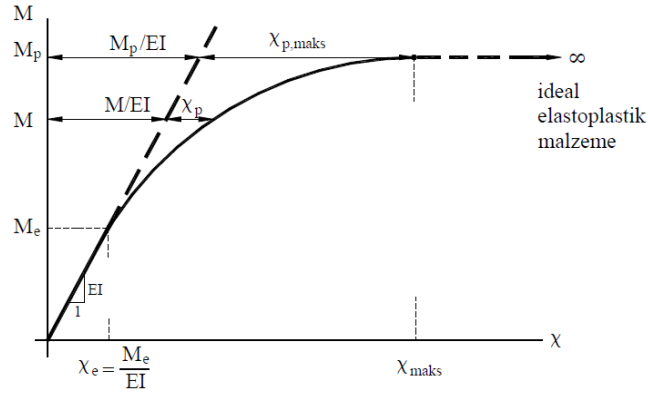
Doğrusal olmayan malzemeden yapılmış sistemlerde, artan dış yüklerle birlikte iç kuvvetler de artarak bazı kesitlerde doğrusal-elastik sınırı ař maktadı ve bu kesitler dolayında doğrusal olmayan (plastik) ř ekil değ iç tirmeler meydana gelmektedir. Doğrusal olmayan ř ekil değ iç tirmeler genel olarak sistem üzerinde sürekli olarak yayılmaktadır. Buna karş ılık, kopma sırasındaki toplam ř ekil değ iç tirmelerin doğrusal ř ekil değ iç tirmelere oranının büyük olduğ u sünek malzemeden yapılmış sistemlerde, doğrusal olmayan ř ekil değ iç tirmelerin plastik mafsallık (veya genel anlamda plastik kesit) adı verilen belirli kesitlerde toplandı ğ ı, bunun dış ındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal-elastik davrandı ğ ı varsayılabilir. Bu varsayım plastik mafsallık hipotezi olarak isimlendirilmektedir. Plastik mafsallık hipotezinin esas alındı ğ ı bir yapı sisteminin birinci mertebe teorisine göre hesabında (III eđ risi), oluş an plastik mafsallık nedeniyle sistemin tümünün veya bir bölümünün mekanizma durumuna gelmesi taşıma gücünün sona erdiğ ini ifade eder. Bu yük birinci mertebe limit yük adını alır. Doğrusallı ğ ı bozan her iki etkinin birlikte göz önüne alınması halinde, yani yapı sisteminin ikinci mertebe elastoplastik teoriye göre hesabı ile elde edilen (P-Δ) diyagramı ř ekilde (IV) eđ risi ile gösterilmiş tir. Bu diyagram ilk kritik kesitte doğrusal-elastik sınırın ař ılmasına kadar (II) eđ risini izlemekte, daha sonra oluş an plastik ř ekil değ iç tirmeler nedeniyle yerdeğ iç tirmeler daha hızlı olarak artmaktadır. Plastik mafsallık hipotezinin esas alındı ğ ı yapı sistemlerinde, dış yükler artarak bir PL2 sınır değerine eř it olunca, meydana gelen plastik mafsallık nedeniyle rijitliğ i azalan sistemin burkulma yükü dış yük parametresinin altına düş er, diğ er bir deyiş le, (P-Δ) diyagramında artan yerdeğ iç tirmelere azalan yükler karş ı gelir. Sistemin stabilite yetersizliğ i nedeniyle taşıma gücünü yitirmesine sebep olan bu yük parametresine ikinci mertebe limit yük denilmektedir.(Özer, 2009)

Uygulamalarındaki yayınlı ğ ı ve pratikliğ i nedeni ile doğrusal elastik olmayan analiz için yı ğ ılı plastik davranış modeli esas alınmış tir.

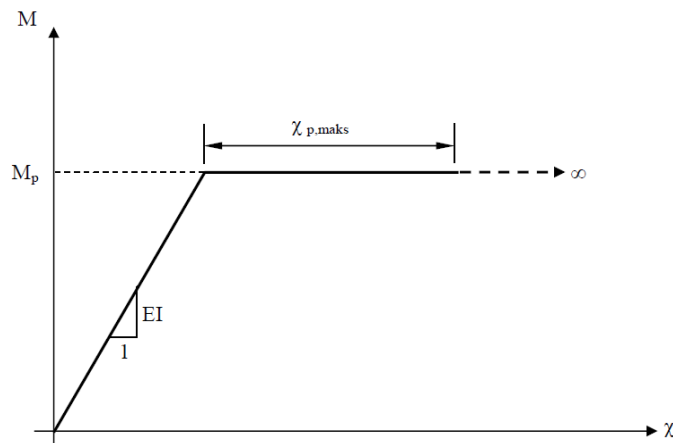
### 4.3.1 Plastik Mafsal Hipotezi

Toplam şekildeğişirmelerin doğrusal şekildeğişirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan şekildeğişirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekildeğişirmelerinin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılabilir. Bu hipoteze plastik mafsal hipotezi adı verilir.

Plastik mafsal hipotezinin uygulanması, gerçek moment-eğrilik bağıntısının iki doğru parçası ile idealleştirilmesine denk gelmektedir (Şekil 4.3 ve 4.4).



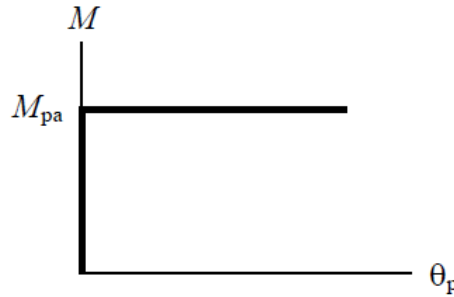
Şekil 4.3 Eğilme momenti – eğrilik ilişkisi



Şekil 4.4 İdealleştirilmiş eğilme momenti – eğrilik ilişkisi

Plastik mafsal dönmeleri, artan deprem yükleri etkisinde dönme kapasitesi adı verilen sınır değere ulaşabilir. Bu sonucu olarak ortaya çıkan büyük şekildeğişirmeler nedeniyle kesit kullanılamaz hale gelebilir. Yapısal sisteminin bir veya daha çok taşıyıcı eleman kesitinde plastik mafsal dönmelerinin dönme kapasitesine ulaşması ise, yapının tümünün kullanılamaz hale gelmesine başka bir deyişle göçmesine neden olabilir.

Tez kapsamında plastik mafsal oluşacak noktalar yapısal elemanların her iki uç noktası olarak seçilmiştir. Plastik mafsalın moment – dönme ilişkisi rijit plastik olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Statik itme analizlerinde kullanılan (M-θ<sub>p</sub>) ilişkisi

Kirişler için M3, kolonlar için PMM mafsalı kullanılmıştır. M3 plastik mafsalında momentler kesitte plastik şekil değiştirmelerin başladığı My momentine göre, dönme değerleri ise kesitte plastik şekil değiştirmelerin başladığı θ<sub>y</sub> dönmesine göre normalleştirilmiş şekilde ifade edilmektedir. PMM plastik mafsalı bileşik veya eğik eğilme etkisi altındaki betonarme elemanlarda eğilme momenti - normal kuvvet arasındaki ilişkinin tanımlanması için kullanılmaktadır. Kesite ait elde edilen akma yüzeyi eğrilerinin idealleştirilmiş şekli mafsal özellikleri olarak tanımlanmaktadır.

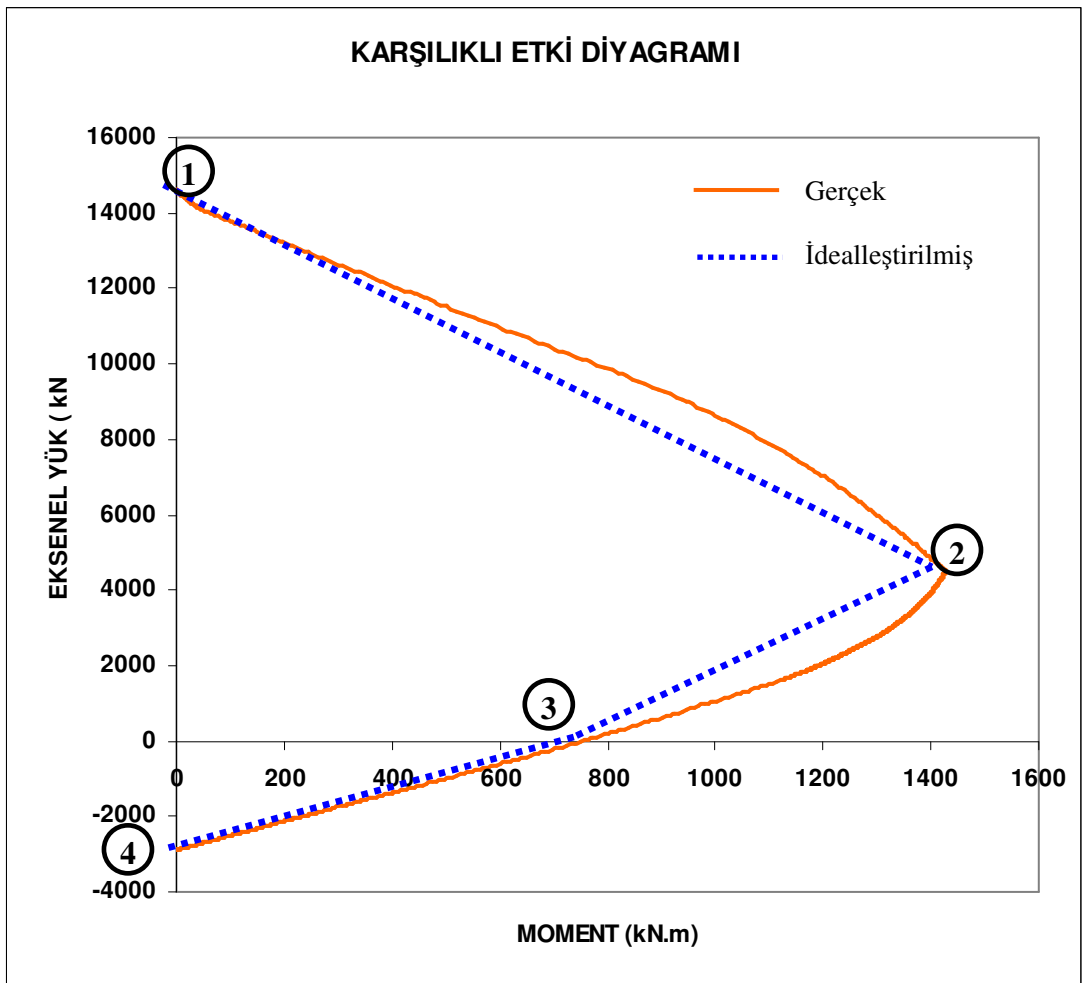
Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekildeğiştirme bölgesinin uzunluğu ( $L_p$ ), çalışan doğrultudaki kesit boyutu ( $h$ )'nin yarısına eşit alınmıştır. ( $L_p = 0,5h$ ).

Yapısal modellerdeki tüm kiriş ve kolonlardaki plastik kesitler, plastik şekildeğiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmiştir.

### 4.3.2 Akma Düzlemleri

İki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde plastikleşen betonarme kesitlerin etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak üç boyutlu davranış için akma düzlemleri olarak modellenmiştir.

Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisindeki betonarme bir kesitte taşıma gücünü ifade eden karşılıklı etki diyagramı S15 kolonu için Şekil 4.6'da örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Kapasite eğrisini kapasite spektrumuna dönüştürülmesi

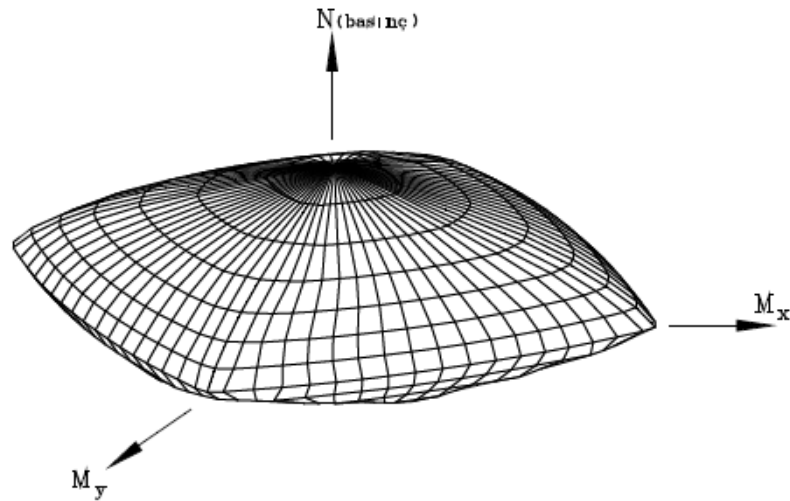
Kolonların akma eğrileri dört karakteristik nokta ile tanımlanmıştır. Akma eğrilerinin idealleştirilmesinde yararlanılan bu noktalar eksenel basınç (1), basit eğilme (3) ve eksenel çekme (4) hallerine karşılık gelen noktalar ile kesitin en büyük



eğilme momenti taşıma gücüne sahip olduğu dengeli duruma karşılık gelen (2) noktasıdır.

Tez kapsamında incelenen binalardaki kolon kesitleri, enine ve boyuna donatıları açısından değerlendirildiğinde 22 farklı kolon türü ortaya çıkmıştır. Tüm kolonlar karedir. Dolayısı ile hem donatı hem de kesit bakımından, ağırlık merkezlerinden geçen her iki eksene göre simetriktirler.

Kolonlara ait akma yüzeyleri oluşturulurken öncelikle ele alınan kolon türü için 5 farklı yükleme açısı (0 - 22,5 - 45 - 67,5 ve 90) için karşılıklı etkileşim diyagramları elde edilmiştir. Her bir eğri için yukarıda tanımlanan özel noktalara ait değerler alınmıştır. Bu 5 yükleme durumuna ait 4'er nokta birlikte kullanılarak idealleştirilmiş akma yüzeyleri elde edilmiştir. Kolonların donatı ve kesit açısından simetrik olması sebebi ile hem gerçek hem de idealleştirilmiş dayanım zarfları N eksenine göre simetriktir. Şekil 4.7'de temsili olarak gösterilmiştir. Gerçek ve idealleştirilmiş akma eğrileri karşılaştırıldığında, önerilen idealleştirmenin güvenli yönde olduğu, diğer bir deyişle gerçek akma koşulu için bir alt sınır oluşturduğu görülmektedir.



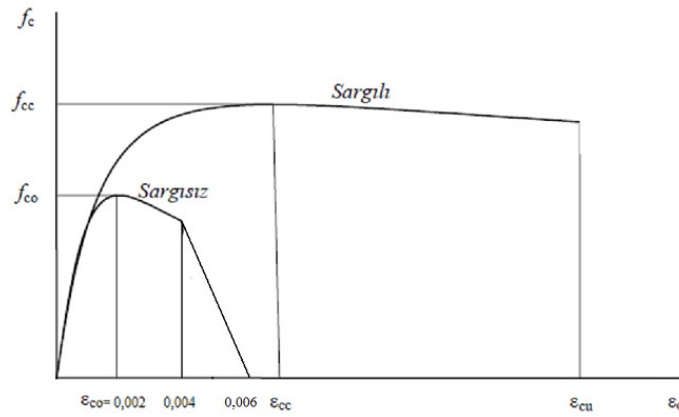
Şekil 4.7 Dikdörtgen betonarme kesitlerde akma yüzeyinin perspektif görünüşü (Özer,E.,2009)

### 4.3.3 Beton ve Donatı Çeliği Modelleri

#### 4.3.3.1 Sargılı ve Sargısız Beton Modelleri

Betonun çekme dayanımı ihmal edilmiştir ( $f_{ctk} = 0$ ).

Doğrusal olmayan statik itme analizlerinde kullanılan sargılı ve sargısız beton için gerilme-şekil değiştirme ilişkileri aşağıda Şekil 4.8'de verilmiştir. (Mander vd., 1988)



Şekil 4.8 Sargılı ve sargısız beton gerilme-birim şekil değiştirme modelleri

Sargılı betonda beton basınç gerilmesi  $f_c$ , basınç birim şekildeğiştirmesi  $\epsilon_c$ 'nin fonksiyonu olarak aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir:

$$f_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^r} \quad (4.1)$$

(4.1) bağıntısında normalize edilmiş beton birim şekildeğiştirmesi  $x$  ile  $r$  değişkenine ilişkin bağıntılar aşağıda verilmiştir.

$$x = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{cc}} \quad (4.2)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad (4.3)$$

$$\varepsilon_{cc} = 0,002 \left[ 1 + 5 \left( \frac{f_{cc}}{f_{co}} - 1 \right) \right] \quad (4.4)$$

$$E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (4.5)$$

Burada;

$E_c$  : Betonun elastisite modülü

$E_{sec}$  : Sekant modülü

$f_c$  : Sargılı beton basınç gerilmesi

$f_{cc}$  : Sargılı beton dayanımı

$f_{co}$  : Sargısız betonun basınç dayanımı

$\varepsilon_c$  : Beton basınç birim şekildeğiştirme

$\varepsilon_{cc}$  : Sargılı betonda en büyük basınç gerilmesine karşılık gelen birim şekildeğiştirme

$\varepsilon_{cu}$  : Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirme

Tez kapsamında ele alınan yapısal modellerde farklı enkesit, enine ve boyuna donatı özelliklerine sahip 131 kiriş kesit türüne ve 22 kolona türüne ait beton ve donatı gerilme – birim şekil değiştirme ilişkileri ile moment – eğrilik ilişkileri XTRACT programı marifetiyle elde edilmiştir. Bu kiriş ve kolonlardan birer tanesine (B065 kirişi ve S14 kolonu) ait sargılı beton gerilme – birim şekli değiştirme ilişkisine ait grafikler sargılı betona ait karakteristik özellikler ile aşağıda verilmiştir.

B065 kirişi için gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi

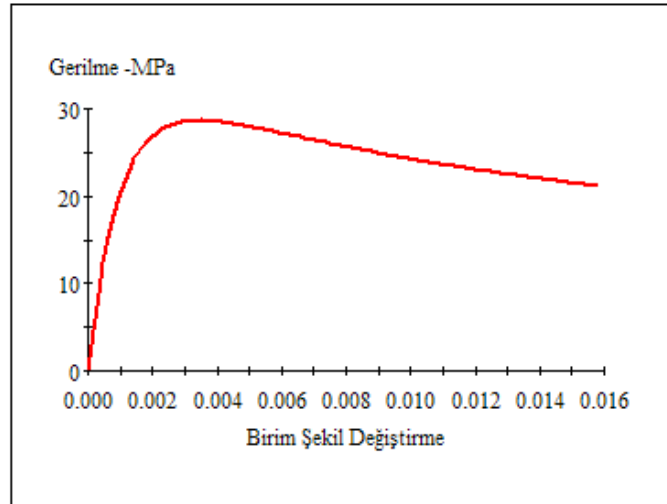
$f_{co}$  : 25,00 MPa

$f_{cc}$  : 28,64 MPa

$\varepsilon_{cc}$  : 0,003456

$E_c$  : 30000 MPa

$E_{sec}$  : 1202 MPa



Şekil 4.9 B065 tipi kiriş kesitine ait sargılı beton gerilme-birim şekil değıştirme ilişkisi

S14 kolonu için gerilme-birim şekil değıştirme ilişkisi

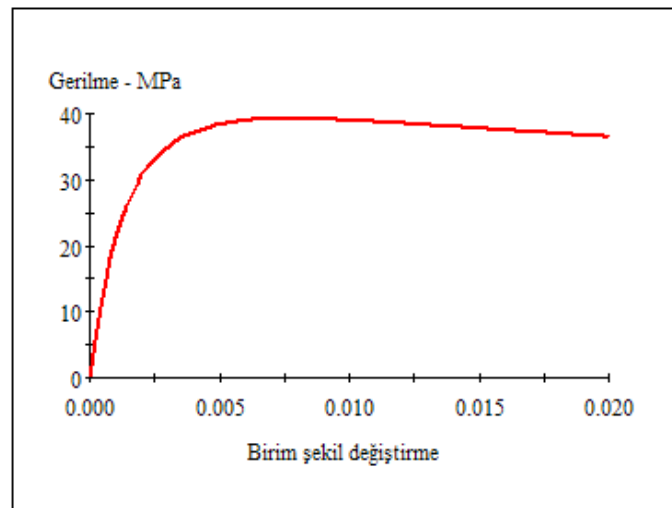
$$f_{co} : 25,00 \text{ MPa}$$

$$f_{cc} : 39,21 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cc} : 0,007684$$

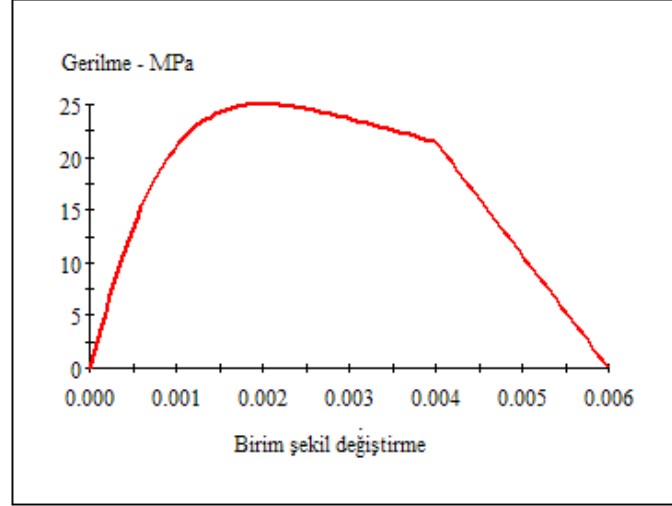
$$E_c : 30000 \text{ MPa}$$

$$E_{sec} : 740 \text{ MPa}$$



Şekil 4.10 S14 türü kolonuna ait sargılı beton gerilme-birim şekildeğıştirme ilişkisi

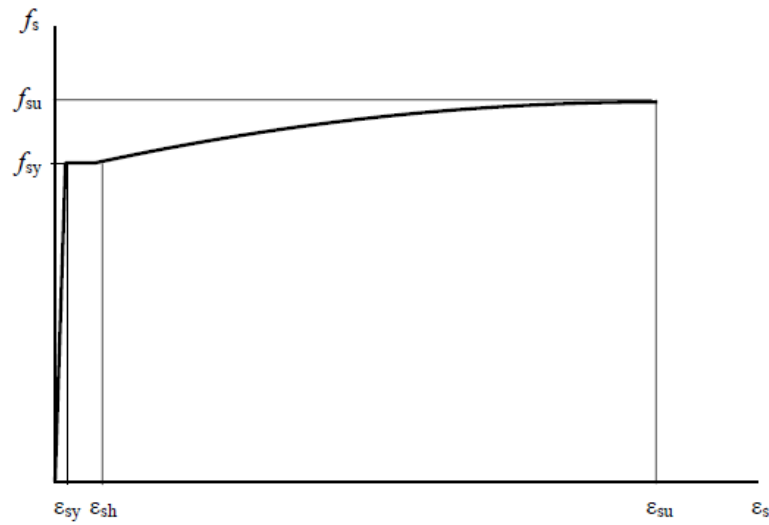
Sargılı beton için verilen gerilme birim şekil değiştirme bağıntıları  $\varepsilon_c = 0.004$ 'e kadar olan bölgede sargısız beton için de geçerlidir. Sargısız betonda  $f_{cc} = f_{co}$  ve  $\varepsilon_{cc} = 0,002$  alınmıştır.  $\varepsilon_c = 0.006$ 'da  $f_c = 0$  olarak tanımlanmıştır.  $0.004 < \varepsilon_c \leq 0.006$  aralığında gerilme – şekil değiştirme ilişkisi doğrusaldır.



Şekil 4.11 C25 sınıfı beton için sargısız beton gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi

#### 4.3.3.2 Donatı Çeliği Modeli.

Donatı çeliği için aşağıdaki gerilme-şekil değiştirme bağıntıları tanımlanmıştır.



Şekil 4.12 Donatı çeliği gerilme-birim şekil değiştirme modeli

$$f_s = E_s \varepsilon_s \quad (\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy}) \quad (4.6)$$

$$f_s = f_{sy} \quad (\varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sh}) \quad (4.7)$$

$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy}) \frac{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_s)^2}{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh})^2} \quad (\varepsilon_{sh} < \varepsilon_s \leq \varepsilon_{su}) \quad (4.8)$$

Burada;

$f_s$  = Donatı çeliğindeki gerilme

$f_{sy}$  = Donatı çeliğinin akma dayanımı

$f_{su}$  = Donatı çeliğinin kopma dayanımı

$E_s$  = Donatı çeliğinin elastisite modülü

$\varepsilon_s$  = Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekildeğiştirmesi

$\varepsilon_{sy}$  = Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirmesi

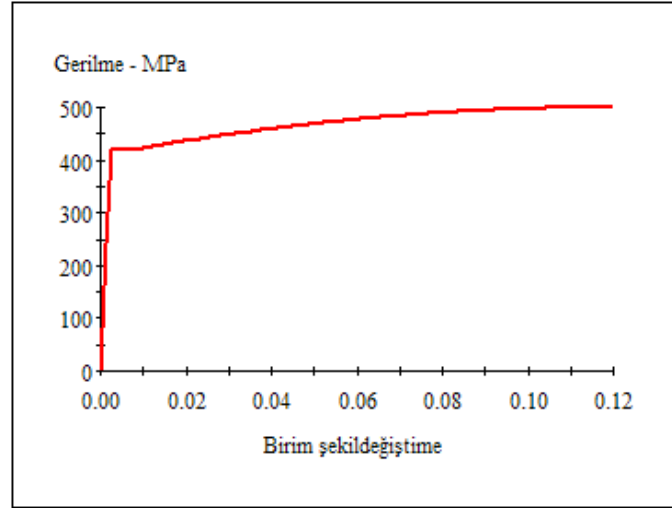
$\varepsilon_{sh}$  = Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekildeğiştirmesi

$\varepsilon_{su}$  = Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi

Donatı çeliğinin elastiklik modülü  $E_s = 2.10^5$  MPa'dır. S420 kalitesindeki donatı çeliğine ait diğeri bilgiler aşağıda Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Donatı çeliğine ait mekanik özellikler

| $f_{sy}$ (MPa) | $\varepsilon_{sy}$ | $\varepsilon_{sh}$ | $\varepsilon_{su}$ | $f_{su}$ (MPa) |
|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 420            | 0,0021             | 0,008              | 0,12               | 500            |



Şekil 4.13 Donatı çeliği için gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi

#### 4.3.4 Diğer Kabuller

1. Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlama kesite ait etkin eğilme rijitlikleri  $(EI)_e$  kullanılmıştır.

$$(a) \text{ Kirişlerde, } (EI)_e = 0.40 (EI)_o \quad (4.9)$$

$$(b) \text{ Kolonlarda, } N_D / (A_c f_{ck}) \leq 0.10 \text{ olması durumunda: } (EI)_e = 0.40 (EI)_o \quad (4.10a)$$

$$N_D / (A_c f_{ck}) \geq 0.40 \text{ olması durumunda: } (EI)_e = 0.80 (EI)_o \quad (4.10a)$$

Eksenel basınç kuvveti  $N_D$ 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır.  $N_D$ , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin gözönüne alındığı ve çatlama kesitlere ait  $(EI)_o$  eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenmiştir. Deprem hesabı için başlangıç durumunu oluşturan düşey yük hesabı ise, yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen etkin eğilme rijitliği  $(EI)_e$  kullanılarak, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre yeniden yapılmıştır. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılmıştır.

2. Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılmamıştır.

3. Artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin gözönüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılmış, bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınmıştır.

4. Tek ve çok modlu artımsal statik itme analizleri sırasında, eşdeğer deprem yükü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayılmıştır.

5. Binanın en az % 90 kütle katılım oranını sağlama durumuna göre 1., 2., 3., 4., 5. mod şekli ile orantılı ve uniform yük dağılımlarına göre yapılan itme analizleri ile koordinatları “tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti” olan itme eğrileri elde edilmiştir. Binalara ait itme eğrileri Ek-7’de verilmiştir.

6. MMPA yönteminde dikkate alınacak yüksek modlara ait hedef deplasman değerleri, FEMA-356’da önerilen “Yer Değiştirme Katsayıları Yöntemi”nde kullanılan ve FEMA-440 ile revize edilmiş aşağıda verilen (4.11) bağıntısından yararlanılmıştır.

$$\delta_i = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (4.11)$$



## BÖLÜM BEŞ

### YAPISAL MODELLER VE ANALİZLERDEN ELDE EDİLEN GRAFİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

#### 5.1 Yapısal Modeller

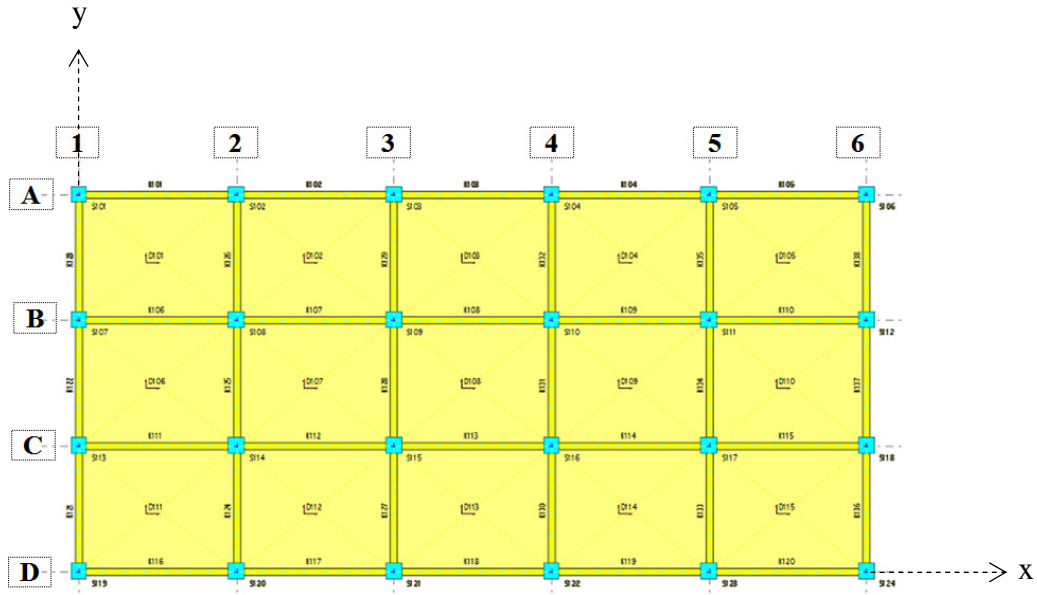
##### 5.1.1 Genel Özellikler

Bu çalışmada yapısal model olarak betonarme çerçeve tipi yapılar seçilmiş, kat ve açıklık sayıları ile ek dışmerkezlikleri değiştirilmek suretiyle doğrusal dinamik ve doğrusal olmayan artımsal statik itme yöntemleriyle analiz edilerek burulma düzensizlikleri incelenmiştir. 1, 2, 5, 8 katlı; 3, 4, 5, 6, 7, 8 açıklıklı ve % 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 ek dışmerkezlikli olmak üzere farklı karakteristik özelliklere sahip 168 adet bina incelenmiştir. Binalar TS500 ve D.B.Y.B.H.E.2007'ye göre tasarlanmış; doğrusal elastik dinamik analizleri STA4-CAD ve doğrusal olmayan artımsal statik itme analizleri ise SAP2000 programı kullanılarak yapılmıştır. Deprem hesaplarında sadece y doğrultusu gözönüne alınmıştır.

Binalara ait genel özellikler aşağıda verilmiştir:

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Beton Sınıfı                       | : C25 ( $f_{ck} = 25$ MPa; $E_c = 30000$ MPa)             |
| Donatı Sınıfı                      | : S420 ( $f_{yk} = 420$ MPa; $E_c = 200000$ MPa)          |
| Sabit Döşeme Yükleri               | : $G = 5,12$ kN/m <sup>2</sup> (Döşeme öz ağırlığı dahil) |
| Hareketli Döşeme Yükleri           | : $Q = 1,50$ kN/m <sup>2</sup>                            |
| Bina Önem Katsayısı                | : $I = 1$   |
| Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı | : $R = 8$ (Süneklik düzeyi yüksek çerçeve)                |
| Deprem Bölgesi                     | : 1. derece ( $A_0 = 0,4$ )                               |
| Zemin Sınıfı                       | : Z3 ( $T_A = 0,15$ ve $T_B = 0,60$ )                     |
| Hareketli Yük Katsayısı            | : 0,3   |
| Döşeme Kalınlığı                   | : 12 cm   |
| X Doğrultusunda Açıklıklar         | : 5 m   |
| Y Doğrultusunda Açıklıklar         | : 4 m   |
| Kat yüksekliği                     | : 3 m   |

Duvar Yükleri : Şekil 5.1’de verilen 5 açıklıklı bir binaya ait tipik kat planını gözönüne alacak olursak A, D, 1 ve 6 aksları üzerinde 8 kN/m, B ve C aksları üzerinde 2,7 kN/m, 2,3,4,5 aksları üzerinde (B ve C aksları arasındaki kirişler hariç) 5 kN/m’lik duvar yükü vardır. B ve C aksları arasında kalan iç akslar üzerinde duvar yoktur.



Şekil 5.1 5 açıklıklı binaya ait tipik kat planı

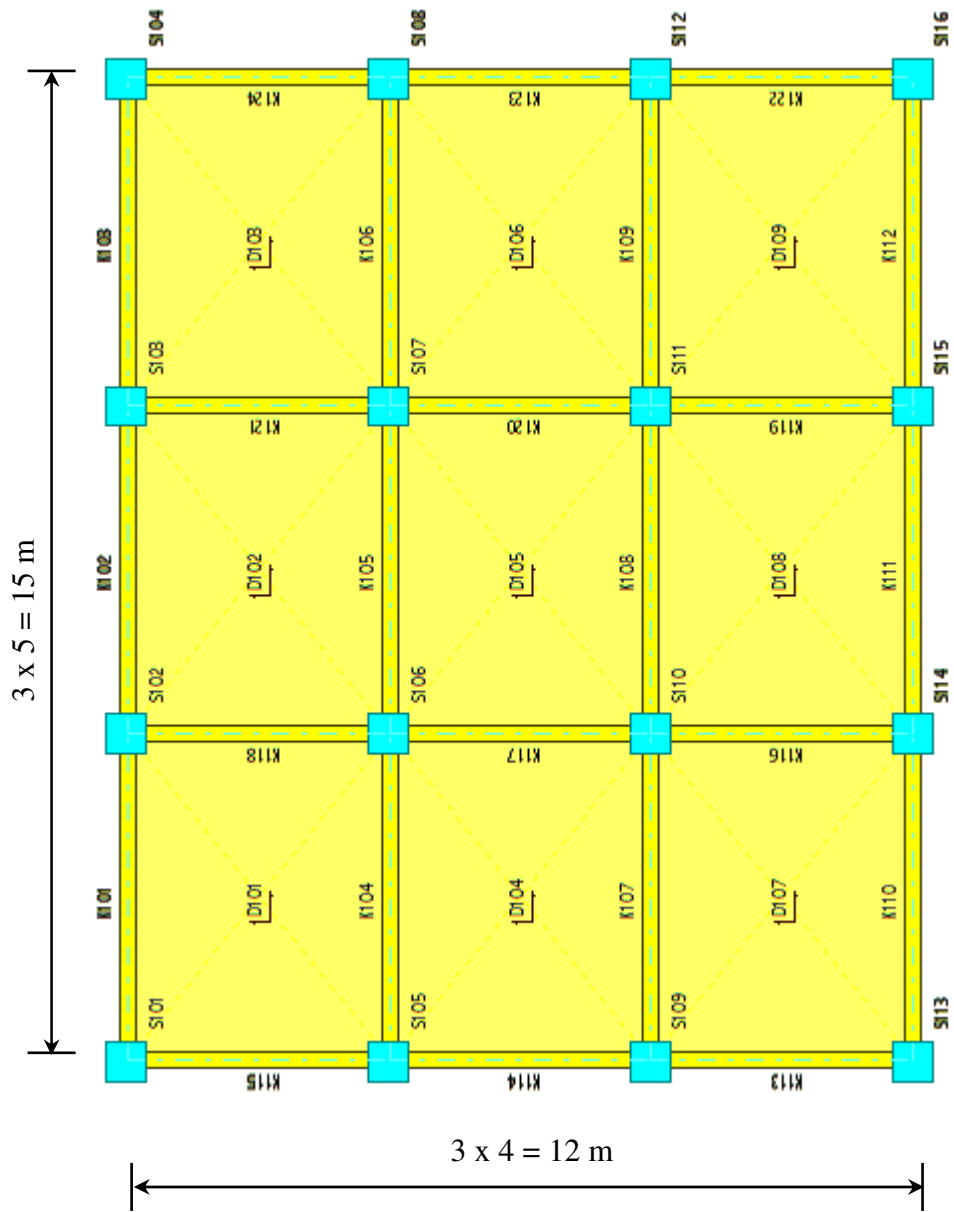
### 5.1.2 Adlandırma

Binalar açıklık sayısı, kat sayısı ve ek dışmerkezlik olmak üzere üç değişkene göre analiz edilmeleri sebebi ile isim kodlamaları da bu değişkenlere göre yapılmıştır. Örneğin 5A2K10E olarak adlandırılmış bir model 5 açıklığa sahip, 2 katlı ve % 10 ek dışmerkezlik uygulanmış bina anlamına gelmektedir. Yani rakamlar sırası ile açıklık sayısı, kat sayısı ve ek dışmerkezliği işaret ederken harfler de (A, K, E) bu kavram adlarının baş harfini ifade etmektedir.

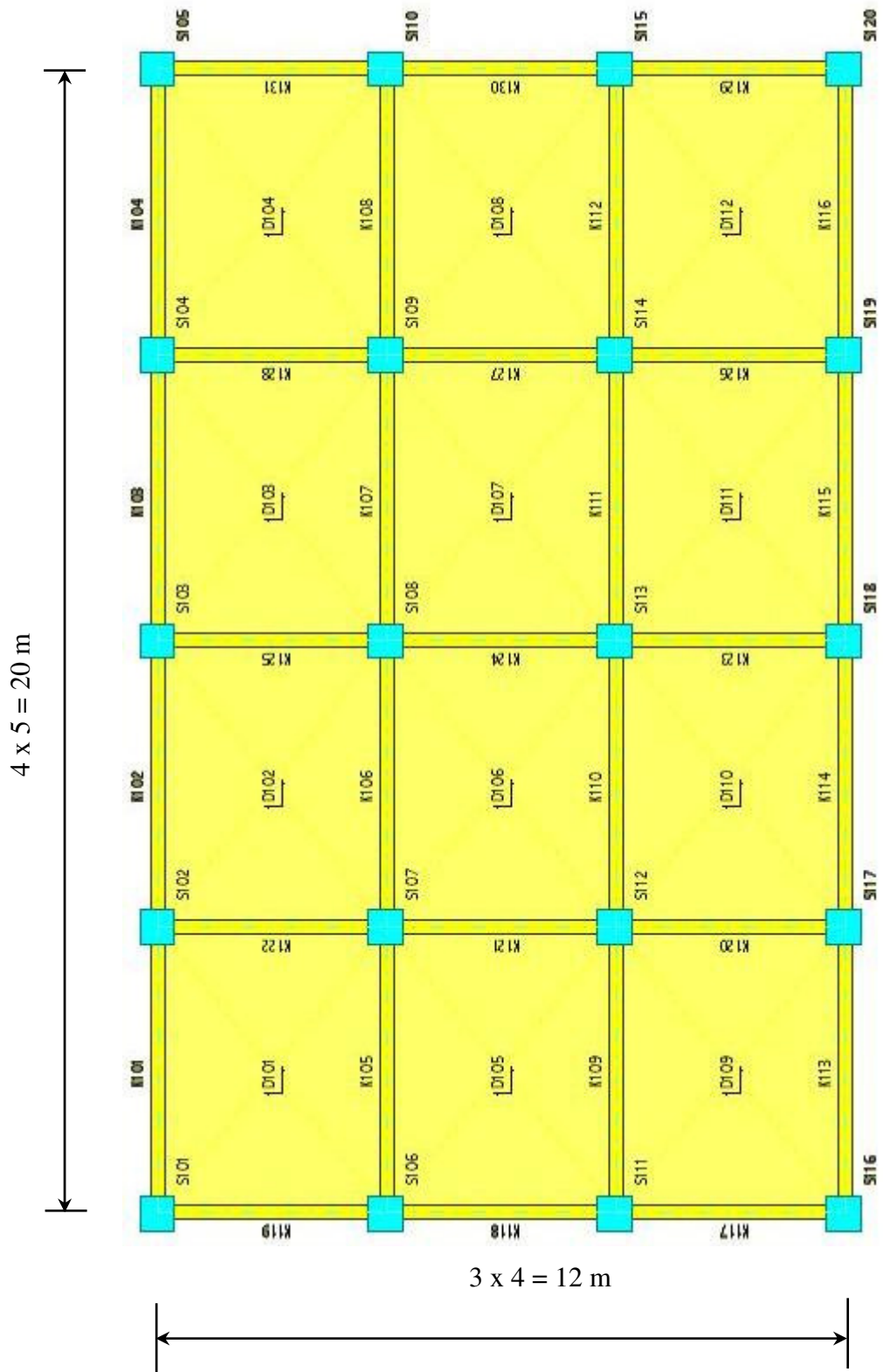
### 5.1.3 Kat Planları

Binalara ait tipik kat planları aşağıda Şekil 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 ve 5.7’de verilmiştir.

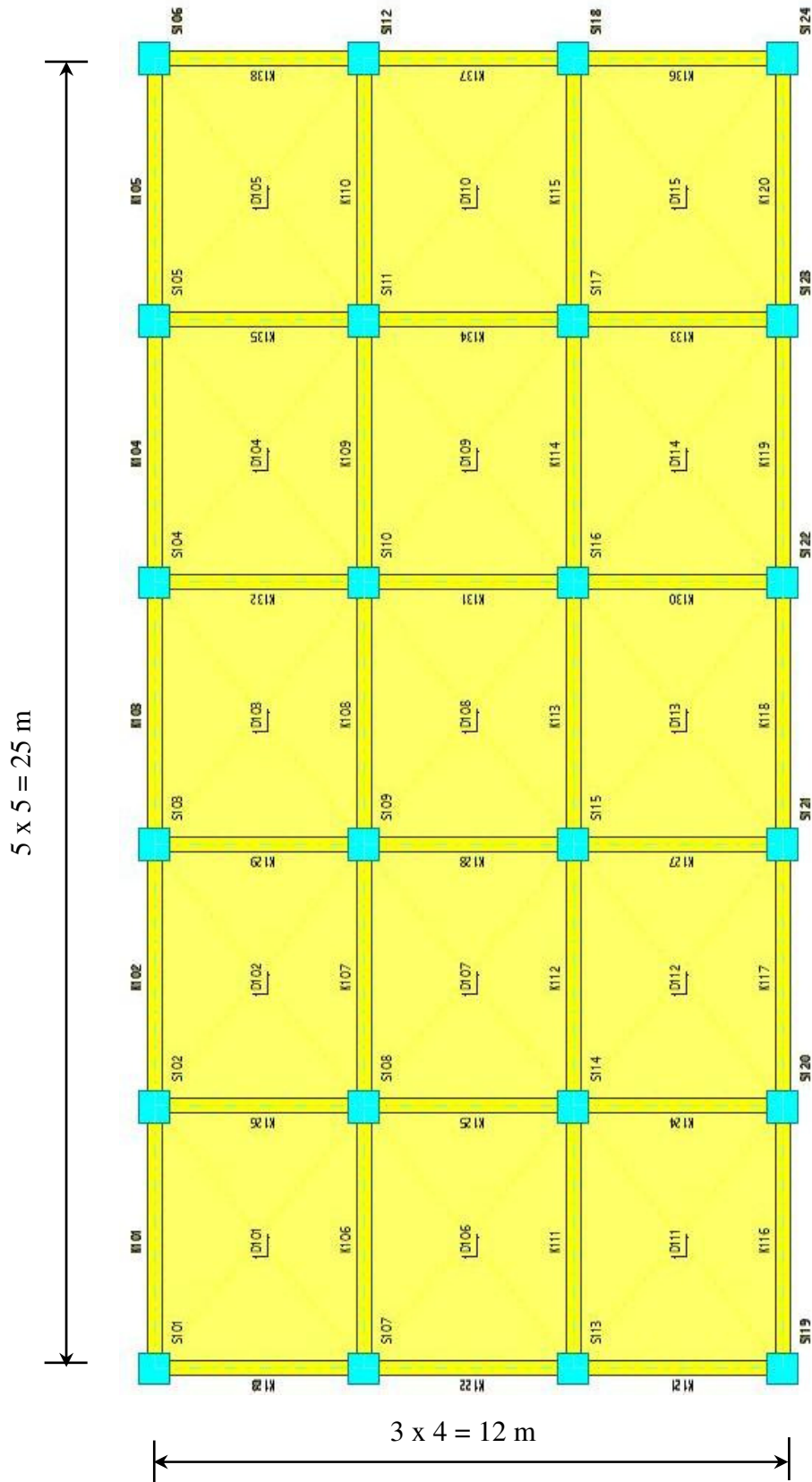
Şekil 5.2 3 açıklıklı binalara ait tipik kat planı



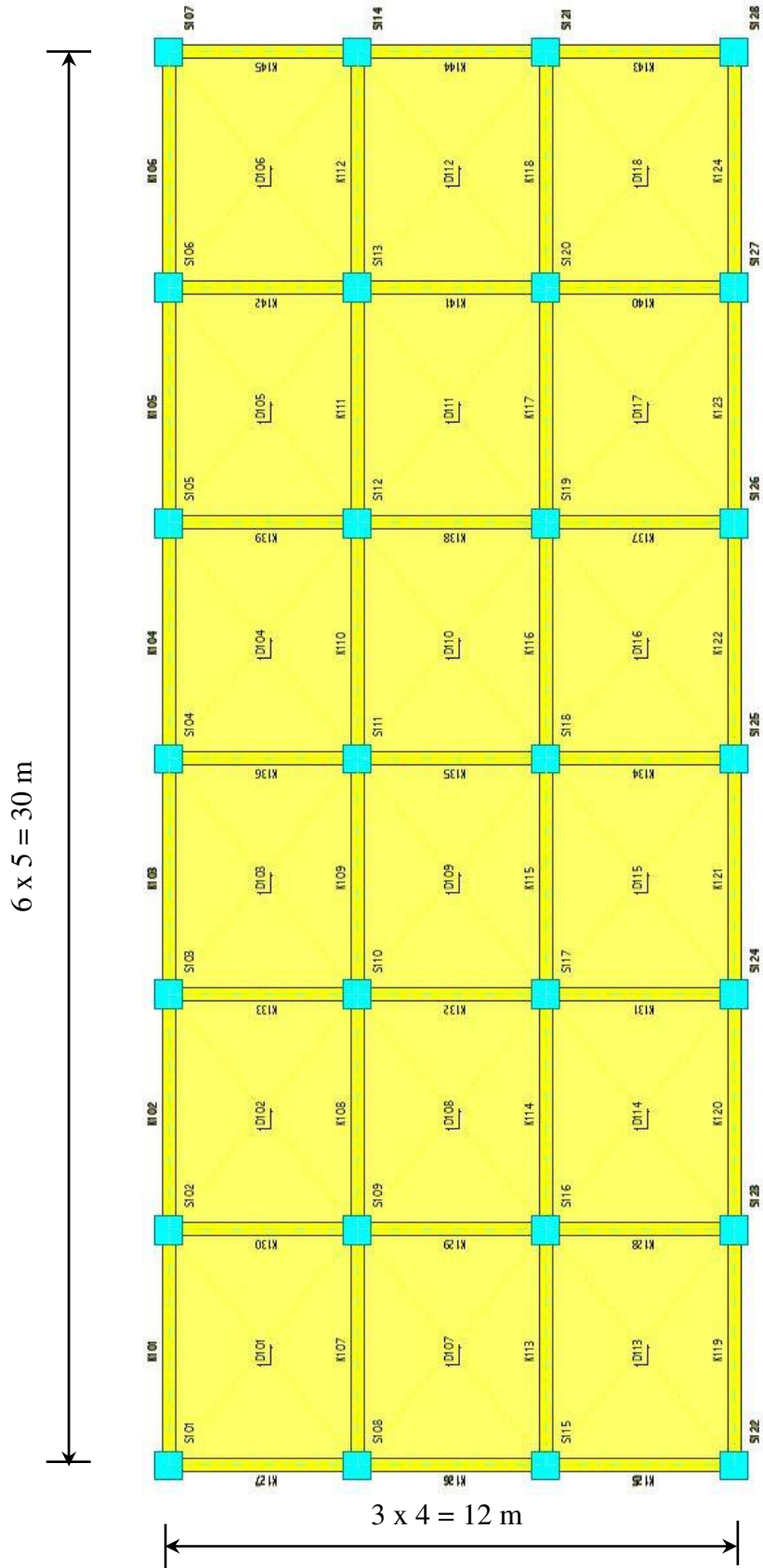
Şekil 5.3 4 açıklıklı binalara ait tipik kat planı



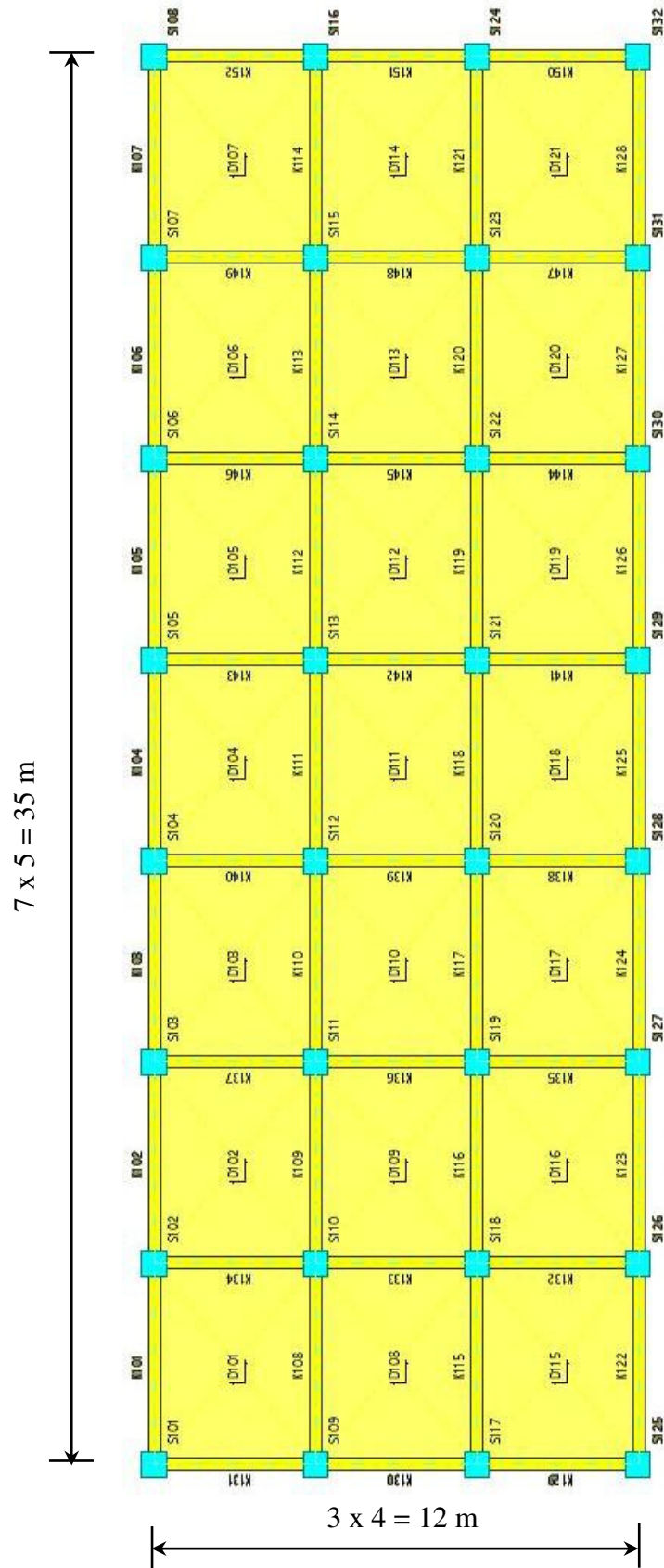
Şekil 5.4 5 açıklıklı binalara ait tipik kat planı



Şekil 5.5 6 açıklıklı binalara ait tipik kat planı

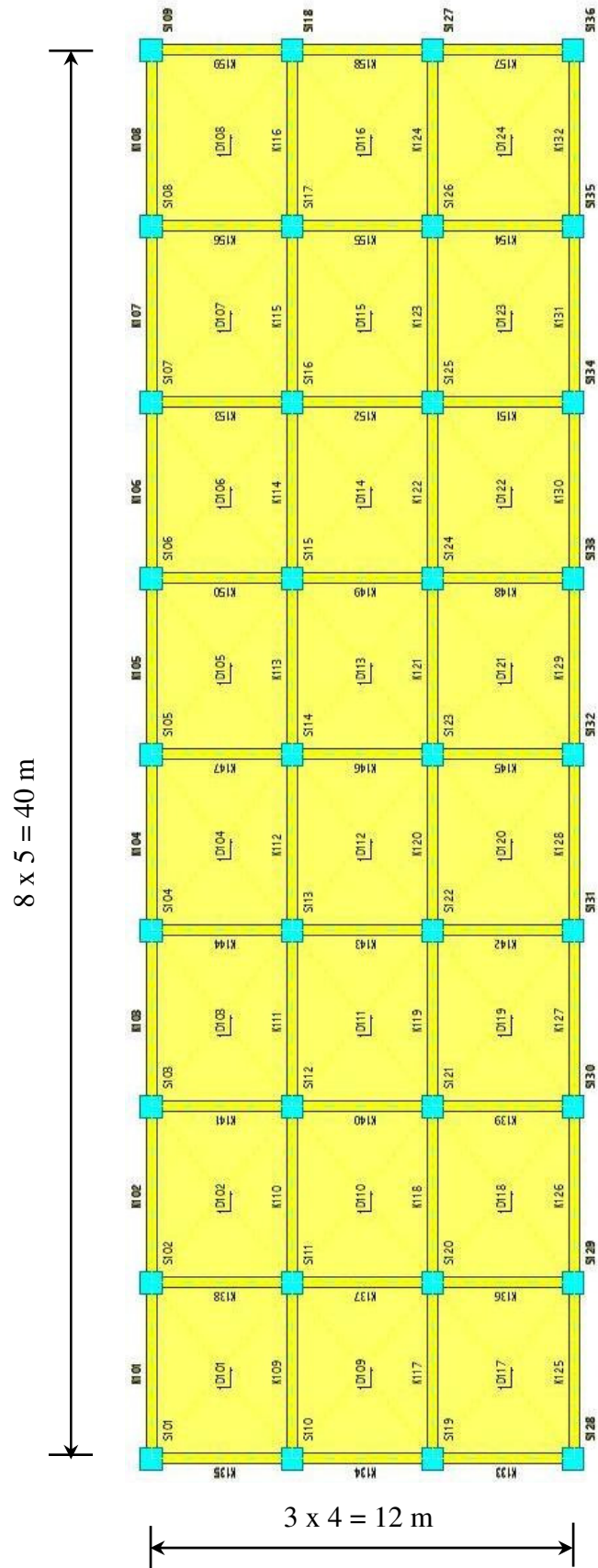


Şekil 5.6 7 açıklıklı binalara ait tipik kat planı



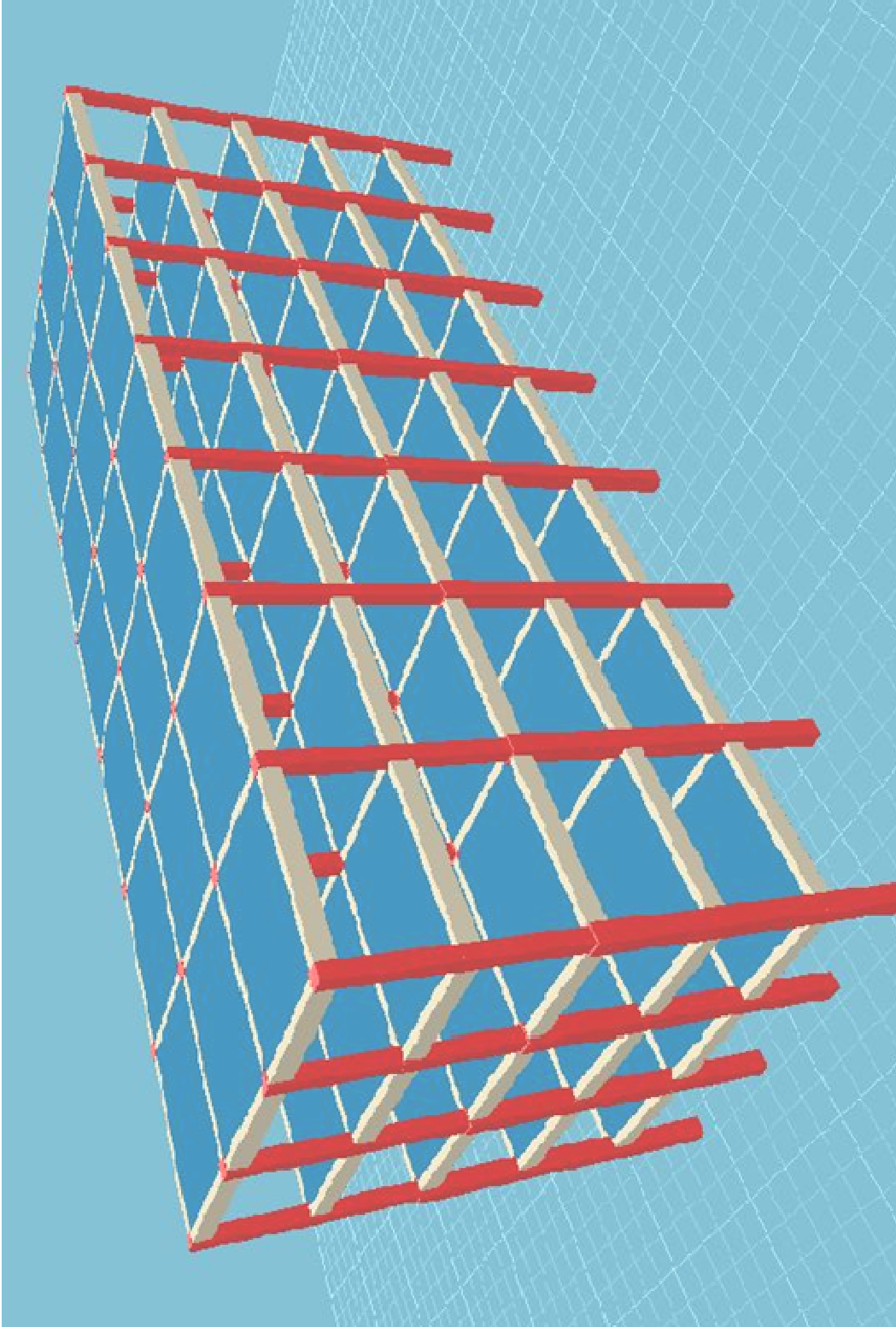


Şekil 5.7 8 açıklıklı binalara ait tipik kat planı





Şekil 5.8 7 açıklıklı 5 katlı bir binanın üç boyutlu görünümü



Yapısal model olarak seçilmiş çerçeve tipi binalardan 5 katlı ve 7 açıklık sayısına sahip tipik bir binanın üç boyutlu görünümü Şekil 5.8’de verilmiştir.

### 5.1.4 Yapısal Bileşenler (Kolon ve Kirişler)

Tez kapsamında yapılan çalışmanın farklı değişkenlere göre yürütülen parametrik bir inceleme olması sebebi ile yapısal modellerin tasarım aşamasında kat ve açıklık sayıları gözönünde bulundurularak kolon ve kiriş enkesit boyutları genelde aynı seçilmeye özen gösterilmiştir. Yapısal elemanların plastik mafsallık özelliklerini tanımlayabilmek adına, ele alınan tüm bina örneklerinde toplamda 27888 adet kiriş ve 17472 adet kolona ait veri işlenmiştir. Çalışma sonunda yapılan gruplandırma ile farklı enkesit özelliklerine (boyut, enine ve boyuna donatı) sahip 22 adet kolon türü ile 131 adet kiriş kesit türü elde edilmiştir. İşlenen veri sayısının fazla olması sebebi ile binaların kolon ve kirişlerine ait enkesit boyutları Tablo 5.1’de özetlenmiştir. Tüm kolonlara ve gruplandırılmış kolon türlerine ait ayrıntılı en kesit özellikleri (donatı vs.) sırasıyla Ek-1 ve Ek-2’de ve tüm kiriş plastik kesit türlerine ait özelliklerse Ek-3’de verilmiştir.

Tablo 5.1 Binalardaki kolon ve kirişlere ait enkesit boyutları (cm)

| Bina Kat Sayısı |                 | KOLONLAR       |       |       |       |       |       | KİRİŞLER       |
|-----------------|-----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
|                 |                 | Açıklık Sayısı |       |       |       |       |       | Tüm Açıklıklar |
|                 |                 | 3              | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |                |
| 1               |                 | 30*30          | 30*30 | 30*30 | 30*30 | 30*30 | 30*30 | 25*50          |
| 2               | Tüm Katlar      | 35*35          | 35*35 | 40*40 | 40*40 | 40*40 | 40*40 | 25*50          |
| 5               | 1,2,3. Katlar   | 50*50          | 50*50 | 50*50 | 50*50 | 50*50 | 50*50 | 25*50          |
|                 | 4 ve 5. Katlar  | 40*40          | 40*40 | 40*40 | 40*40 | 40*40 | 40*40 |                |
| 8               | 1,2,3,4. Katlar | 60*60          | 60*60 | 60*60 | 60*60 | 60*60 | 60*60 | 30*60          |
|                 | 5,6,7,8. Katlar | 50*50          | 50*50 | 50*50 | 50*50 | 50*50 | 50*50 |                |

Gruplandırılan kolon ve plastik kiriş kesit türlerinin XTRACT programı ile karşılıklı etkileşim diyagramları ve moment – eğrilik ilişkileri elde edilmiştir. Elde edilen 22 adet kolon türünün kare enkesitli ve donatı yerleşiminin simetrik olması

sebebi ile  $\frac{1}{4}$ 'ünü değerlendirmek yeterli olmuştur. Beş farklı yükleme açısı ile elde edilen karşılıklı etkileşim diyagramları idealleştirilip birleştirilmek suretiyle akma düzlemleri elde edilmiştir. Kolon türlerinin akma düzlemlerine ait özel nokta değerleri Ek-4'te verilmiştir.

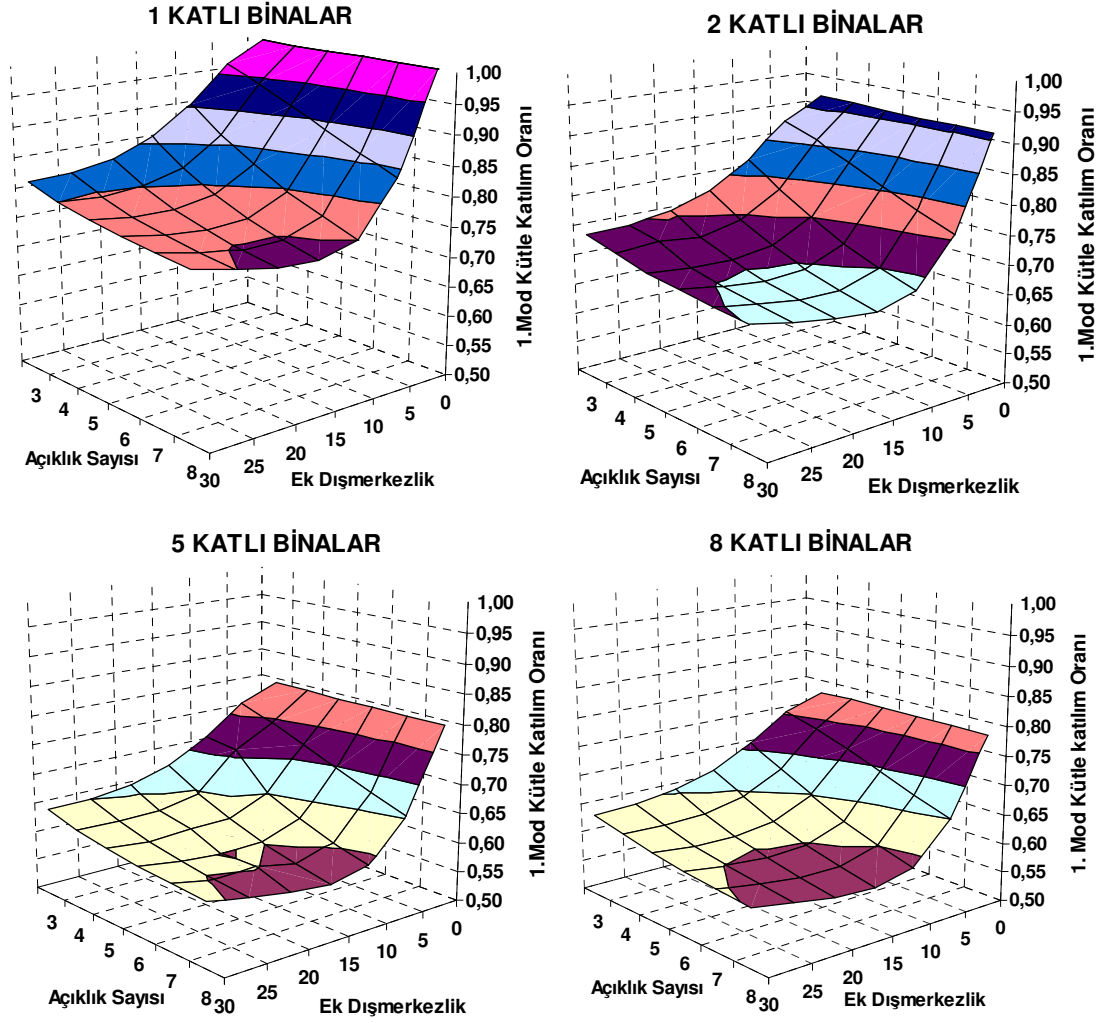
## 5.2 Analizlerden Elde Edilen Sonuçlar

### 5.2.1 Binalara Ait Deprem Karakteristikleri

Deprem analizlerinde sadece “y” doğrultusu dikkate alınmıştır. “y” yatay deprem doğrultusunun her bir modu için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin % 90'ından daha az olmaması kuralına göre dikkate alınan modlara ait etkin kütle oranları ve bu modlara ait periyotlar Ek-5'te verilmiştir. Ayrıca bina ağırlıkları, doğrusal elastik hesaplar için bina deprem yükleri ve 1. mod şekli ile orantılı ve uniform yük dağılımının kullanıldığı statik itme analizlerine ait taban kesme kuvveti ve hedef deplasman değerleri Ek-6'da verilmiştir.

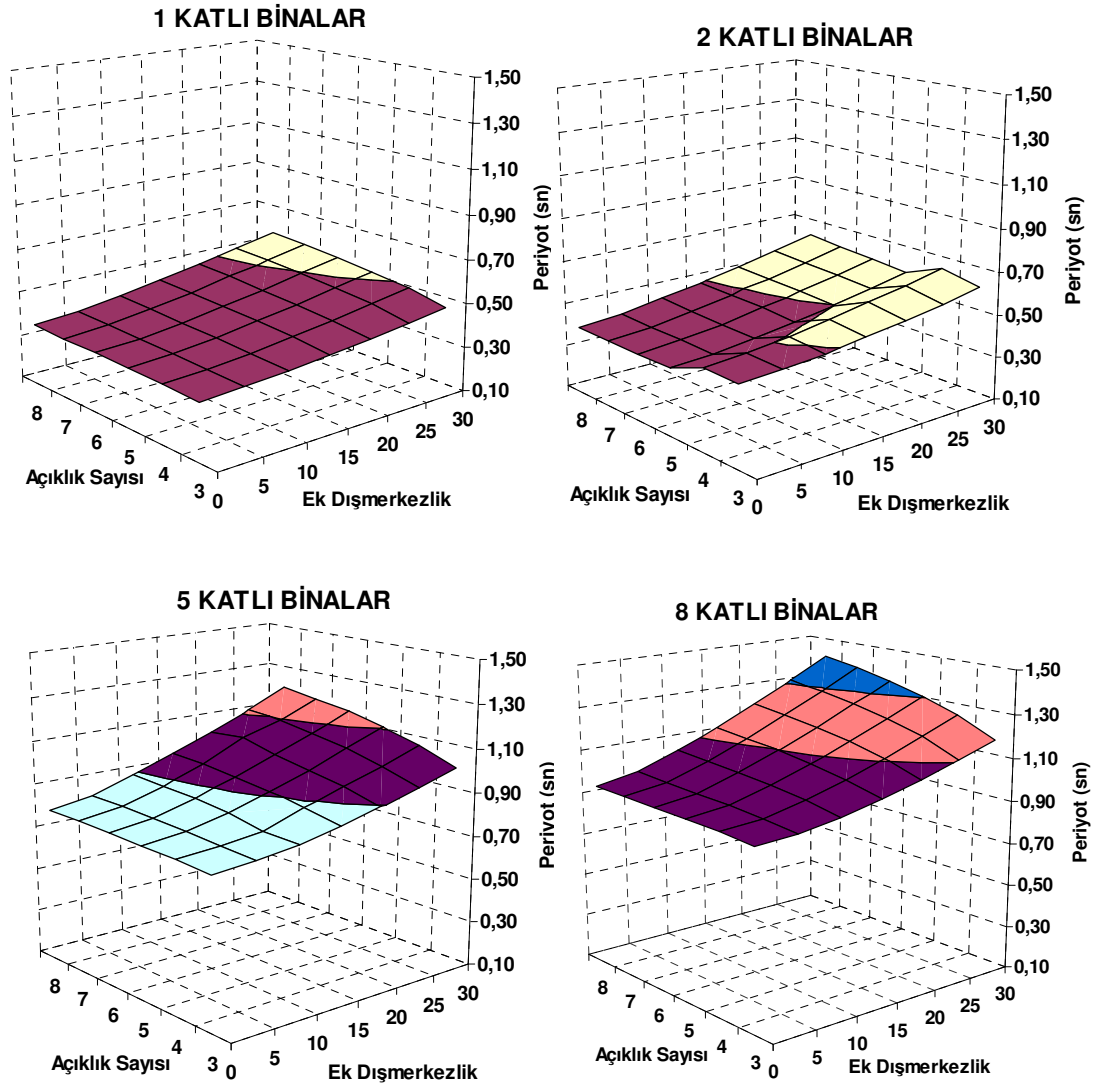
Analizlerden elde edilen, binaların 1. modlarına ait etkin kütle oranları ve bunlara ait periyotların açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre değişimleri üç boyutlu olarak elde edilmiş ve aşağıda Şekil 5.9 ve 5.10'da verilmiştir.

Ek-5'te binaların 1. modlarına ait etkin kütle oranları incelendiğinde beklendiği üzere en yüksek katılım % 0 (sıfır) ek dışmerkezliğe sahip binalarda, en düşük katılımın ise açıklık sayısı en fazla olan 8 açıklığa sahip, 5 ve 8 katlı, % 15-20 ek dışmerkezliğe sahip binalarda olduğu gözlenmiştir. Üç boyutlu grafikler incelendiğinde ise, aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğin artması ile 1. moda ait kütle katılım oranlarının azaldığı, ek dışmerkezliğin ara değerleri %15-20 içinse en düşük değerleri (0,57~0,59) aldığı gözlenmiştir.



Şekil 5.9 Binaların y doğrultusundaki 1. modlarına ait kütle katılım oranlarının açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi

Kat grupları içindeki binalarda en düşük etkin kütle ile en yüksek etkin kütlelerin birbirine oranı % 72,4 ile 73,2 arasında değiştiği ve ortalama % 72,9 civarında olduğu gözlenmiştir. Bu da aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dış merkezliğin değişimi ile ortaya çıkacak en büyük ve en küçük etkin kütle oranları farklılıklarının her kat grubu için aynı ve merteye olarak bu oranda olacağı anlamına gelmektedir. Yani kat sayısındaki değişimin, farklı karakteristiğe sahip bu tip binalarda elde edilebilecek 1. moda ait en büyük ve en küçük etkin kütleler arasındaki orana etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.



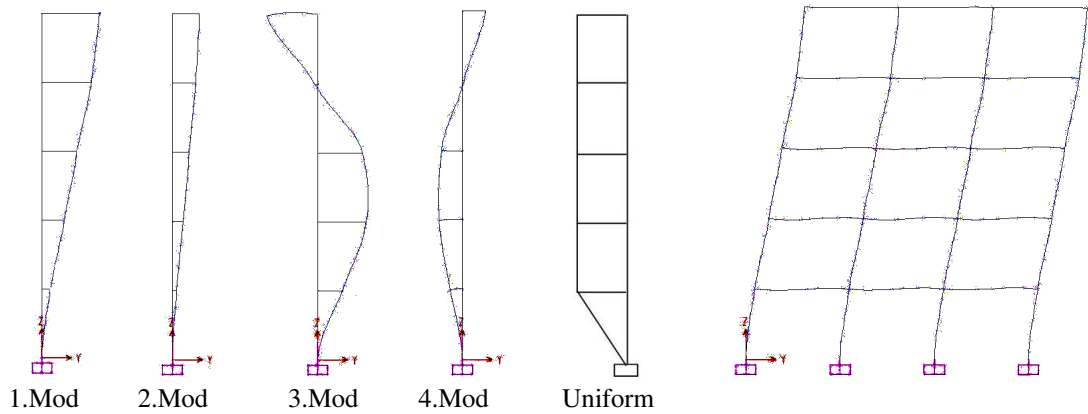
Şekil 5.10 Binaların y doğrultusundaki 1. modlarına ait periyotların açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi

Binaların 1. modlarına ait periyotların üç boyutlu grafikleri incelendiğinde ise, kütle katılım oranları ile ters orantılı olacak şekilde, aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğin artması ile periyotlarda da uzamaların meydana geldiği ve kat sayısındaki artış ile bu uzamaların belirginleştiği gözlenmiştir. Ancak 3 ve 4 açıklığa sahip 2 katlı binalarda kolon enkesit boyutlarının (35\*35 cm) diğer 2 katlı binalardan (40\*40 cm) daha küçük olması sebebi ile bu genel yaklaşım o noktalarda kırılmaya uğramıştır. Varılan sonuçlarda çelişki doğuracak bir durum söz konusu değildir. Düşük katlı binaların (1 ve 2) periyotları yerel zemin sınıfının spektrum karakteristik periyotları (0,15-0,60) arasında kalırken diğer 5 ve 8 katlı

binaların periyotları bu değerlerin dışında kalmıştır. Kat grupları içindeki binalarda en yüksek ve en düşük periyotlar arasındaki oran % 63,3 ile 65,2 arasında değiştiği ve ortalama % 64,5 civarında olduğu gözlenmiştir. Bu da aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dış merkezliğin değişimi ile ortaya çıkacak en büyük ve en küçük periyot farklılıklarının her kat grubu için aynı ve mertebe olarak bu oranda olacağı anlamına gelmektedir. Yani kat sayısındaki değişimin, farklı karakteristiğe sahip bu tip binalarda elde edilebilecek en büyük ve en küçük periyotlar arasındaki orana etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

### 5.2.2 Statik İtme Eğrileri

Yapısal bileşen türlerinin tespit edilmesinden sonra tüm binalara ait yaklaşık 45 bin kolon ve kirişin plastik mafsallık özellikleri tanımlanmış ve devamında statik itme analizleri yapılmıştır. İtme analizlerinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin gözönüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılmış, bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınmıştır. Binaların “y” doğrultusunda dikkate alınan mod şekilleri ile orantılı yük dağılımlarının ve uniform yük dağılımının kullanıldığı doğrusal olmayan statik itme analizlerinden elde edilmiş kapasite eğrileri Ek-7’de verilmiştir. Örnek olarak seçilen 6A5K10E binası için gözönüne alınan deprem doğrultusunda (y) hesaba dahil edilen modlara ait mod şekilleri ile orantılı yük dağılımlarına ve uniform yük dağılımına ait yükleme tipleri aşağıda Şekil 5.11’de verilmiştir.



Şekil 5.11 6A5K10E binasında mod şekilleri ile orantılı yük dağılımları ve uniform yük dağılımı

### 5.2.3 Burulma Düzensizliği Katsayıları

168 adet binanın, doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri sonucunda toplamda 1005 adet burulma düzensizliği katsayısı elde edilmiştir. En düşük burulma düzensizliği katsayısı doğrusal elastik dinamik analiz ile elde edilmiş ve 3A1K05E binasında 1,111 olarak bulunmuştur. En büyüğü ise 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı itme analizi ile 8A8K30E binasında 2,250 olarak elde edilmiştir. Analiz yöntemleri ile elde edilen en büyük ve en küçük burulma düzensizliği katsayıları ile bunların hangi binalarda meydana geldiği Tablo 5.2 ile özetlenmiştir.

Tablo 5.2 Burulma düzensizliği katsayılarının en büyük ve en küçük değerleri

| Analiz Yöntemi   |         | Burulma Düzensizliği Katsayısı |       | Meydana Geldiği Bina |
|------------------|---------|--------------------------------|-------|----------------------|
| Doğrusal Elastik |         | min.                           | 1,111 | 3A1K05E              |
|                  |         | maks.                          | 1,998 | 8A8K25E              |
| Doğrusal Olmayan | 1.Mod   | min.                           | 1,269 | 3A5K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,250 | 8A8K30E              |
|                  | 2.Mod   | min.                           | 1,860 | 3A1K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,232 | 8A1K10E              |
|                  | 3.Mod   | min.                           | 1,272 | 3A8K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,249 | 8A8K30E              |
|                  | 4.Mod   | min.                           | 1,404 | 4A8K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,248 | 8A5K25E              |
|                  | 5.Mod   | min.                           | 1,293 | 3A8K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,225 | 8A8K15E              |
|                  | Uniform | min.                           | 1,119 | 3A8K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,174 | 8A8K30E              |
|                  | MMPA    | min.                           | 1,263 | 3A5K05E              |
|                  |         | maks.                          | 2,102 | 8A2K30E              |

Tablo 5.2 incelendiğinde burulma düzensizliği katsayılarının farklı yöntemler için farklı kat sayısına sahip binalarda en büyük ve en küçük değerleri aldığı görülür. Şöyle ki; 2. mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı itme analizinde en büyük burulma düzensizliği katsayısı bir katlı 1 binada çıkarken, 3. mod şekli ile

orantılı yük dağılımının kullanıldığı itme analizinde 8 katlı, 4. mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı itme analizinde ise 5 katlı bir binada ortaya çıkmıştır. Ancak açıklık sayısı açısından durum nettir. Genel yaklaşım en küçük açıklık için en küçük, en büyük açıklık için en büyük burulma düzensizliği katsayısıdır. Ancak burulma katsayılarının açıklık sayısı, kat sayısı ve ek dışmerkezlilik ile değişimini daha etkin ortaya koyabilmek adına tablonun geneline bakmak ve tamamını değerlendirmek şarttır. Bunun için, analizler sonucu elde edilen 1005 adet burulma düzensizliği katsayısı kullanılarak yukarıda bahsedilen değişkenlere göre 220 adet grafik elde edilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Tüm binalara ait burulma düzensizliği katsayıları Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3 Burulma düzensizliği katsayıları

| Bina Adı | Açıklık Sayısı | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |       |       |       |       |         |       |
|----------|----------------|------------|-----------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|          |                |            |                       | Doğrusal Elastik Dinamik Analiz  | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |       |       |       |       |         |       |
|          |                |            |                       |                                  | 1.Mod  | 2.Mod | 3.Mod | 4.Mod | 5.Mod | Uniform | MMPA  |
| 3A1K00E  | 3              | 1          | 0                     | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 3A1K05E  | 3              | 1          | 5                     | 1,111                            | 1,381  | 1,860 |       |       |       | 1,194   | 1,376 |
| 3A1K10E  | 3              | 1          | 10                    | 1,222                            | 1,681  | 2,000 |       |       |       | 1,316   | 1,638 |
| 3A1K15E  | 3              | 1          | 15                    | 1,332                            | 1,810  | 2,000 |       |       |       | 1,468   | 1,734 |
| 3A1K20E  | 3              | 1          | 20                    | 1,443                            | 1,899  | 2,000 |       |       |       | 1,638   | 1,791 |
| 3A1K25E  | 3              | 1          | 25                    | 1,554                            | 1,964  | 2,000 |       |       |       | 1,751   | 1,834 |
| 3A1K30E  | 3              | 1          | 30                    | 1,665                            | 2,000  | 2,000 |       |       |       | 1,807   | 1,861 |
| 3A2K00E  | 3              | 2          | 0                     | 1,000                            | 1,001  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,001 |
| 3A2K05E  | 3              | 2          | 5                     | 1,114                            | 1,270  | 1,888 |       |       |       | 1,161   | 1,265 |
| 3A2K10E  | 3              | 2          | 10                    | 1,227                            | 1,583  | 2,000 |       |       |       | 1,312   | 1,539 |
| 3A2K15E  | 3              | 2          | 15                    | 1,341                            | 1,786  | 2,000 |       |       |       | 1,475   | 1,727 |
| 3A2K20E  | 3              | 2          | 20                    | 1,455                            | 1,880  | 2,000 |       |       |       | 1,627   | 1,799 |
| 3A2K25E  | 3              | 2          | 25                    | 1,568                            | 1,939  | 2,000 |       |       |       | 1,739   | 1,841 |
| 3A2K30E  | 3              | 2          | 30                    | 1,682                            | 1,984  | 2,000 |       |       |       | 1,809   | 1,868 |
| 3A5K00E  | 3              | 5          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 3A5K05E  | 3              | 5          | 5                     | 1,116                            | 1,269  | 1,876 | 1,312 |       |       | 1,123   | 1,263 |
| 3A5K10E  | 3              | 5          | 10                    | 1,232                            | 1,496  | 2,000 | 1,572 |       |       | 1,243   | 1,455 |
| 3A5K15E  | 3              | 5          | 15                    | 1,348                            | 1,707  | 2,000 | 1,783 | 2,000 |       | 1,378   | 1,613 |
| 3A5K20E  | 3              | 5          | 20                    | 1,465                            | 1,808  | 2,000 | 1,964 | 2,000 |       | 1,508   | 1,670 |
| 3A5K25E  | 3              | 5          | 25                    | 1,581                            | 1,889  | 2,000 | 2,001 | 2,000 |       | 1,632   | 1,706 |
| 3A5K30E  | 3              | 5          | 30                    | 1,697                            | 1,998  | 2,000 | 2,000 | 2,061 |       | 1,702   | 1,748 |
| 3A8K00E  | 3              | 8          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 | 1,000 |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 3A8K05E  | 3              | 8          | 5                     | 1,113                            | 1,278  | 1,899 | 1,272 | 1,905 | 1,293 | 1,119   | 1,263 |
| 3A8K10E  | 3              | 8          | 10                    | 1,227                            | 1,506  | 2,000 | 1,500 | 2,080 | 1,544 | 1,244   | 1,469 |
| 3A8K15E  | 3              | 8          | 15                    | 1,340                            | 1,684  | 2,000 | 1,684 | 2,001 | 1,787 | 1,357   | 1,591 |



Tablo 5.3 Burulma düzensizliği katsayıları (devamı)

| Bina Adı | Açıklık Sayısı | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |       |       |       |       |         |       |
|----------|----------------|------------|-----------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|          |                |            |                       | Doğrusal Elastik Dinamik Analiz  | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |       |       |       |       |         |       |
|          |                |            |                       |                                  | 1.Mod  | 2.Mod | 3.Mod | 4.Mod | 5.Mod | Uniform | MMPA  |
| 3A8K20E  | 3              | 8          | 20                    | 1,453                            | 1,789  | 2,000 | 1,838 | 2,001 | 2,002 | 1,480   | 1,649 |
| 3A8K25E  | 3              | 8          | 25                    | 1,567                            | 1,870  | 2,000 | 1,976 | 2,001 | 2,000 | 1,637   | 1,691 |
| 3A8K30E  | 3              | 8          | 30                    | 1,680                            | 1,963  | 2,000 | 2,000 | 2,001 | 2,022 | 1,699   | 1,726 |
| 4A1K00E  | 4              | 1          | 0                     | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 4A1K05E  | 4              | 1          | 5                     | 1,144                            | 1,666  | 1,939 |       |       |       | 1,296   | 1,642 |
| 4A1K10E  | 4              | 1          | 10                    | 1,287                            | 1,877  | 2,126 |       |       |       | 1,543   | 1,784 |
| 4A1K15E  | 4              | 1          | 15                    | 1,431                            | 1,996  | 2,097 |       |       |       | 1,713   | 1,845 |
| 4A1K20E  | 4              | 1          | 20                    | 1,575                            | 2,013  | 2,065 |       |       |       | 1,822   | 1,878 |
| 4A1K25E  | 4              | 1          | 25                    | 1,719                            | 2,024  | 2,040 |       |       |       | 1,906   | 1,912 |
| 4A1K30E  | 4              | 1          | 30                    | 1,862                            | 2,035  | 2,019 |       |       |       | 1,987   | 1,944 |
| 4A2K00E  | 4              | 2          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,001   | 1,000 |
| 4A2K05E  | 4              | 2          | 5                     | 1,146                            | 1,491  | 1,961 |       |       |       | 1,273   | 1,471 |
| 4A2K10E  | 4              | 2          | 10                    | 1,293                            | 1,863  | 2,139 |       |       |       | 1,518   | 1,784 |
| 4A2K15E  | 4              | 2          | 15                    | 1,439                            | 1,963  | 2,095 |       |       |       | 1,704   | 1,841 |
| 4A2K20E  | 4              | 2          | 20                    | 1,585                            | 2,006  | 2,064 |       |       |       | 1,828   | 1,881 |
| 4A2K25E  | 4              | 2          | 25                    | 1,731                            | 2,017  | 2,044 |       |       |       | 1,908   | 1,914 |
| 4A2K30E  | 4              | 2          | 30                    | 1,878                            | 2,030  | 2,025 |       |       |       | 1,978   | 1,946 |
| 4A5K00E  | 4              | 5          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 4A5K05E  | 4              | 5          | 5                     | 1,149                            | 1,487  | 1,951 |       |       |       | 1,204   | 1,464 |
| 4A5K10E  | 4              | 5          | 10                    | 1,298                            | 1,743  | 2,060 | 1,653 |       |       | 1,418   | 1,629 |
| 4A5K15E  | 4              | 5          | 15                    | 1,446                            | 1,924  | 2,098 | 2,016 | 2,109 |       | 1,612   | 1,728 |
| 4A5K20E  | 4              | 5          | 20                    | 1,595                            | 2,004  | 2,064 | 2,056 | 2,108 |       | 1,713   | 1,798 |
| 4A5K25E  | 4              | 5          | 25                    | 1,744                            | 2,029  | 2,040 | 2,090 | 2,072 |       | 1,809   | 1,816 |
| 4A5K30E  | 4              | 5          | 30                    | 1,893                            | 2,052  | 2,021 | 2,132 | 2,076 |       | 1,907   | 1,841 |
| 4A8K00E  | 4              | 8          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,053 |       |       |       | 1,001   | 1,000 |
| 4A8K05E  | 4              | 8          | 5                     | 1,146                            | 1,493  | 1,960 | 2,073 | 1,404 |       | 1,193   | 1,472 |
| 4A8K10E  | 4              | 8          | 10                    | 1,291                            | 1,776  | 2,137 | 2,061 | 2,143 | 1,741 | 1,388   | 1,674 |
| 4A8K15E  | 4              | 8          | 15                    | 1,437                            | 1,914  | 2,104 | 2,020 | 2,124 | 2,011 | 1,577   | 1,723 |
| 4A8K20E  | 4              | 8          | 20                    | 1,583                            | 2,001  | 2,070 | 2,018 | 2,109 | 2,111 | 1,708   | 1,742 |
| 4A8K25E  | 4              | 8          | 25                    | 1,729                            | 2,024  | 2,045 | 2,068 | 2,064 | 2,046 | 1,794   | 1,769 |
| 4A8K30E  | 4              | 8          | 30                    | 1,874                            | 2,045  | 2,026 | 2,123 | 2,108 | 2,020 | 1,905   | 1,816 |
| 5A1K00E  | 5              | 1          | 0                     | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 5A1K05E  | 5              | 1          | 5                     | 1,169                            | 1,826  | 2,050 |       |       |       | 1,401   | 1,785 |
| 5A1K10E  | 5              | 1          | 10                    | 1,338                            | 2,006  | 2,146 |       |       |       | 1,683   | 1,862 |
| 5A1K15E  | 5              | 1          | 15                    | 1,507                            | 2,040  | 2,164 |       |       |       | 1,832   | 1,906 |
| 5A1K20E  | 5              | 1          | 20                    | 1,676                            | 2,063  | 2,115 |       |       |       | 1,935   | 1,940 |
| 5A1K25E  | 5              | 1          | 25                    | 1,845                            | 2,090  | 2,078 |       |       |       | 2,008   | 1,979 |
| 5A1K30E  | 5              | 1          | 30                    | 1,986                            | 2,115  | 2,047 |       |       |       | 2,034   | 2,013 |
| 5A2K00E  | 5              | 2          | 0                     | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 5A2K05E  | 5              | 2          | 5                     | 1,173                            | 1,690  | 2,061 |       |       |       | 1,301   | 1,654 |
| 5A2K10E  | 5              | 2          | 10                    | 1,345                            | 1,930  | 2,154 |       |       |       | 1,553   | 1,806 |
| 5A2K15E  | 5              | 2          | 15                    | 1,518                            | 2,014  | 2,156 |       |       |       | 1,722   | 1,862 |
| 5A2K20E  | 5              | 2          | 20                    | 1,690                            | 2,043  | 2,106 |       |       |       | 1,858   | 1,913 |

Tablo 5.3 Burulma düzensizliği katsayıları (devamı)

| Bina Adı | Açıklık Sayısı | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |       |       |       |       |         |       |
|----------|----------------|------------|-----------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|          |                |            |                       | Doğrusal Elastik Dinamik Analiz  | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |       |       |       |       |         |       |
|          |                |            |                       |                                  | 1.Mod  | 2.Mod | 3.Mod | 4.Mod | 5.Mod | Uniform | MMPA  |
| 5A2K20E  | 5              | 2          | 20                    | 1,690                            | 2,043  | 2,106 |       |       |       | 1,858   | 1,913 |
| 5A2K25E  | 5              | 2          | 25                    | 1,863                            | 2,063  | 2,067 |       |       |       | 1,963   | 1,951 |
| 5A2K30E  | 5              | 2          | 30                    | 1,976                            | 2,079  | 2,030 |       |       |       | 2,018   | 1,990 |
| 5A5K00E  | 5              | 5          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 5A5K05E  | 5              | 5          | 5                     | 1,174                            | 1,747  | 2,063 | 1,607 |       |       | 1,296   | 1,677 |
| 5A5K10E  | 5              | 5          | 10                    | 1,348                            | 1,974  | 2,160 | 2,006 | 2,149 |       | 1,569   | 1,767 |
| 5A5K15E  | 5              | 5          | 15                    | 1,521                            | 2,035  | 2,159 | 2,092 | 2,180 |       | 1,736   | 1,805 |
| 5A5K20E  | 5              | 5          | 20                    | 1,695                            | 2,073  | 2,112 | 2,160 | 2,165 |       | 1,868   | 1,834 |
| 5A5K25E  | 5              | 5          | 25                    | 1,869                            | 2,115  | 2,074 | 2,157 | 2,168 |       | 1,975   | 1,855 |
| 5A5K30E  | 5              | 5          | 30                    | 1,991                            | 2,151  | 2,043 | 2,176 | 2,180 |       | 2,022   | 1,900 |
| 5A8K00E  | 5              | 8          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,000 | 1,005 |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 5A8K05E  | 5              | 8          | 5                     | 1,171                            | 1,725  | 2,060 | 1,509 | 2,195 |       | 1,272   | 1,667 |
| 5A8K10E  | 5              | 8          | 10                    | 1,342                            | 1,960  | 2,157 | 1,854 | 2,152 | 1,911 | 1,566   | 1,759 |
| 5A8K15E  | 5              | 8          | 15                    | 1,512                            | 2,026  | 2,170 | 2,038 | 2,180 | 2,082 | 1,738   | 1,784 |
| 5A8K20E  | 5              | 8          | 20                    | 1,683                            | 2,069  | 2,118 | 2,096 | 2,182 | 2,174 | 1,856   | 1,793 |
| 5A8K25E  | 5              | 8          | 25                    | 1,854                            | 2,121  | 2,079 | 2,138 | 2,155 | 2,129 | 1,962   | 1,802 |
| 5A8K30E  | 5              | 8          | 30                    | 1,994                            | 2,165  | 2,046 | 2,181 | 2,182 |       | 2,022   | 1,811 |
| 6A1K00E  | 6              | 1          | 0                     | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 6A1K05E  | 6              | 1          | 5                     | 1,188                            | 1,937  | 2,154 |       |       |       | 1,526   | 1,845 |
| 6A1K10E  | 6              | 1          | 10                    | 1,376                            | 2,052  | 2,175 |       |       |       | 1,782   | 1,913 |
| 6A1K15E  | 6              | 1          | 15                    | 1,565                            | 2,093  | 2,184 |       |       |       | 1,913   | 1,949 |
| 6A1K20E  | 6              | 1          | 20                    | 1,753                            | 2,131  | 2,159 |       |       |       | 2,010   | 1,989 |
| 6A1K25E  | 6              | 1          | 25                    | 1,941                            | 2,169  | 2,116 |       |       |       | 2,049   | 2,024 |
| 6A1K30E  | 6              | 1          | 30                    | 1,885                            | 2,186  | 2,080 |       |       |       | 2,080   | 2,046 |
| 6A2K00E  | 6              | 2          | 0                     | 1,000                            | 1,001  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,001 |
| 6A2K05E  | 6              | 2          | 5                     | 1,192                            | 1,869  | 2,156 |       |       |       | 1,400   | 1,792 |
| 6A2K10E  | 6              | 2          | 10                    | 1,383                            | 2,022  | 2,177 |       |       |       | 1,675   | 1,869 |
| 6A2K15E  | 6              | 2          | 15                    | 1,575                            | 2,064  | 2,187 |       |       |       | 1,829   | 1,917 |
| 6A2K20E  | 6              | 2          | 20                    | 1,767                            | 2,093  | 2,137 |       |       |       | 1,949   | 1,959 |
| 6A2K25E  | 6              | 2          | 25                    | 1,958                            | 2,113  | 2,085 |       |       |       | 2,022   | 1,997 |
| 6A2K30E  | 6              | 2          | 30                    | 1,878                            | 2,133  | 2,039 |       |       |       | 2,062   | 2,035 |
| 6A5K00E  | 6              | 5          | 0                     | 1,000                            | 1,002  | 1,000 |       |       |       | 1,001   | 1,002 |
| 6A5K05E  | 6              | 5          | 5                     | 1,193                            | 1,892  | 2,158 | 1,753 |       |       | 1,389   | 1,771 |
| 6A5K10E  | 6              | 5          | 10                    | 1,386                            | 2,042  | 2,179 | 2,080 | 2,176 |       | 1,690   | 1,813 |
| 6A5K15E  | 6              | 5          | 15                    | 1,579                            | 2,077  | 2,187 | 2,188 | 2,186 |       | 1,837   | 1,851 |
| 6A5K20E  | 6              | 5          | 20                    | 1,772                            | 2,145  | 2,144 | 2,176 | 2,167 |       | 1,969   | 1,889 |
| 6A5K25E  | 6              | 5          | 25                    | 1,965                            | 2,186  | 2,096 | 2,185 | 2,187 |       | 2,028   | 1,915 |
| 6A5K30E  | 6              | 5          | 30                    | 1,888                            | 2,180  | 2,058 | 2,181 | 2,181 |       | 2,072   | 1,936 |
| 6A8K00E  | 6              | 8          | 0                     | 1,000                            | 1,000  | 1,001 | 1,003 |       |       | 1,001   | 1,000 |
| 6A8K05E  | 6              | 8          | 5                     | 1,190                            | 1,876  | 2,155 | 1,624 | 2,154 | 1,664 | 1,373   | 1,770 |
| 6A8K10E  | 6              | 8          | 10                    | 1,380                            | 2,033  | 2,178 | 2,000 | 2,177 | 2,035 | 1,696   | 1,801 |
| 6A8K15E  | 6              | 8          | 15                    | 1,570                            | 2,081  | 2,187 | 2,103 | 2,188 | 2,187 | 1,841   | 1,816 |
| 6A8K20E  | 6              | 8          | 20                    | 1,761                            | 2,141  | 2,156 | 2,176 | 2,185 | 2,187 | 1,953   | 1,823 |

Tablo 5.3 Burulma düzensizliği katsayıları (devamı)

| Bina Adı | Açıklık Sayısı | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |       |       |       |       |         |       |
|----------|----------------|------------|---------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|          |                |            |                     | Doğrusal Elastik Dinamik Analiz  | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |       |       |       |       |         |       |
|          |                |            |                     |                                  | 1.Mod  | 2.Mod | 3.Mod | 4.Mod | 5.Mod | Uniform | MMPA  |
| 6A8K25E  | 6              | 8          | 25                  | 1,961                            | 2,187  | 2,106 | 2,186 | 2,186 | 2,114 | 2,030   | 1,835 |
| 6A8K30E  | 6              | 8          | 30                  | 1,991                            | 2,183  | 2,062 | 2,183 | 2,181 |       | 2,057   | 1,844 |
| 7A1K00E  | 7              | 1          | 0                   | 1,000                            | 1,000  |       |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 7A1K05E  | 7              | 1          | 5                   | 1,203                            | 2,013  | 2,178 |       |       |       | 1,606   | 1,894 |
| 7A1K10E  | 7              | 1          | 10                  | 1,406                            | 2,092  | 2,205 |       |       |       | 1,845   | 1,960 |
| 7A1K15E  | 7              | 1          | 15                  | 1,610                            | 2,153  | 2,192 |       |       |       | 1,982   | 1,989 |
| 7A1K20E  | 7              | 1          | 20                  | 1,813                            | 2,184  | 2,184 |       |       |       | 2,040   | 2,025 |
| 7A1K25E  | 7              | 1          | 25                  | 1,984                            | 2,190  | 2,149 |       |       |       | 2,082   | 2,051 |
| 7A1K30E  | 7              | 1          | 30                  | 1,820                            | 2,192  | 2,095 |       |       |       | 2,104   | 2,069 |
| 7A2K00E  | 7              | 2          | 0                   | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 7A2K05E  | 7              | 2          | 5                   | 1,207                            | 1,969  | 2,192 |       |       |       | 1,492   | 1,852 |
| 7A2K10E  | 7              | 2          | 10                  | 1,413                            | 2,067  | 2,202 |       |       |       | 1,756   | 1,908 |
| 7A2K15E  | 7              | 2          | 15                  | 1,620                            | 2,109  | 2,189 |       |       |       | 1,904   | 1,949 |
| 7A2K20E  | 7              | 2          | 20                  | 1,826                            | 2,145  | 2,172 |       |       |       | 2,017   | 1,988 |
| 7A2K25E  | 7              | 2          | 25                  | 1,977                            | 2,170  | 2,111 |       |       |       | 2,063   | 2,027 |
| 7A2K30E  | 7              | 2          | 30                  | 1,814                            | 2,185  | 2,056 |       |       |       | 2,106   | 2,072 |
| 7A5K00E  | 7              | 5          | 0                   | 1,000                            | 1,000  | 1,000 |       |       |       | 1,000   | 1,000 |
| 7A5K05E  | 7              | 5          | 5                   | 1,208                            | 2,006  | 2,204 | 1,862 | 2,175 |       | 1,496   | 1,830 |
| 7A5K10E  | 7              | 5          | 10                  | 1,416                            | 2,084  | 2,202 | 2,148 | 2,207 |       | 1,769   | 1,825 |
| 7A5K15E  | 7              | 5          | 15                  | 1,623                            | 2,147  | 2,190 | 2,195 | 2,193 |       | 1,932   | 1,832 |
| 7A5K20E  | 7              | 5          | 20                  | 1,831                            | 2,188  | 2,177 | 2,190 | 2,195 |       | 2,016   | 1,826 |
| 7A5K25E  | 7              | 5          | 25                  | 1,985                            | 2,198  | 2,129 | 2,222 | 2,206 |       | 2,069   | 1,894 |
| 7A5K30E  | 7              | 5          | 30                  | 1,821                            | 2,205  | 2,073 | 2,210 | 2,211 |       | 2,134   | 1,959 |
| 7A8K00E  | 7              | 8          | 0                   | 1,000                            | 1,002  | 1,012 | 1,003 |       |       | 1,000   | 1,002 |
| 7A8K05E  | 7              | 8          | 5                   | 1,205                            | 1,986  | 2,186 | 1,727 | 2,173 | 1,769 | 1,473   | 1,825 |
| 7A8K10E  | 7              | 8          | 10                  | 1,410                            | 2,085  | 2,205 | 2,059 | 2,210 | 2,096 | 1,777   | 1,819 |
| 7A8K15E  | 7              | 8          | 15                  | 1,616                            | 2,155  | 2,191 | 2,174 | 2,198 | 2,196 | 1,927   | 1,826 |
| 7A8K20E  | 7              | 8          | 20                  | 1,821                            | 2,191  | 2,179 | 2,193 | 2,205 | 2,217 | 2,013   | 1,855 |
| 7A8K25E  | 7              | 8          | 25                  | 1,997                            | 2,201  | 2,122 | 2,202 | 2,205 | 2,099 | 2,064   | 1,893 |
| 7A8K30E  | 7              | 8          | 30                  | 1,899                            | 2,207  | 2,079 | 2,212 | 2,220 |       | 2,115   | 1,942 |
| 8A1K00E  | 8              | 1          | 0                   | 1,000                            | 1,005  |       |       |       |       | 1,007   | 1,005 |
| 8A1K05E  | 8              | 1          | 5                   | 1,215                            | 2,050  | 2,208 |       |       |       | 1,679   | 1,918 |
| 8A1K10E  | 8              | 1          | 10                  | 1,430                            | 2,138  | 2,232 |       |       |       | 1,886   | 1,960 |
| 8A1K15E  | 8              | 1          | 15                  | 1,645                            | 2,184  | 2,206 |       |       |       | 2,012   | 2,011 |
| 8A1K20E  | 8              | 1          | 20                  | 1,860                            | 2,199  | 2,188 |       |       |       | 2,067   | 2,045 |
| 8A1K25E  | 8              | 1          | 25                  | 1,930                            | 2,243  | 2,174 |       |       |       | 2,113   | 2,067 |
| 8A1K30E  | 8              | 1          | 30                  | 1,775                            | 2,210  | 2,103 |       |       |       | 2,138   | 2,091 |
| 8A2K00E  | 8              | 2          | 0                   | 1,000                            | 1,003  | 1,000 |       |       |       | 1,001   | 1,003 |
| 8A2K05E  | 8              | 2          | 5                   | 1,218                            | 2,031  | 2,215 |       |       |       | 1,575   | 1,894 |
| 8A2K10E  | 8              | 2          | 10                  | 1,436                            | 2,113  | 2,227 |       |       |       | 1,823   | 1,935 |
| 8A2K15E  | 8              | 2          | 15                  | 1,655                            | 2,155  | 2,198 |       |       |       | 1,970   | 1,973 |
| 8A2K20E  | 8              | 2          | 20                  | 1,873                            | 2,178  | 2,177 |       |       |       | 2,045   | 2,014 |
| 8A2K25E  | 8              | 2          | 25                  | 1,924                            | 2,188  | 2,118 |       |       |       | 2,098   | 2,060 |

Tablo 5.3 Burulma düzensizliği katsayıları (devamı)

| Bina Adı | Açıklık Sayısı | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |       |       |       |       |         |       |       |
|----------|----------------|------------|-----------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
|          |                |            |                       | Doğrusal Elastik Dinamik Analiz  | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |       |       |       |       |         |       |       |
|          |                |            |                       |                                  | 1.Mod  | 2.Mod | 3.Mod | 4.Mod | 5.Mod | Uniform | MMPA  |       |
| 8A2K30E  | 8              | 2          | 30                    | 1,770                            | 2,198  | 2,049 |       |       |       |         | 2,145 | 2,102 |
| 8A5K00E  | 8              | 5          | 0                     | 1,000                            | 1,001  | 1,000 |       |       |       |         | 1,001 | 1,001 |
| 8A5K05E  | 8              | 5          | 5                     | 1,219                            | 2,045  | 2,223 | 1,965 | 2,204 |       |         | 1,584 | 1,852 |
| 8A5K10E  | 8              | 5          | 10                    | 1,439                            | 2,133  | 2,225 | 2,188 | 2,235 |       |         | 1,840 | 1,841 |
| 8A5K15E  | 8              | 5          | 15                    | 1,658                            | 2,185  | 2,199 | 2,224 | 2,204 |       |         | 1,974 | 1,839 |
| 8A5K20E  | 8              | 5          | 20                    | 1,878                            | 2,210  | 2,181 | 2,244 | 2,240 |       |         | 2,049 | 1,855 |
| 8A5K25E  | 8              | 5          | 25                    | 1,929                            | 2,232  | 2,138 | 2,240 | 2,248 |       |         | 2,105 | 1,925 |
| 8A5K30E  | 8              | 5          | 30                    | 1,774                            | 2,247  | 2,079 | 2,249 | 2,247 |       |         | 2,170 | 1,970 |
| 8A8K00E  | 8              | 8          | 0                     | 1,000                            | 1,001  | 1,009 | 1,003 |       |       |         | 1,002 | 1,001 |
| 8A8K05E  | 8              | 8          | 5                     | 1,217                            | 2,048  | 2,215 | 1,820 | 2,203 | 1,862 |         | 1,577 | 1,792 |
| 8A8K10E  | 8              | 8          | 10                    | 1,434                            | 2,144  | 2,231 | 2,117 | 2,241 | 2,156 |         | 1,841 | 1,778 |
| 8A8K15E  | 8              | 8          | 15                    | 1,651                            | 2,185  | 2,202 | 2,193 | 2,216 | 2,225 |         | 1,970 | 1,838 |
| 8A8K20E  | 8              | 8          | 20                    | 1,868                            | 2,218  | 2,178 | 2,219 | 2,243 | 2,217 |         | 2,045 | 1,856 |
| 8A8K25E  | 8              | 8          | 25                    | 1,998                            | 2,237  | 2,137 | 2,241 | 2,245 | 2,106 |         | 2,097 | 1,912 |
| 8A8K30E  | 8              | 8          | 30                    | 1,835                            | 2,250  | 2,082 | 2,249 | 2,248 |       |         | 2,174 | 1,964 |

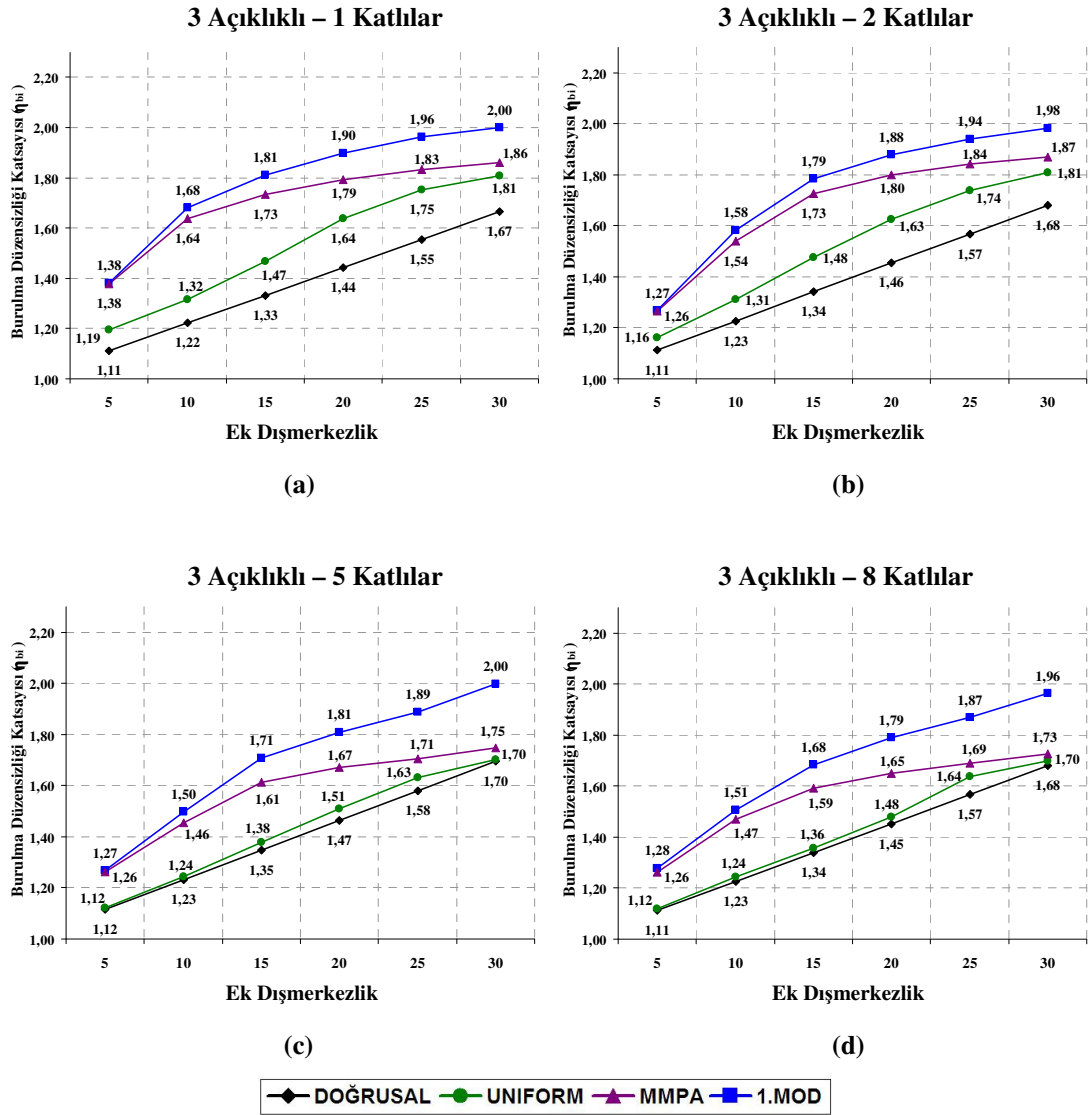
#### 5.2.4 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Açıklık Sayısı, Kat Sayısı ve Ek Dışmerkezliliğe Göre Değişimini Gösteren Grafikler

Analizler sonucu elde edilen burulma düzensizliği katsayılarını değerlendirmek adına 156 adet iki boyutlu ve 64 adet olmak üç boyutlu üzere toplam 220 adet grafik 9 grup halinde elde edilmiştir. İlk beş grupta 24'er, altıncı grupta 36, yedinci grupta 16, sekiz ve dokuzuncu gruplarda yine 24'er grafik mevcuttur. İki boyutlu grafiklerde her bir grup bina için iki değişkeni, üç boyutlu grafiklerde ise bir değişkeni sabit tutmak suretiyle diğer değişken(ler)e göre farklılıklar izlenmiştir. Ayrıca itme analizleri ile elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal yöntemle elde edilenlerden ne kadar çok ve/veya az olduğunu göstermek için bu farklılıklar grafiklerde yüzdesel olarak ifade edilmiştir.

Çalışmanın devamında her bir grup grafik ele alınmış ve değerlendirmeler yapılmıştır.

### 5.2.4.1 Birinci Grup Grafikler

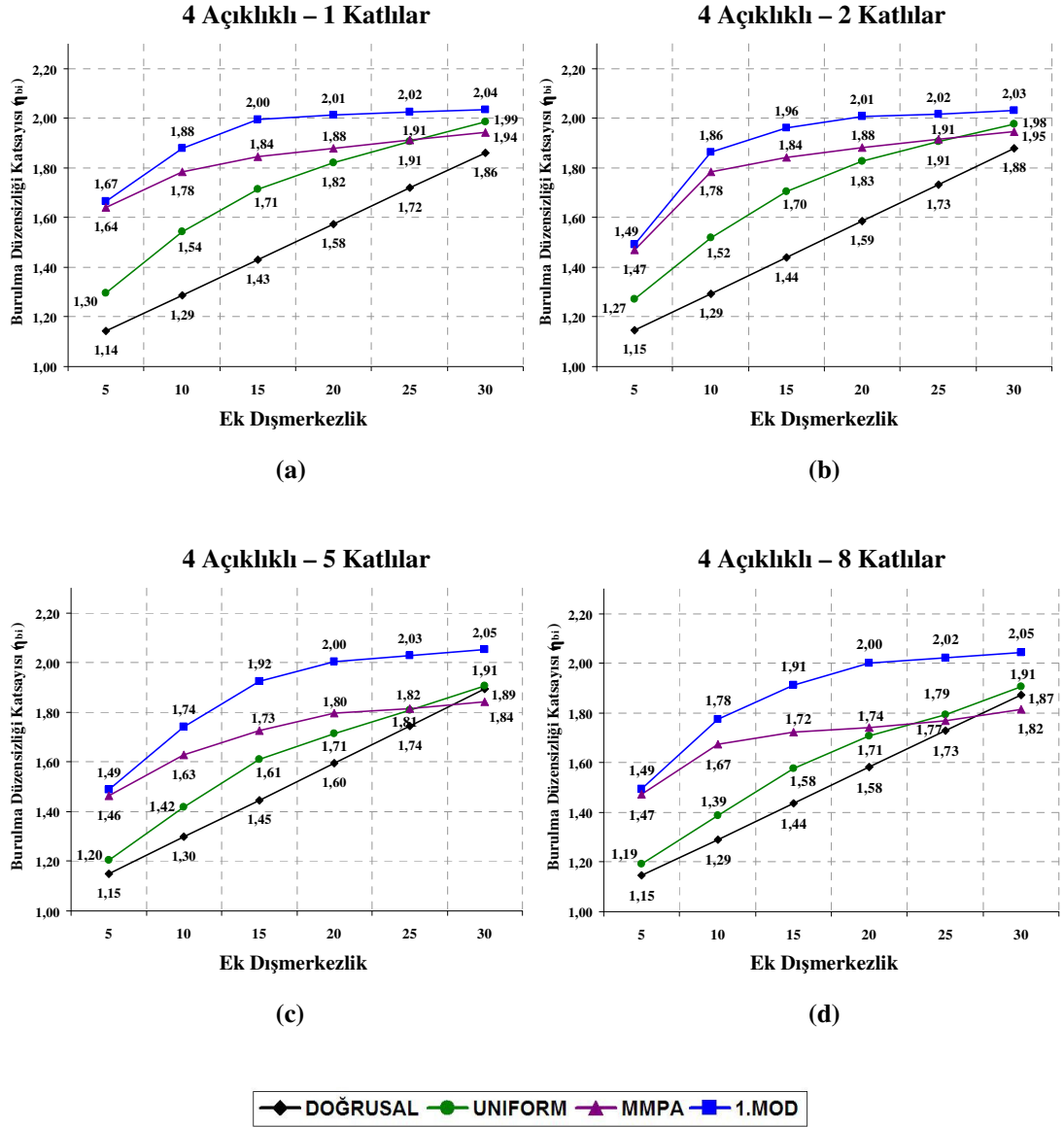
Birinci grup grafiklerde açıklık ve kat sayısı sabit tutulmak suretiyle burulma düzensizliği katsayılarının artan ek dışmerkezlilik ile değişimleri izlenmiştir. Tüm kat grupları için ayrı ayrı elde edilen grafiklerde dördü takımın ortak noktası açıklık sayısıdır.



Şekil 5.12 3 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlilik ile değişimi.

3 açıklıklı binalara ait grafikler incelediğinde;

- Bütün hesap yöntemleri ve tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı,
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubunda tüm ek dışmerkezlik durumları için en büyük değerleri verdiği,
- 1.mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemiyle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının her kat grubunda düşük ek dışmerkezlik durumu için birbirine çok yakın olduğu ancak artan dışmerkezlik ile bu yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirinden uzaklaşarak MMPA değerlerinin uniform yük dağılımına ve doğrusal yöntemden elde edilen değerlere yaklaştığı, hatta en yüksek dışmerkezlik durumunda neredeyse birbirine eşit olduğu,
- Kat sayısı arttıkça doğrusal yöntemle elde edilen değerlerle, doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirine yaklaştığı,
- 5 ve 8 katlı binalarda uniform yük dağılımı ve doğrusal yöntem ile elde edilen değerlerin her dışmerkezlik durumu için birbirine çok yakın seyrettiği,
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (1 ve 2 katlı binalar için % 35, 5 ve 8 katlı binalar için % 25 mertebesinde olup) genelde % 15 ek dışmerkezlik durumunda ortaya çıktığı,
- Doğrusal yöntemden elde edilen değerler arasındaki fark artan dışmerkezlik ile sabit kalırken, 1. mod şekli ile orantılı ve MMPA yöntemlerinde azaldığı gözlenmiştir.
- Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,00 en düşük değeri 1,11 olmuştur.



Şekil 5.13 4 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlik ile değişimi.

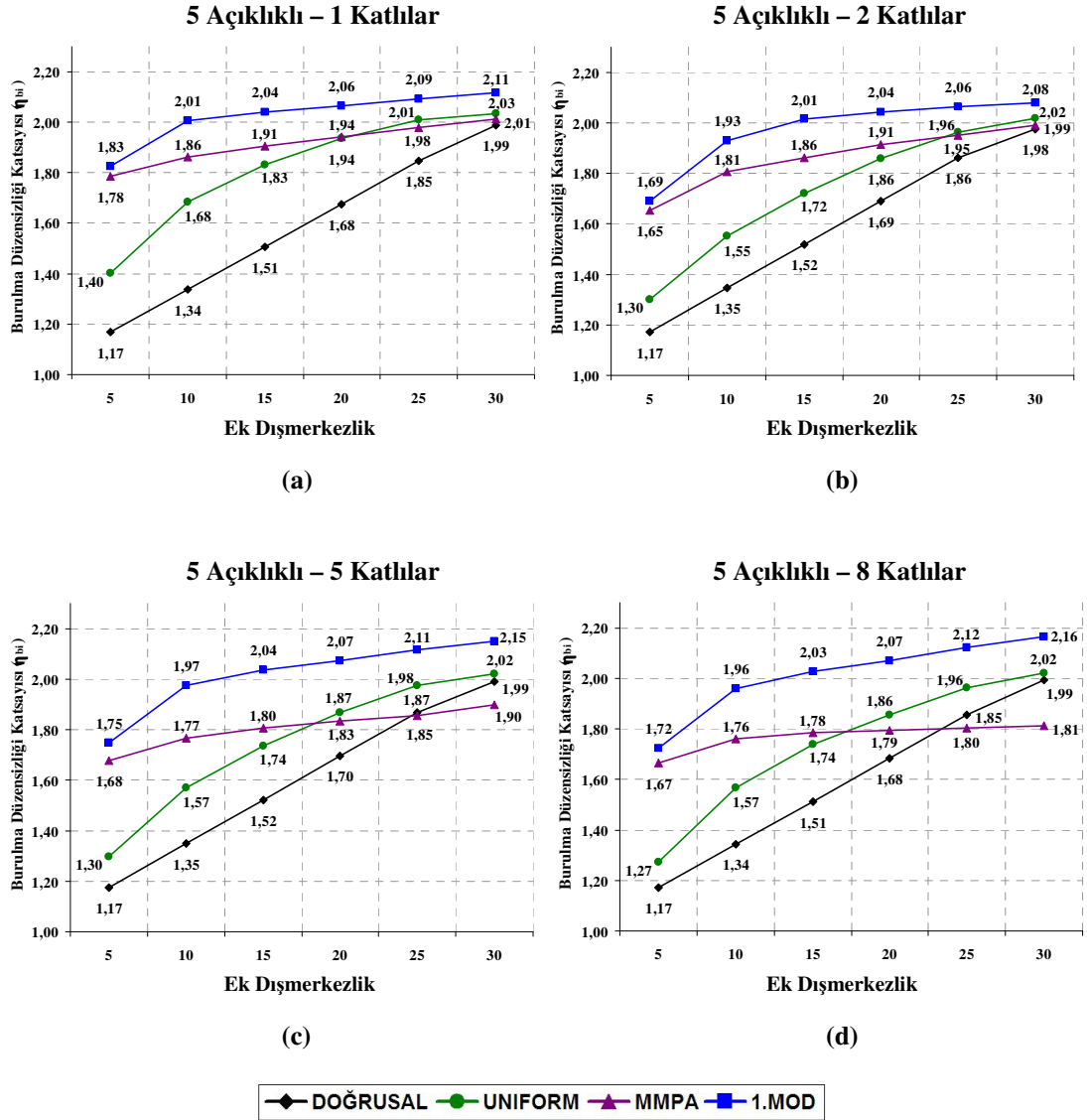
4 açıklıklı binalara ait grafikler incelendiğinde, 3 açıklıklı binalara ile benzer şekilde;

- Bütün hesap yöntemleri ve tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı,
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubunda tüm dışmerkezlik durumları için en büyük değerleri verdiği gözlenmiştir.

Ayrıca;

- 1.mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemiyle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının her kat grubunda düşük ek dışmerkezlik durumu için birbirine çok yakın olduğu ancak artan dışmerkezlik ile bu yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirinden uzaklaşarak MMPA değerlerinin uniform yük dağılımına ve doğrusal yöntemden elde edilen değerlere yaklaştığı, hatta en yüksek dışmerkezlik durumunda daha düşük değerler verdiği,
- Kat sayısı arttıkça düşük dışmerkezlik durumunda doğrusal yöntemle elde edilen değerler ile doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirine yaklaştığı,
- Her kat grubu (özellikle 1 ve 2 katlılar) için yüksek dışmerkezlik durumunda farklı yöntemlerden elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının birbirine çok yakın olduğu;
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (1 ve 2 katlı binalar için genelde % 45, 5 ve 8 katlı binalar için % 35 mertebesinde olup) % 10 ek dışmerkezlik durumunda ortaya çıktığı,
- Doğrusal yöntemden elde edilen değerler arasındaki fark artan dışmerkezlik ile sabit kalırken, doğrusal olmayan yöntemlerde azaldığı gözlenmiştir.
- Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,05 en düşük değeri 1,14 olmuştur.





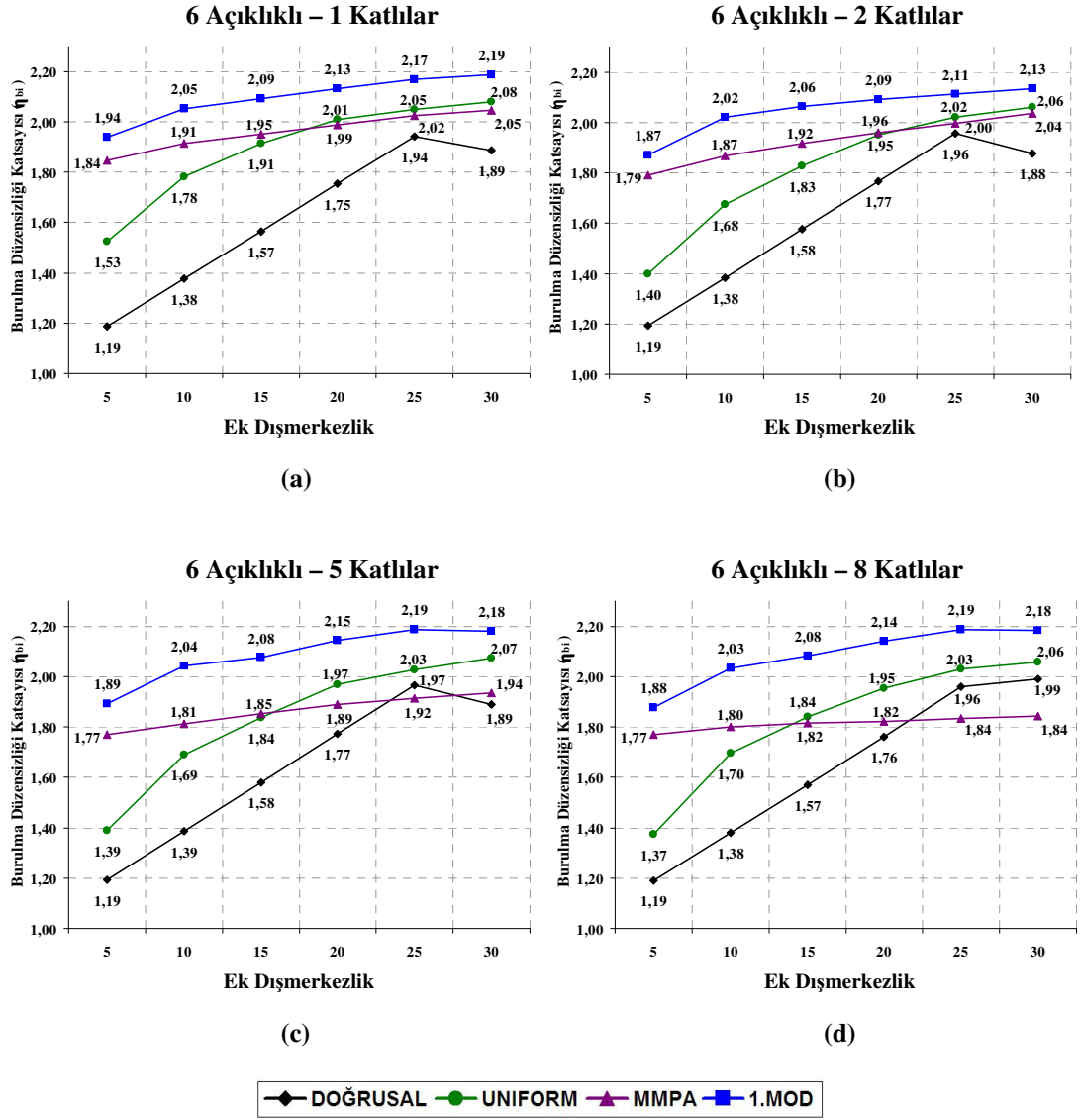
Şekil 5.14 5 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlik ile değişimi.

5 açıklıklı binalara ait grafikler incelendiğinde, 3 ve 4 açıklıklı binalara ile benzer şekilde;

- Bütün hesap yöntemleri ve tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı,
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubunda tüm dışmerkezlik durumları için en büyük değerleri verdiği gözlenmiştir.

Ayrıca;

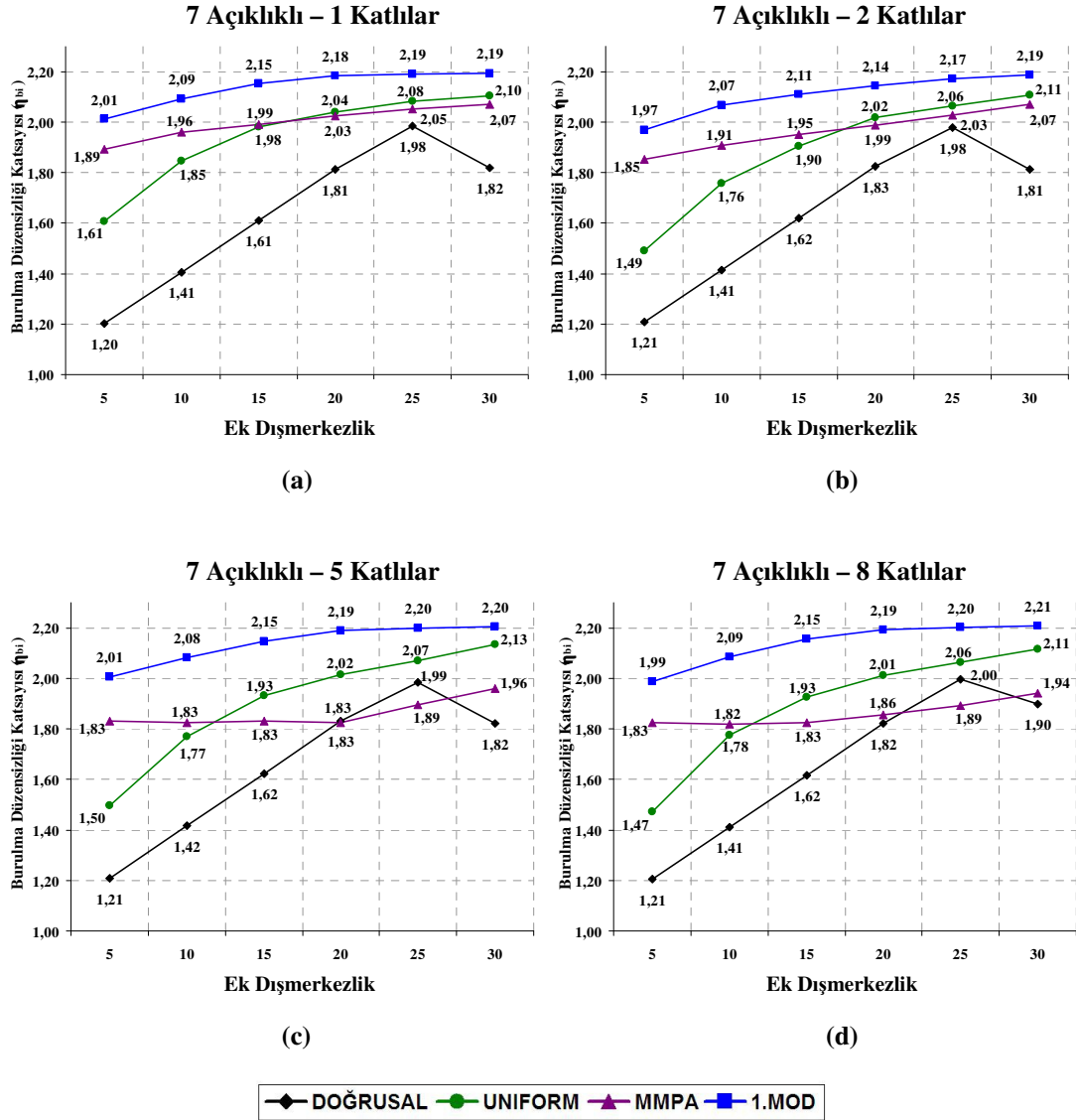
- 1.mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemiyle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının 1 ve 2 katlı binalar için tüm ek dışmerkezlik durumlarında birbirine nispeten yakın seyrettiği ancak artan kat sayısı ile bu yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirinden uzaklaşarak MMPA değerlerinin uniform yük dağılımına ve doğrusal yöntemden elde edilen değerlerin altına düştüğü,
- Kat sayısı arttıkça düşük dışmerkezlik durumunda doğrusal yöntemle elde edilen değerler ile doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerlerin az da olsa birbirine yaklaştığı,
- Özellikle 1 ve 2 katlı binalar için yüksek dış merkezlik durumunda farklı yöntemlerden elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının birbirine çok yakın olduğu;
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (tüm kat grupları için genelde % 50 mertebesinde olup) % 5 ek dışmerkezlik durumunda ortaya çıktığı,
- Doğrusal yöntemden elde edilen değerler arasındaki fark artan dışmerkezlik ile sabit kalırken, doğrusal olmayan yöntemlerde azaldığı gözlenmiştir.
- Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,16 en düşük değeri 1,17 olmuştur.



Şekil 5.15 6 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlik ile değişimi.

6 açıklıklı binalara ait grafikler incelendiğinde,

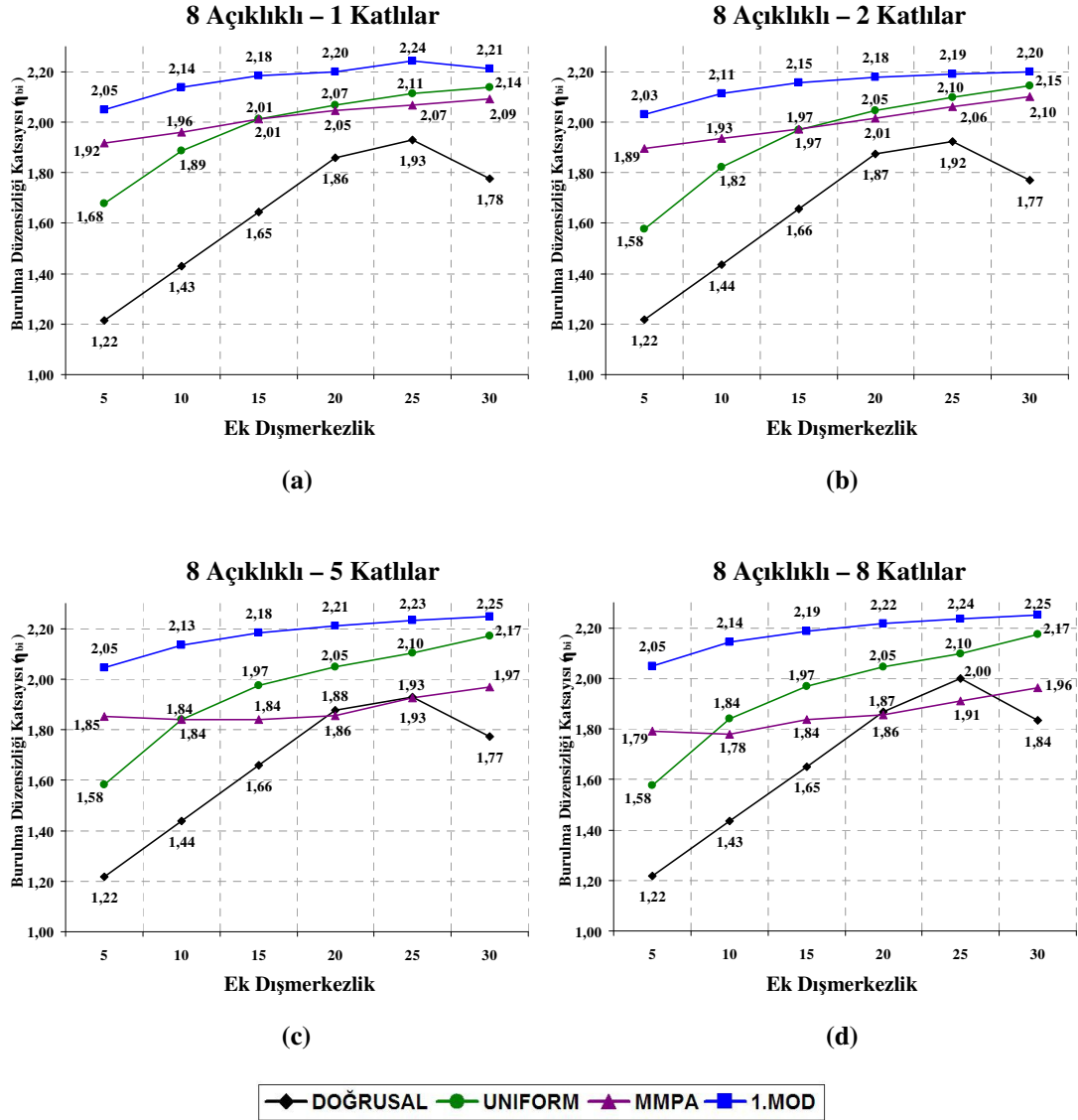
- Doğrusal yöntem hariç, tüm hesap yöntemleri ve tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı,
- İlk defa 6 açıklıklı sitemlerde doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının en büyük dışmerkezlik durumu için azalma eğiliminde olduğu ve doğrusal olmayan yöntemlerde ise bu dönüşün gözlenmediği,
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubunda tüm dışmerkezlik durumları için en büyük değerleri verdiği,
- 1.mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemiyle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının 1 ve 2 katlı binalar için tüm ek dışmerkezlik durumlarında birbirine nispeten yakın seyrettiği ancak artan kat sayısı ile bu yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirinden uzaklaştığı,
- 1 ve 2 katlı binalarda yüksek ek dışmerkezlik durumlarında (% 20-25-30) uniform yük dağılımı ile MMPA yönteminden elde edilen sonuçların örtüştüğü,
- Özellikle 1 ve 2 katlı binalar için yüksek dış merkezlik durumunda doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının birbirine çok yakın olduğu;
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (tüm kat grupları için genelde % 60 mertebesinde olup) % 5 ek dışmerkezlik durumunda ortaya çıktığı,
- Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,19 en düşük değeri 1,19 olmuştur.



Şekil 5.16 7 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlilik ile değişimi.

7 açıklıklı binalara ait grafikler incelendiğinde, 6 açıklıklı binalar için çıkarılan sonuçlar ile paralellik gösterdiği, 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (tüm kat grupları için genelde % 65 mertebesinde olup) % 5 ek dışmerkezlilik durumunda ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,21; en düşük değeri ise 1,20 olmuştur.



Şekil 5.17 8 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının ek dışmerkezlilik ile değişimi.

8 açıklıklı binalara ait grafikler incelendiğinde, 6 ve 7 açıklıklı binalar için varılan sonuçlar ile paralellik gösterdiği, 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın (tüm kat grupları için genelde % 70 mertebesinde olup) % 5 ek dışmerkezlilik durumunda ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Burulma düzensizliği katsayısının en yüksek değeri 2,25; en düşük değeri ise 1,22 olmuştur.

Birinci grup grafikler genel olarak değerlendirildiğinde;

- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubunda tüm ek dışmerkezlilik durumları için en büyük değerleri verdiği,
- Doğrusal olmayan yöntemlerde tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı,
- 6 açıklıklı binalardan başlayarak artan açıklık sayısı ile en yüksek ek dışmerkezlilik durumunda (% 30) doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları düşme eğilimi gösterirken doğrusal olmayan yöntemlerde böyle bir durumun ortaya çıkmadığı,
- Düşük ek dışmerkezlilik durumlarında (%5-10), açıklık sayısı arttıkça, statik itme yöntemleri ile ve doğrusal yöntemden elde edilen değerler arasındaki farkın açıldığı,
- 1 ve 2 katlı binalarda, ek dışmerkezlilik arttıkça doğrusal olmayan yöntemlerle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının birbirine yaklaştığı,

#### 5.2.4.1. İkinci Grup Grafikler

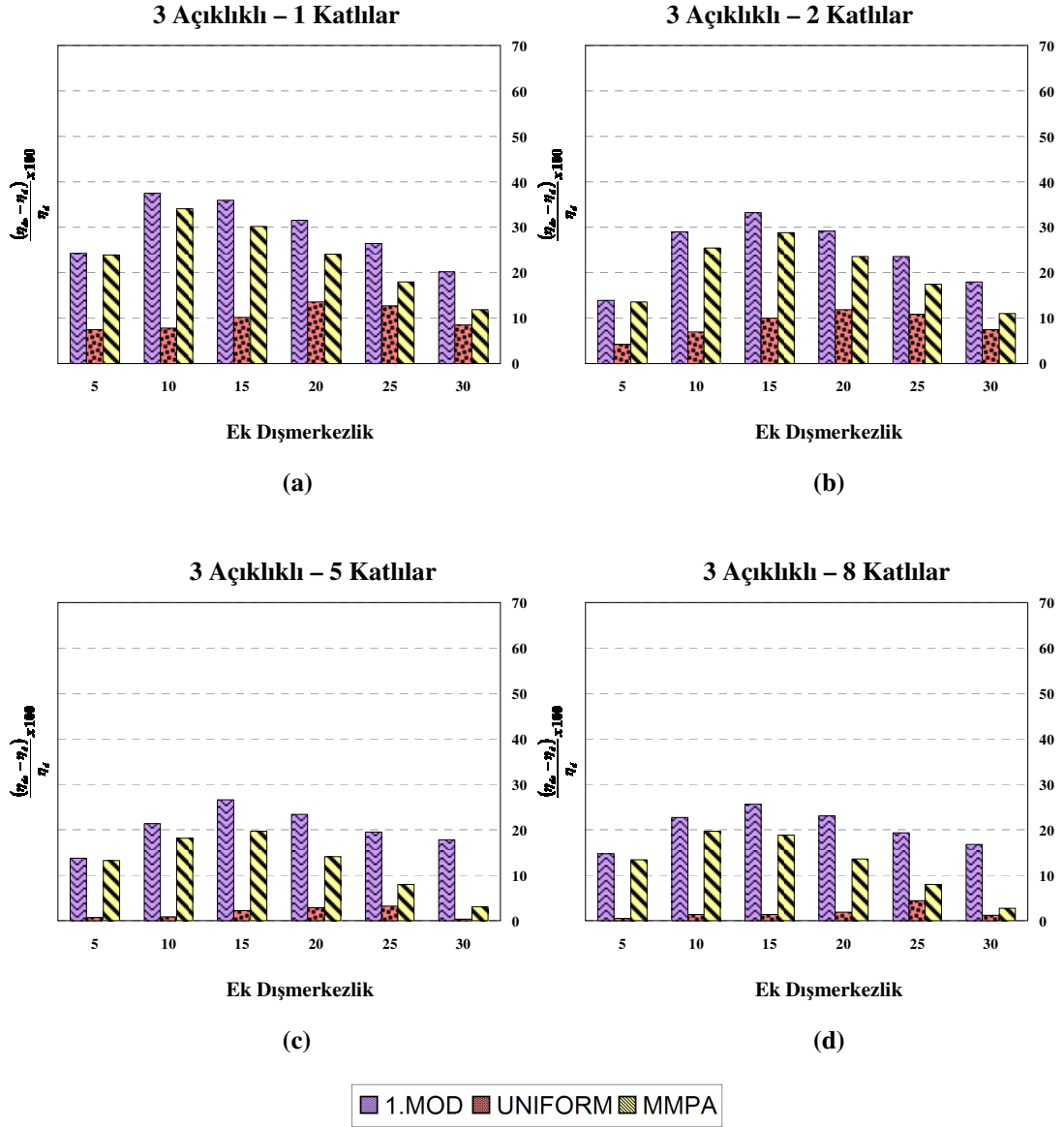
İkinci grup grafiklerde, doğrusal olmayan yöntemlerle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının aynı bina için doğrusal yöntemle elde edilen değerlerden ne kadar farklı olduğu incelenmiştir. İki değer arasındaki fark aşağıdaki (5.1) bağıntısı ile yüzdesel olarak ifade edilmiştir.

$$\frac{\eta_{do} - \eta_d}{\eta_d} \cdot 100 \quad (5.1)$$

Burada;

$\eta_{do}$  : Doğrusal olmayan yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayısı

$\eta_d$  : Doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayısını ifade etmektedir.

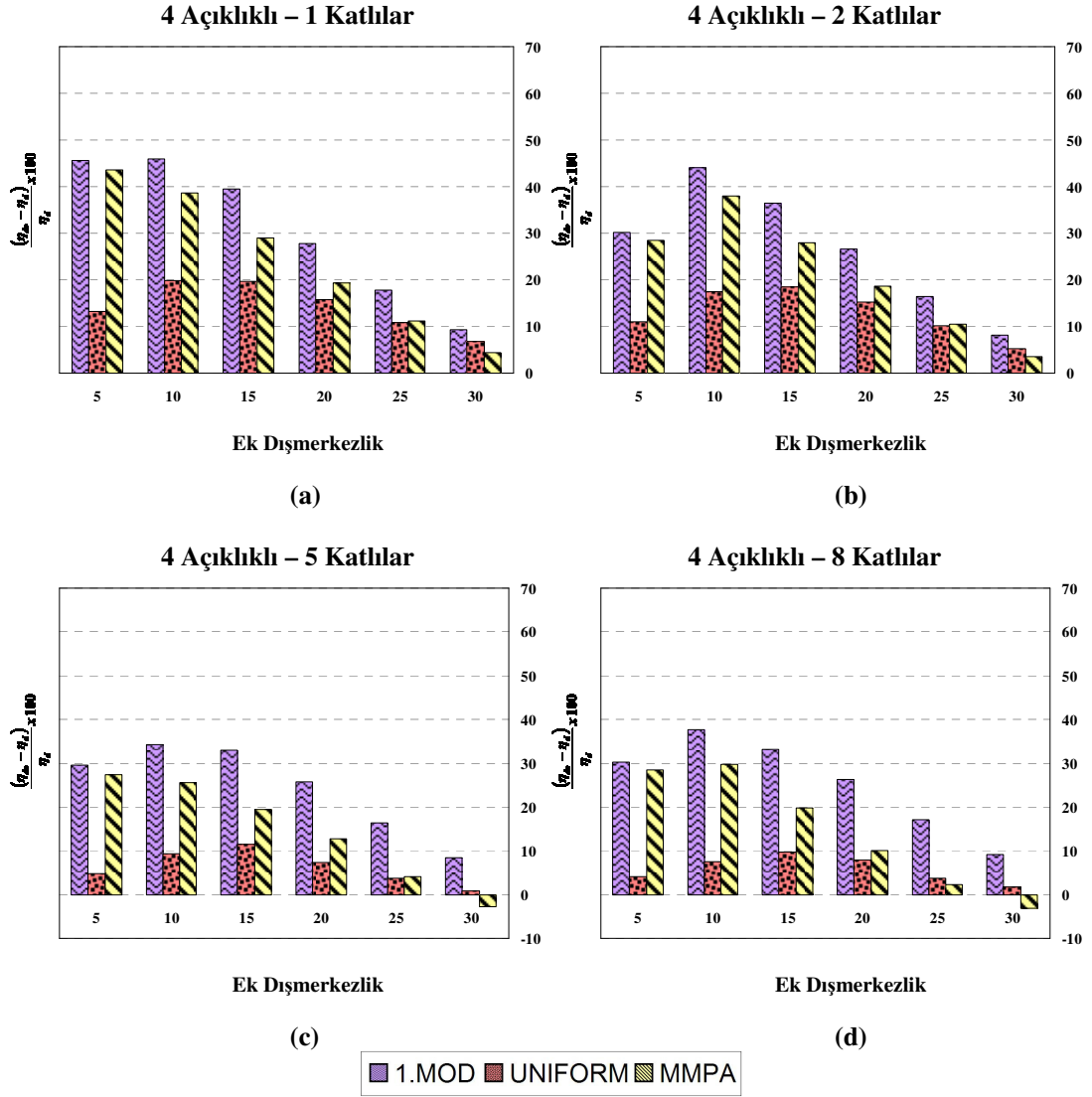


Şekil 5.18 3 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlilik ile değişimi.



3 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde;

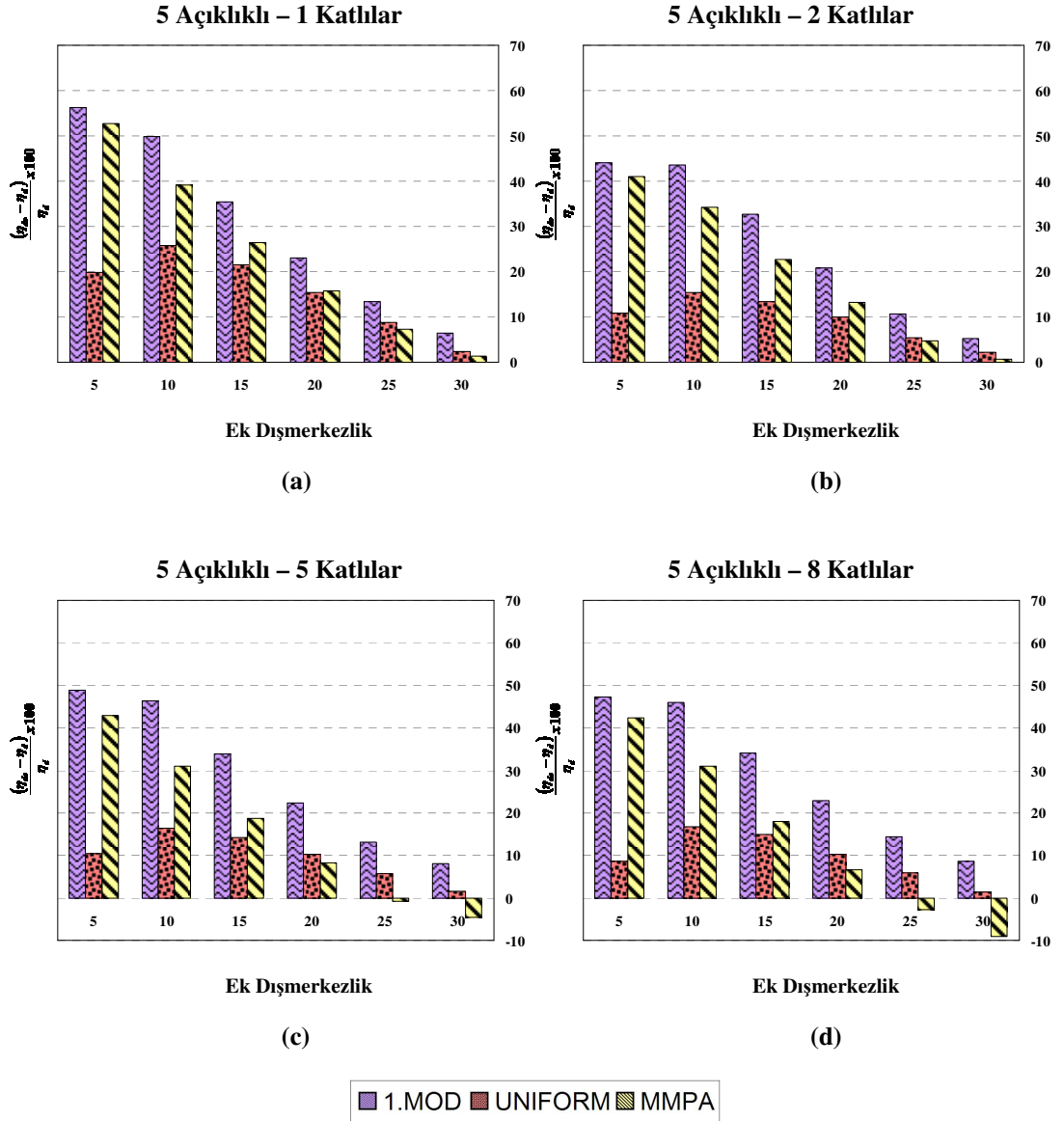
- Her kat grubu ve tüm ek dışmerkezlik durumları için, doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayıları ile en büyük farkın 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımından elde edilen değerler, en küçük farkın ise uniform yük dağılımı ile elde edilen değerler arasında olduğu,
- Kat sayısı arttıkça doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerler arasındaki farkın azaldığı;
- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemi ile elde edilen değerler ile doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en büyük farkın genelde % 15, uniform yük dağılımı için % 25 ek dışmerkezlik durumlarında ortaya çıktığı,
- Uniform yük dağılımı ile elde edilen değerler ile farkın 1 ve 2 katlı binalarda daha belirgin olduğu, 5 ve 8 katlı binalarda ise bu farkın neredeyse ortadan kalktığı,
- Her kat grubunda düşük ve yüksek ek dış merkezlik durumları için farkın azaldığı, orta derece ek dışmerkezlik durumları içinse farkın arttığı gözlenmiştir.



Şekil 5.19 4 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlilik ile değişimi.

4 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde;

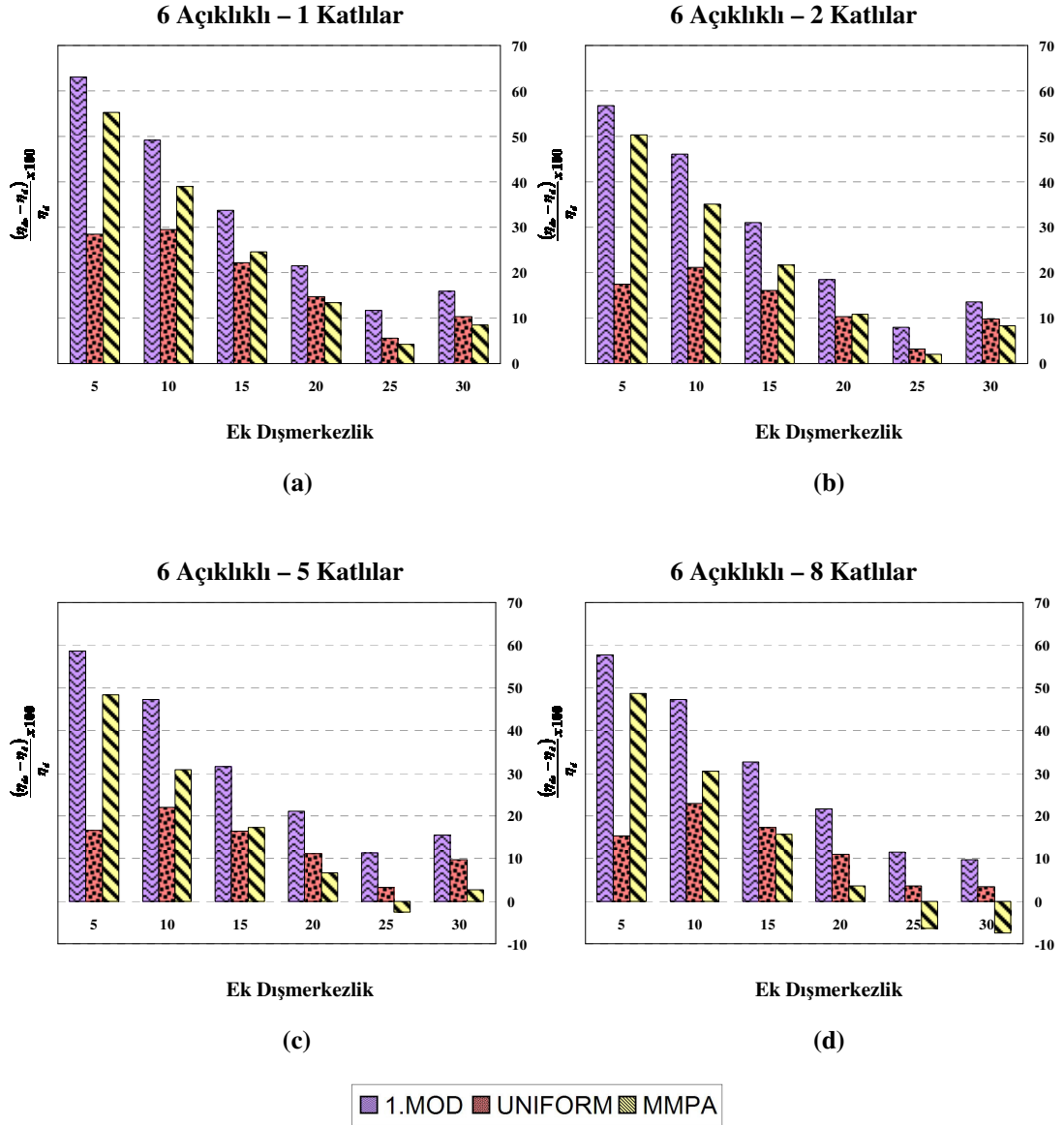
- Her kat grubu ve tüm ek dışmerkezlik durumları için, doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayıları ile en büyük farkın 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımından elde edilen değerler, en küçük farkın ise uniform yük dağılımı ile elde edilen değerler arasında oluştuğu,
- Yüksek katlı binalarda doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerler arasındaki farkın nispeten daha az olduğu,
- Değerler arasında ortaya çıkan en büyük farkların düşük ek dışmerkezlik yönüne doğru kaydığı ve genelde % 10 (uniform için % 15) ek dışmerkezlik durumunda en büyük olduğu,
- En yüksek dışmerkezlik durumunda, yöntemlerden elde edilen değerlerin belirgin şekilde birbirine yaklaştığı ve aralarındaki farkın azaldığı,
- İlk defa yüksek katlı binalarda en büyük ek dış merkezlik durumunda MMPA yönteminin değerleri doğrusal yöntemden düşük hesaplama eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 5.20 5 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlilik ile değişimi

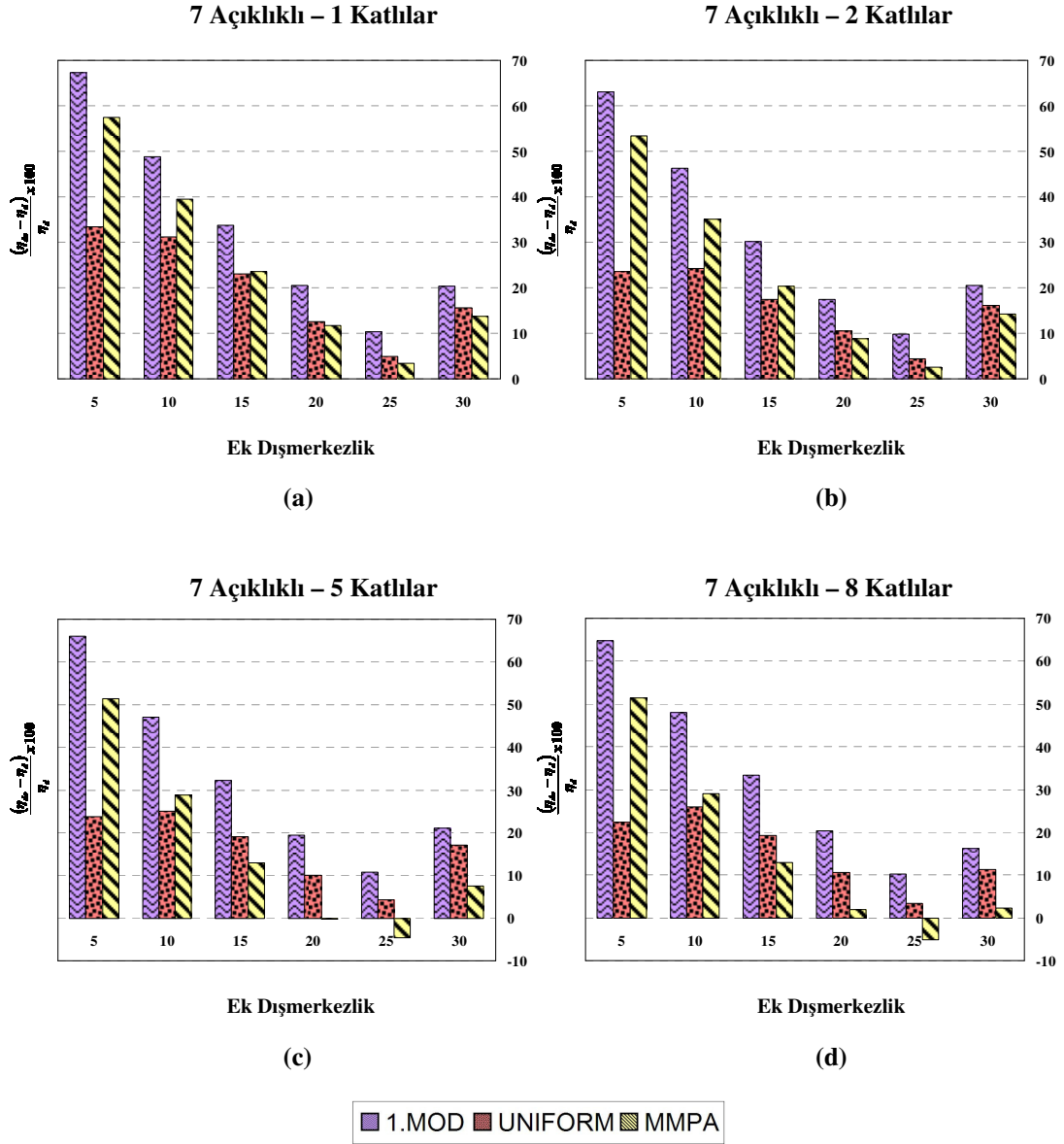
5 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde;

- Her kat grubu ve tüm ek dışmerkezlik durumları için, doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayıları ile en büyük farkın 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımından elde edilen değerler, en küçük farkın ise uniform yük dağılımı ile elde edilen değerler arasında oluştuğu,
- Yüksek katlı binalarda doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen değerler arasındaki farkın nispeten daha az olduğu,
- Değerler arasında ortaya çıkan en büyük farkların en düşük ek dışmerkezlik yönüne doğru kaydığı ve genelde % 5 (uniform için % 10) ek dışmerkezlik durumunda en büyük olduğu,
- Yüksek dışmerkezlik durumlarında (%25-30), yöntemlerden elde edilen değerlerin düşük dışmerkezlik durumlarının tersine belirgin şekilde birbirine yaklaştığı ve aralarındaki farkın azaldığı,
- 4 açıklıklı binalarda ve yüksek katlı binalardakine benzer şekilde yüksek ek dış merkezlik durumlarında (%25-30), MMPA yöntemi değerleri doğrusal yöntemden düşük hesaplama eğiliminde olduğu gözlenmiştir.



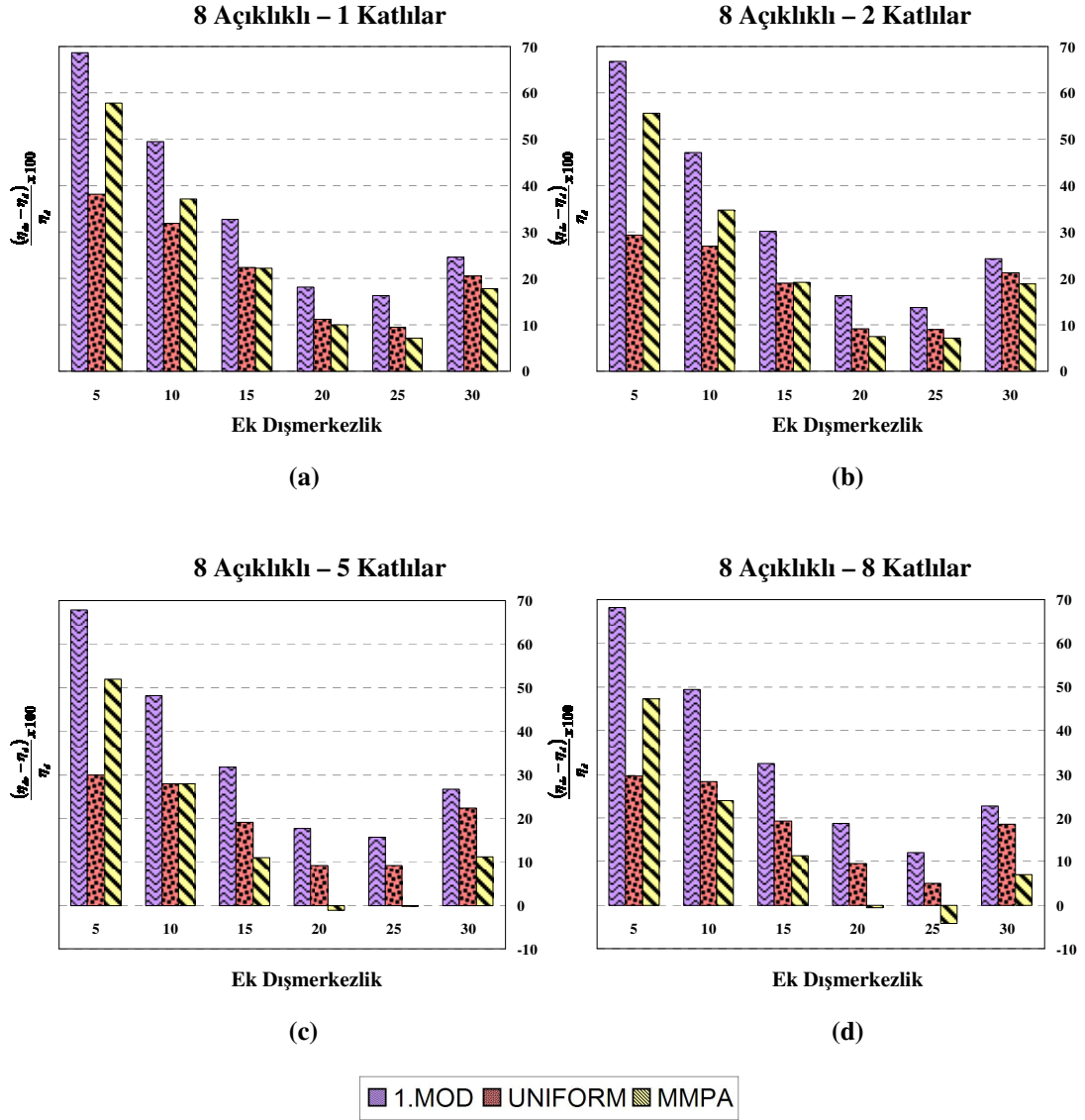
Şekil 5.21 6 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlik ile değişimi

6 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde, 5 açıklıklı binalarda ortaya çıkan durumlarla paralellik gösterdiği; bunun yanında düşük ek dışmerkezlik durumlarında tüm kat grupları için elde edilen değerler arasındaki farkın daha da arttığı, en küçük farkların en yüksek dışmerkezlik halinden kayarak genelde % 25 dışmerkezlik durumları için ortaya çıktığı gözlenmiştir.



Şekil 5.22 7 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlik ile değişimi.

7 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde, 6 açıklıklı binalarda varılan sonuçlar ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 5.23 8 açıklıklı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının ek dışmerkezlilik ile değişimi

8 açıklıklı binalara ait fark grafikleri incelendiğinde, 7 açıklıklı binalarda varılan sonuçlar ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir.



İkinci grup grafiklerden elde edilen sonuçlar genellenecek olursa;

- Her kat grubu ve tüm ek dışmerkezlilik durumları için, doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayıları ile en büyük farkın 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımından elde edilen değerler arasında olduğu,
- Açıklık sayısının düşük değerleri için (3 ve 4) , yöntemlerden elde edilen değerler arasındaki en yüksek fark sırasıyla % 15 ve 10 ek dışmerkezlilik durumlarında ortaya çıkarken, artan açıklık sayısı ile en yüksek farkların en düşük dışmerkezlilik durumuna doğru kaydığı ve % 5'te gerçekleştiği,
- Tüm açıklıklarda (3 hariç) yüksek dış merkezlik durumları için (%25 ve/veya %30) MMPA yönteminin, burulma düzensizliği katsayılarını doğrusal yöntemle elde edilen değerlerden düşük hesaplama eğiliminde olduğu,
- Doğrusal yöntemle doğrusal olmayan yöntemlerden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en küçük fark 5 açıklıklı 5 katlı ve % 30 ek dış merkezliğe sahip binada, en büyük farklar ise 8 açıklıklı 1 katlı ve % 5 ek dışmerkezliğe sahip binada ortaya çıktığı gözlenmiştir.

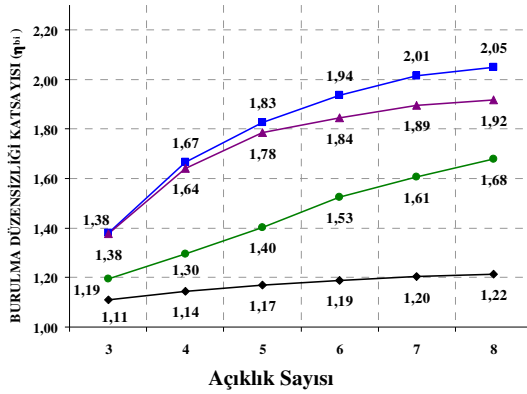
### 5.2.4.3 Üçüncü ve Dördüncü Grup Grafikler

Üçüncü grup grafiklerde kat sayısı ve ek dış merkezlik sabit tutulmak suretiyle burulma düzensizliği katsayılarının artan açıklık ile değişimleri izlenmiştir. Dördüncü grup grafiklerde ise, ikinci grup grafikler gibi doğrusal olmayan yöntemlerle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının aynı bina için doğrusal yöntemle elde edilen değerlerden ne kadar farklı olduğu incelenmiştir. Tüm ek dış merkezlikler için ayrı ayrı elde edilen grafiklerde altılı takımların ortak noktası kat sayısıdır.

Üçüncü ve dördüncü grup grafikler, birinci ve ikinci grup grafiklerin yatay ekseninde bulunan ek dışmerkezlik parametresini açıklık sayısı ile değiştirerek elde edilmiştir. Bu yeni grup grafikler üzerinde, önceki grup grafiklerde varılan sonuçlar ile ancak aynı değerlendirmelerin yapılabileceği aşikârdır. Ancak 6'lı grafik gruplarını kendi içinde inceleyecek olursak her kat grubunda en büyük farklılıkların en düşük ek dış merkezlik durumu % 5'te en küçük farklılıkların ise % 25 ek dış merkezlik durumunda oluştuğunu belirgin şekilde görürüz.

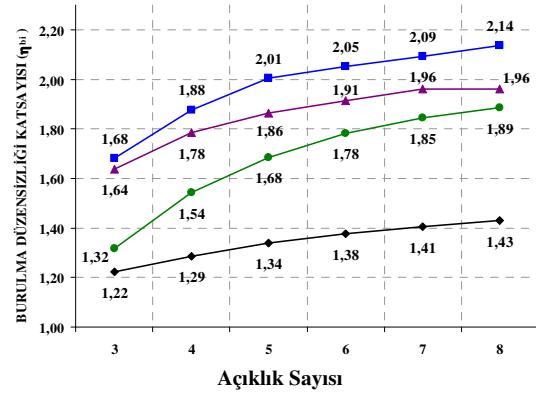
Farklı analiz yöntemleriyle elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının değişiminin ve değerler arasındaki yüzdesel farkların bu varyasyon için de izlenebilmesi için grafikler tez kapsamına dahil edilmiş ve Şekil 5.24'ten 5.31'a kadar verilmiştir.

1 Katlılar – % 5 Ek Dışmerkezlilik



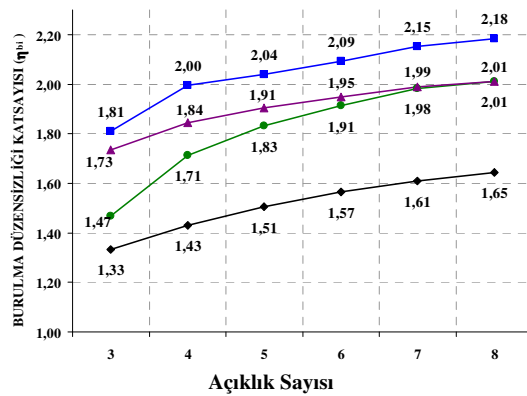
(a)

1 Katlılar – % 10 Ek Dışmerkezlilik



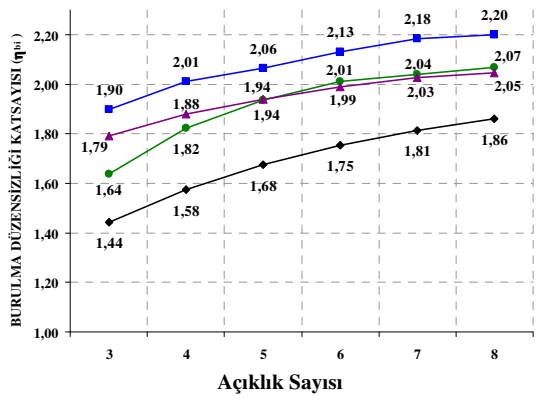
(b)

1 Katlılar – % 15 Ek Dışmerkezlilik



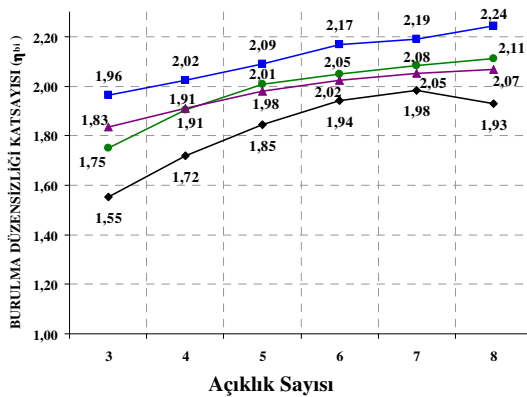
(c)

1 Katlılar – % 20 Ek Dışmerkezlilik



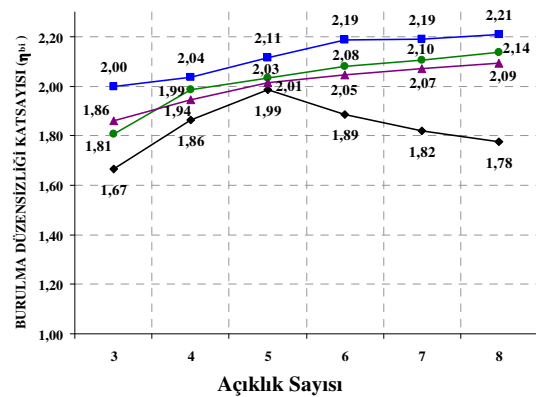
(d)

1 Katlılar – % 25 Ek Dışmerkezlilik



(e)

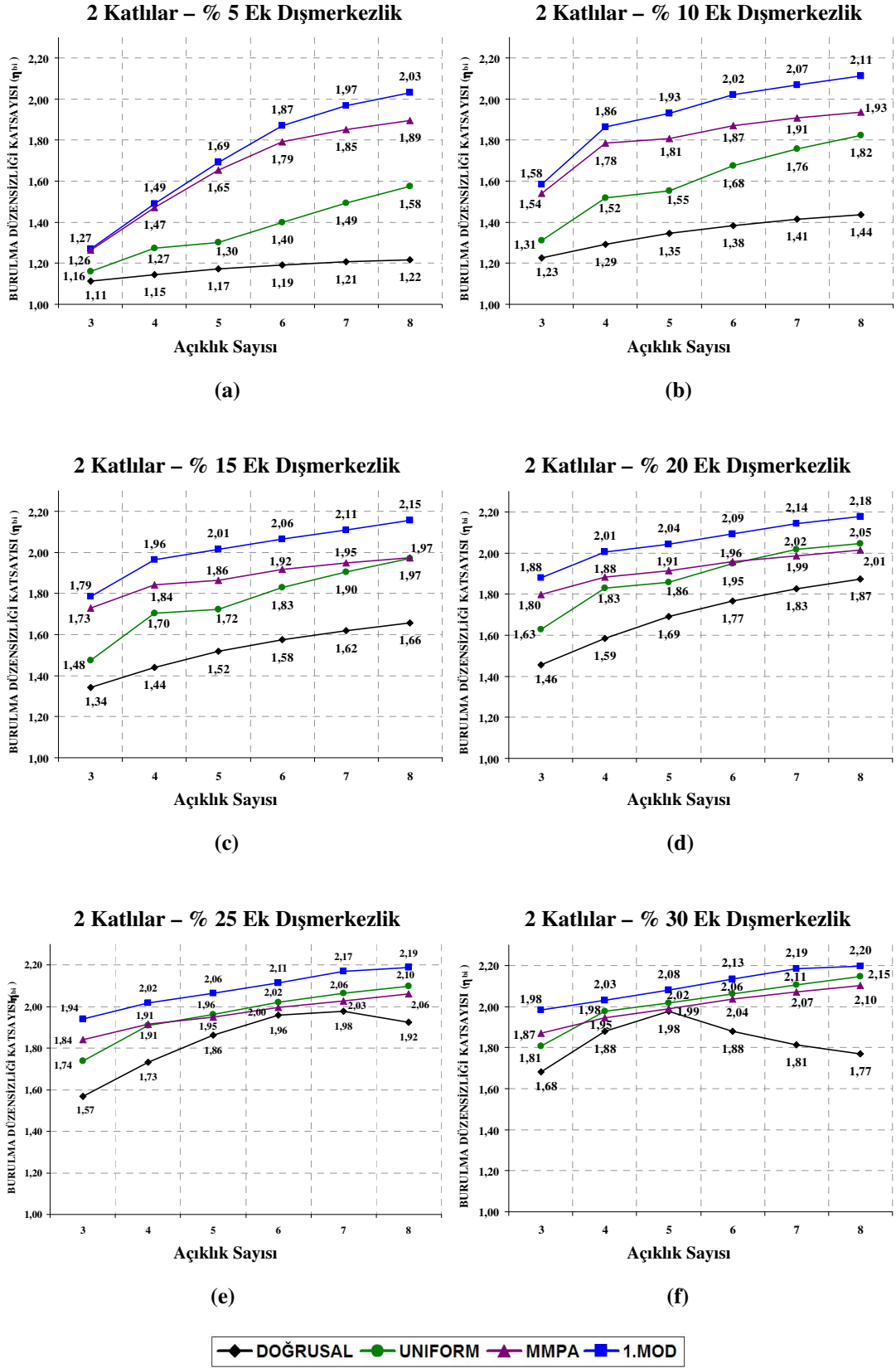
1 Katlılar – % 30 Ek Dışmerkezlilik



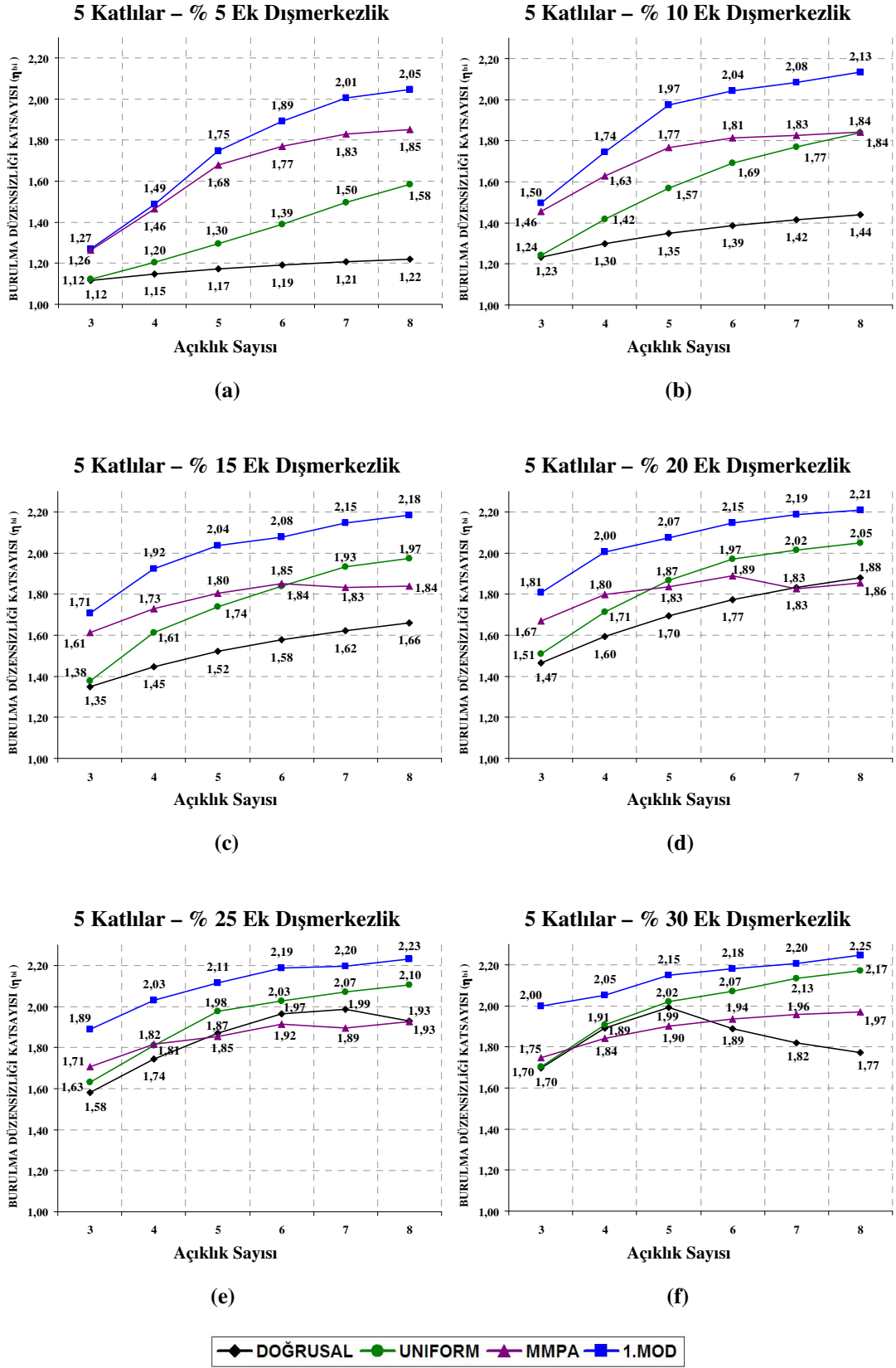
(f)

◆ DOĞRUSAL ● UNIFORM ▲ MMPA ■ 1.MOD

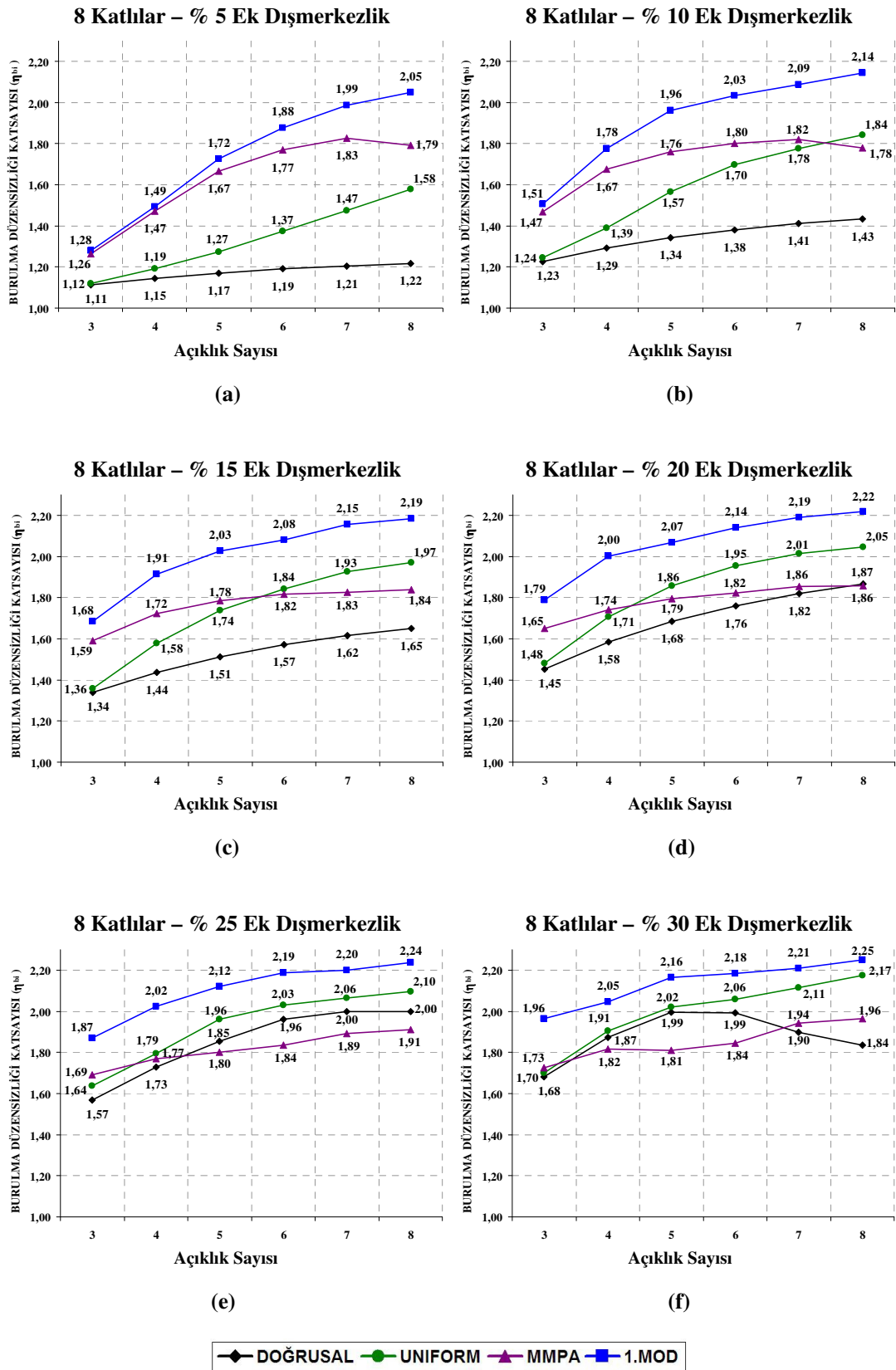
Şekil 5.24 1 katlı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



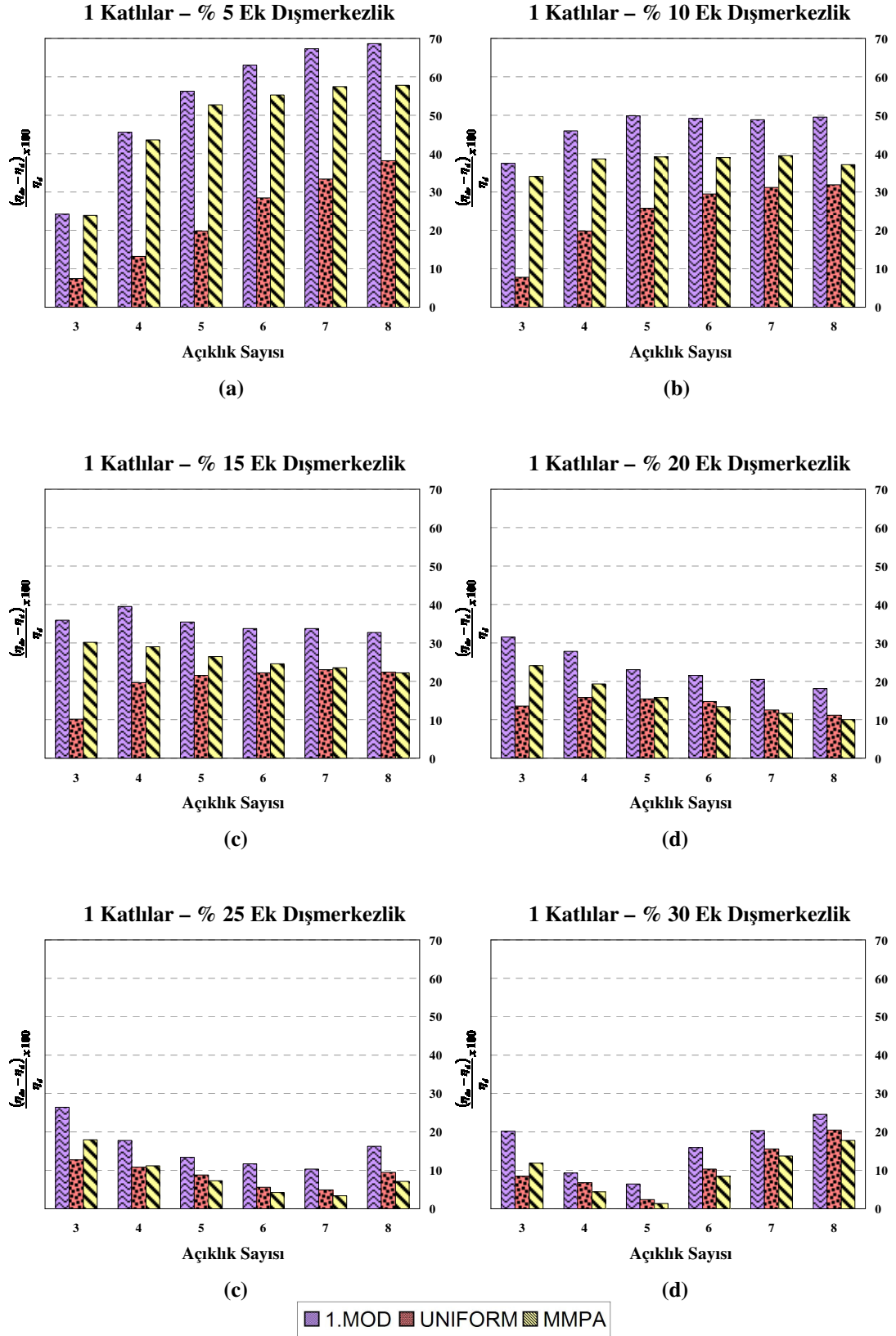
Şekil 5.25 2 katlı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



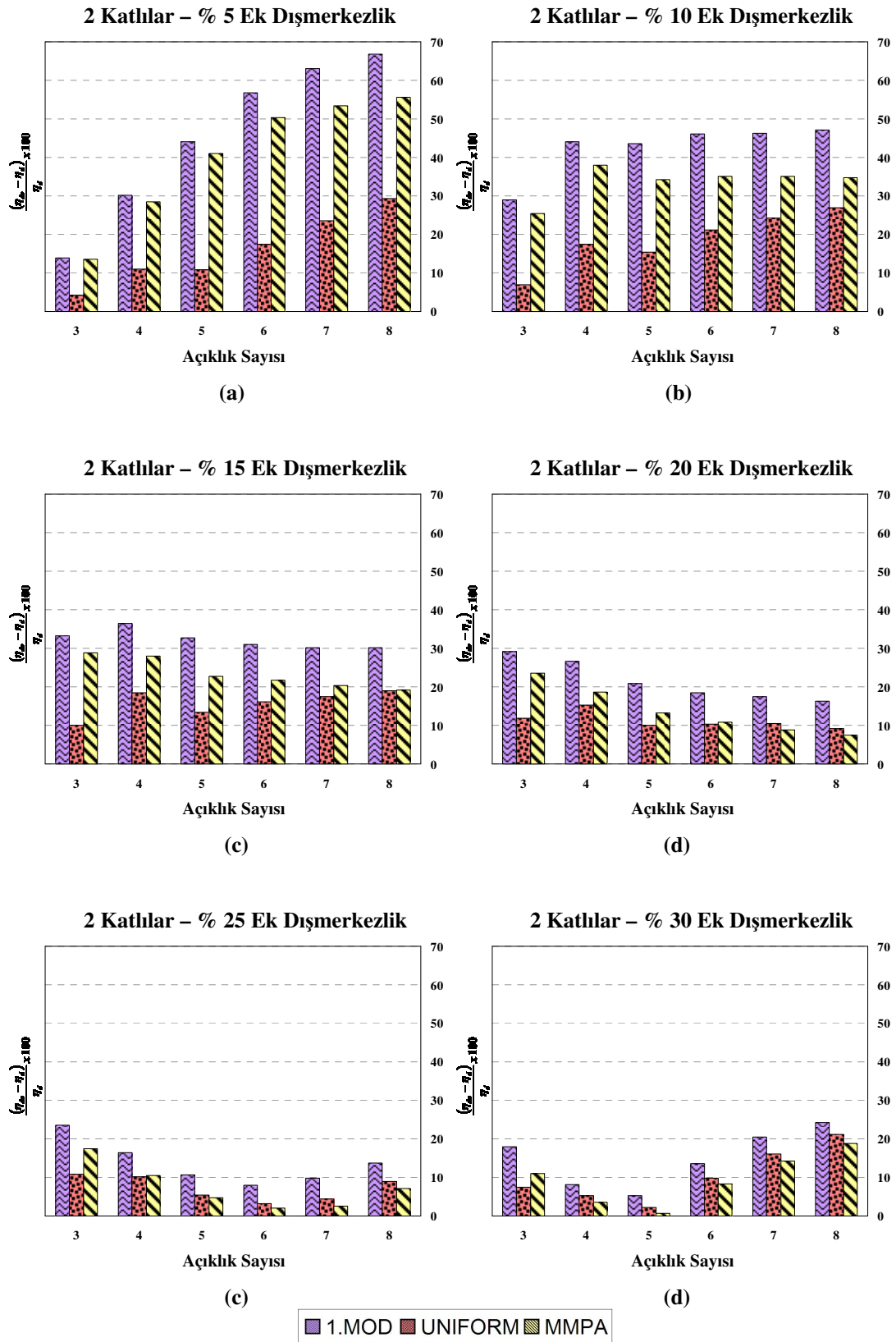
Şekil 5.26 5 katlı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



Şekil 5.27 8 katlı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi

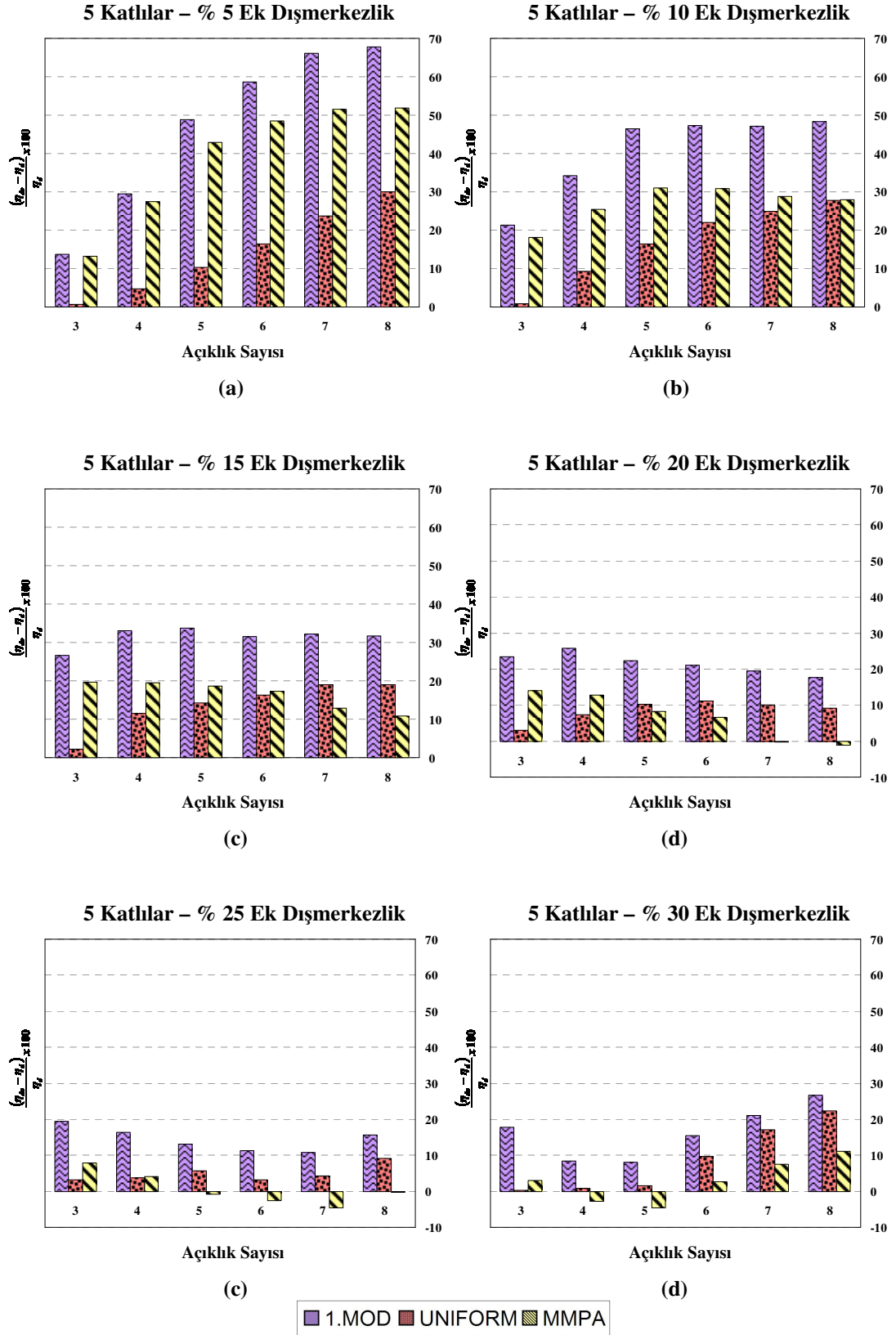


Şekil 5.28 1 katlı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının açıklık sayısı ile değişimi.

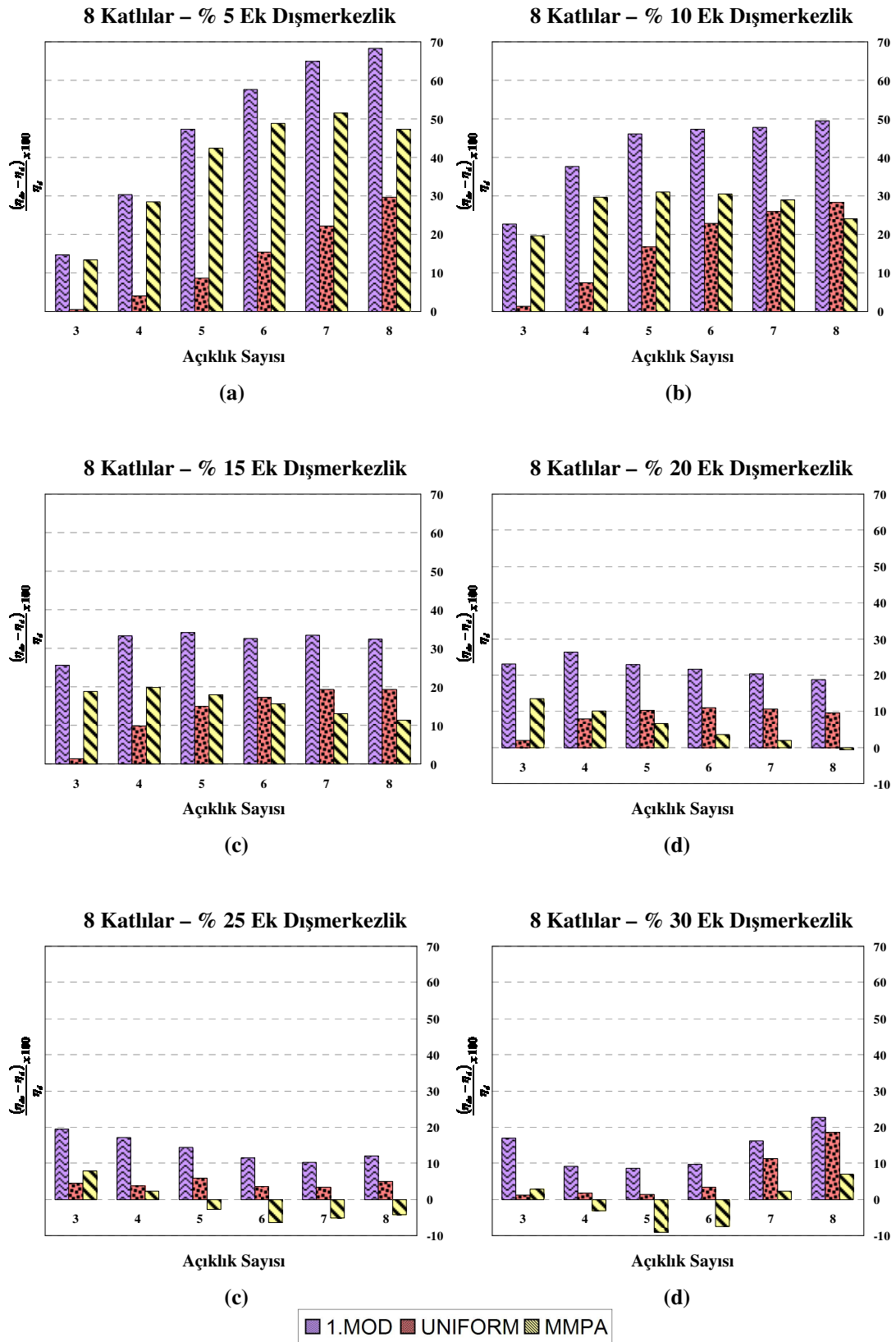


Şekil 5.29 2 katlı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının açıklık sayısı ile değişimi.





Şekil 5.30 5 katlı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının açıklık sayısı ile değişimi.



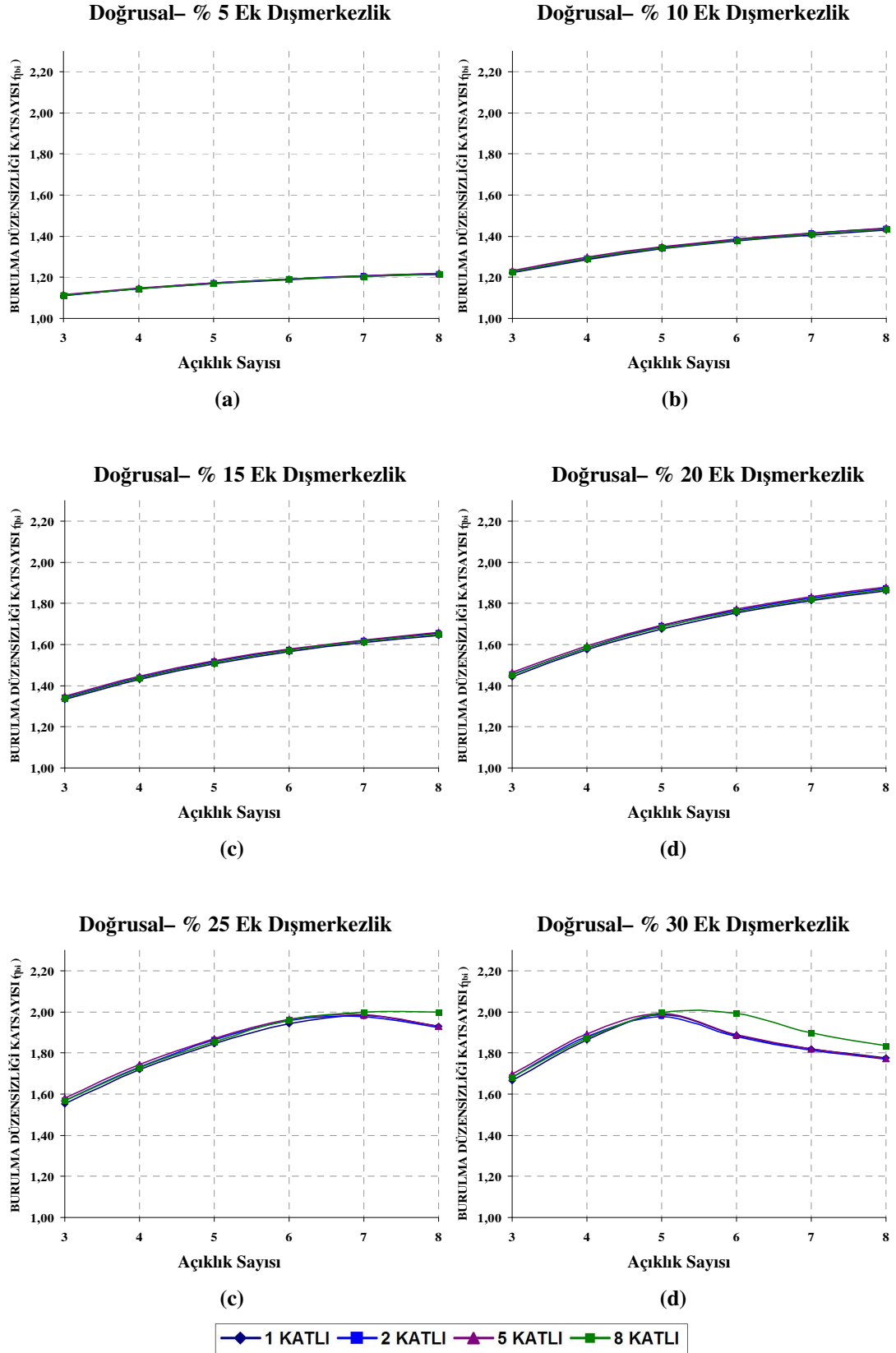
Şekil 5.31 8 katlı binalarda, doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının doğrusal elastik dinamik analiz yöntemiyle elde edilmiş değerlere göre yüzdesel farkının açıklık sayısı ile değişimi.

#### 5.2.4.4 Beşinci Grup Grafikler

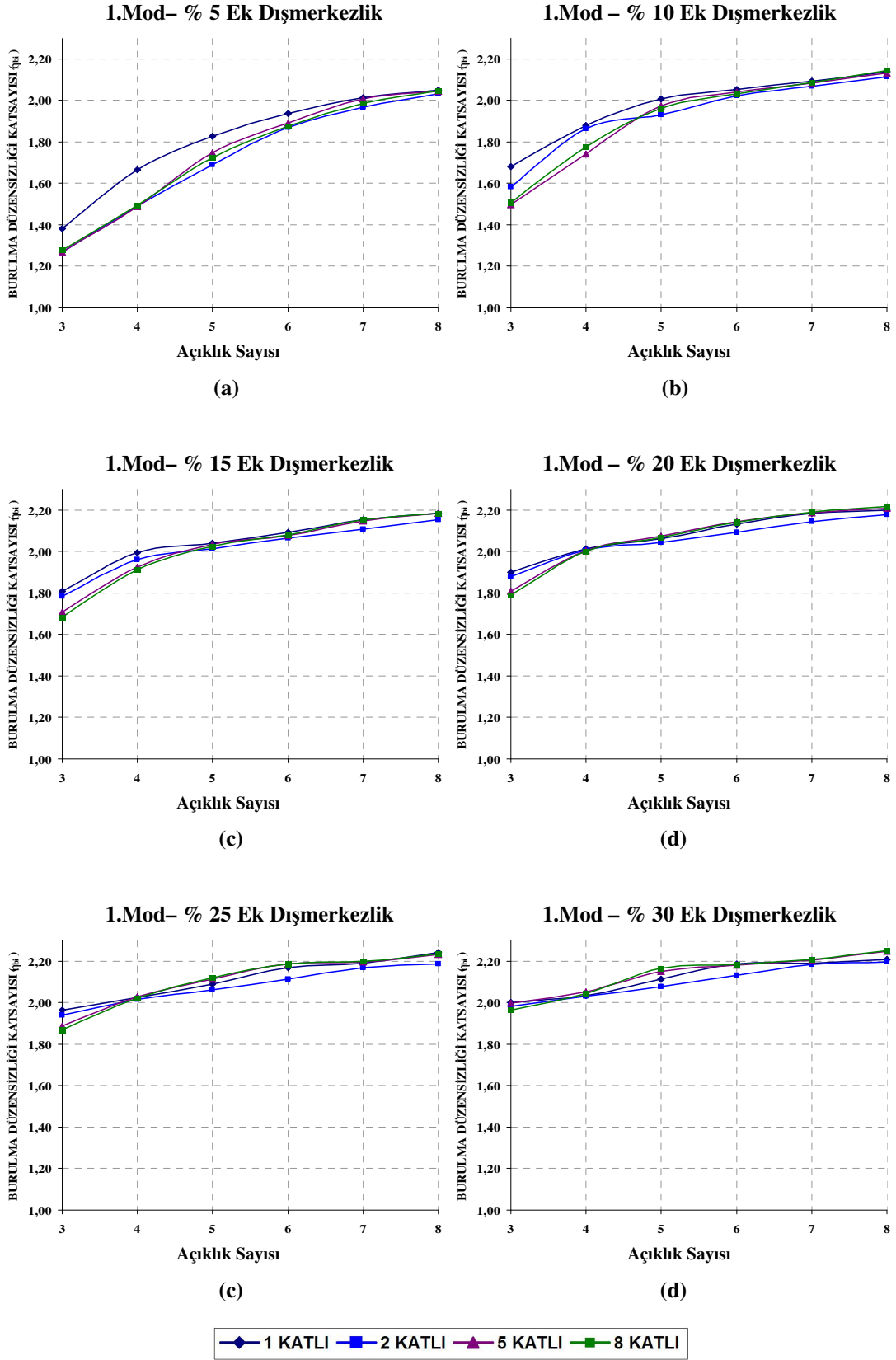
Beşinci grup grafiklerde aynı analiz yöntemi ile elde edilen burulma düzensizliği katsayıları kendi içinde değerlendirilmiştir. Her yonteme ait değerler altılı bir takım oluşturmuştur. Yani ortak payda analiz yontemidir. Grafiklerde yatay eksene açıklık sayısı yerleştirilmiş ve her ek dışmerkezlik durumu için 1, 2, 5 ve 8 katlı binaların grafikleri çizdirilmiştir.

Bu grup grafiklerde ortaya çıkan en dikkat çekici husus tez kapsamında gözönüne alınan kat sayıları için (yani 8 kata kadar denilebilir), aynı açıklık ve ek dışmerkezlikli farklı kat sayısına sahip binalarda burulma düzensizliği katsayısında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Hatta doğrusal yöntemle elde edilen değerlere ait grafikler incelendiğinde 8 katlı binaların yüksek açıklığa sahip olanları (6,7 ve 8 olmak üzere toplam üç bina) hariç yöntemde tüm kat grupları için değerlerin aynı olduğu ve kat sayısından bağımsız hareket ettiği gözlenmiştir.

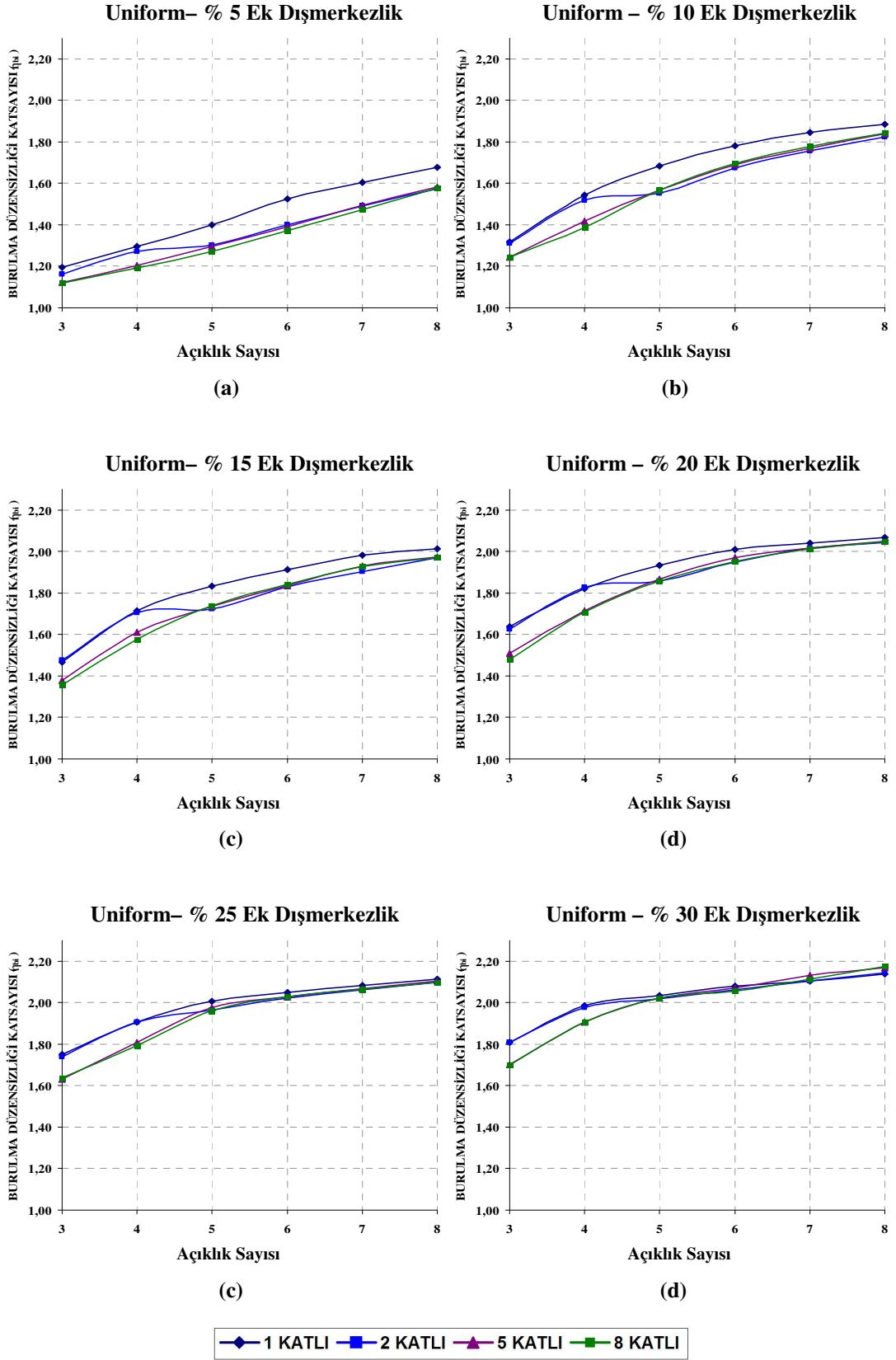
Beşinci grup grafikler Şekil 5.32, 5.33, 5.34 ve 5.35'te verilmiştir.



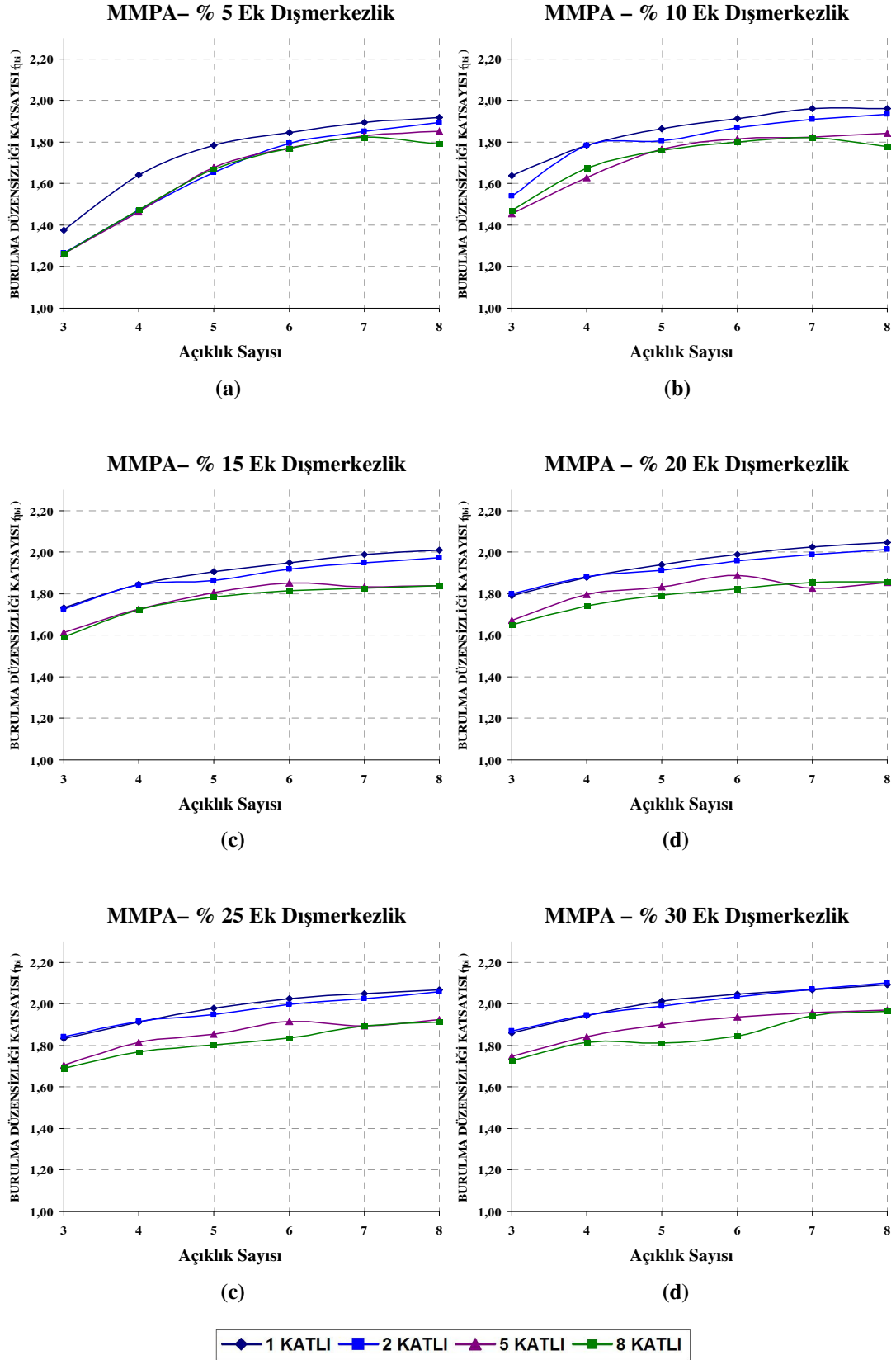
Şekil 5.32 Doğrusal elastik dinamik analizi yöntemi ile elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



Şekil 5.33 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı kullanılan doğrusal olmayan statik artımsal itme analizi yöntemi ile elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



Şekil 5.34 Uniform yük dağılımı kullanılan doğrusal olmayan statik artımsal itme analiz yöntemi ile elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.



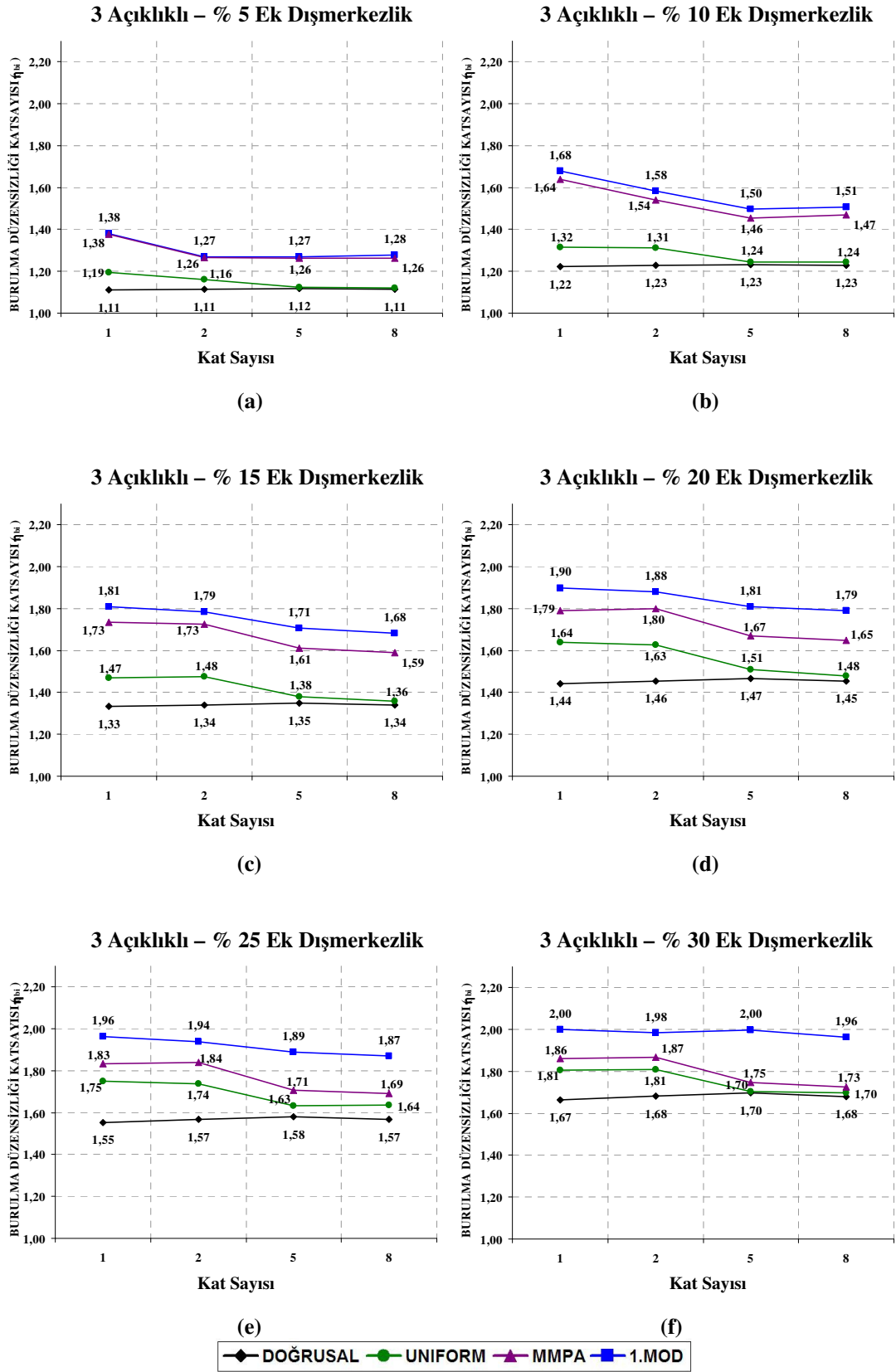
Şekil 5.35 Modifiye modal itme analiz yöntemi ile elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ile değişimi.

#### 5.2.4.5. Altıncı Grup Grafikler

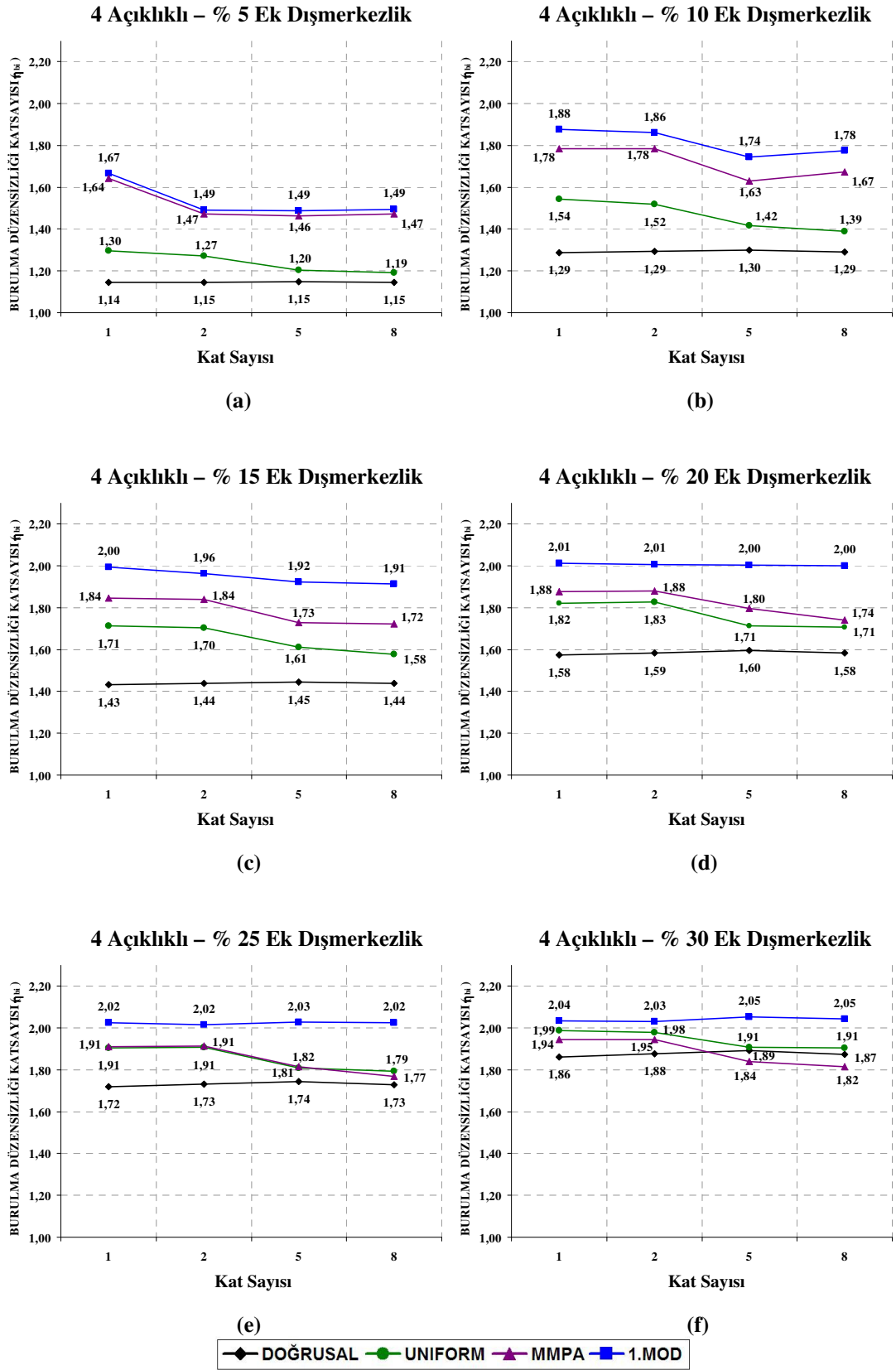
Altıncı grup grafiklerde açıklık sayısı ve ek dış merkezlik sabit tutulmak suretiyle burulma düzensizliği katsayılarının artan kat sayısı ile değişimleri izlenmiştir. Tüm ek dışmerkezlikler için ayrı ayrı elde edilen grafiklerde altılı takımların ortak noktası açıklık sayısıdır.

Altıncı grup grafikler, üçüncü grup grafiklerdeki açıklık ve kat sayısı yer değiştirilerek elde edilmiştir. Bu yeni grup grafikler, önceki grup grafiklerde özellikle de beşinci grup grafiklerde varılan sonuçları destekler niteliktedir. Grafiklerde elde edilen katlara ait eğriler tüm yöntemlerde özellikle de doğrusal yöntemde yatay veya yataya yakındır. Bu da kat sayısındaki değişimin (tez kapsamında izlenen 8 kata kadar), aynı açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe sahip binalarda elde edilen burulma düzensizliği katsayıları üzerinde dikkate değer bir farklılık yaratmadığını göstermektedir. Yeni ve farklı durum ortaya koymamasına rağmen, farklı bir gösterim olması sebebi ile bu varyasyon için de grafikler tez kapsamına dahil edilmiş ve Şekil 5.36'ten 5.41'a kadar verilmiştir.

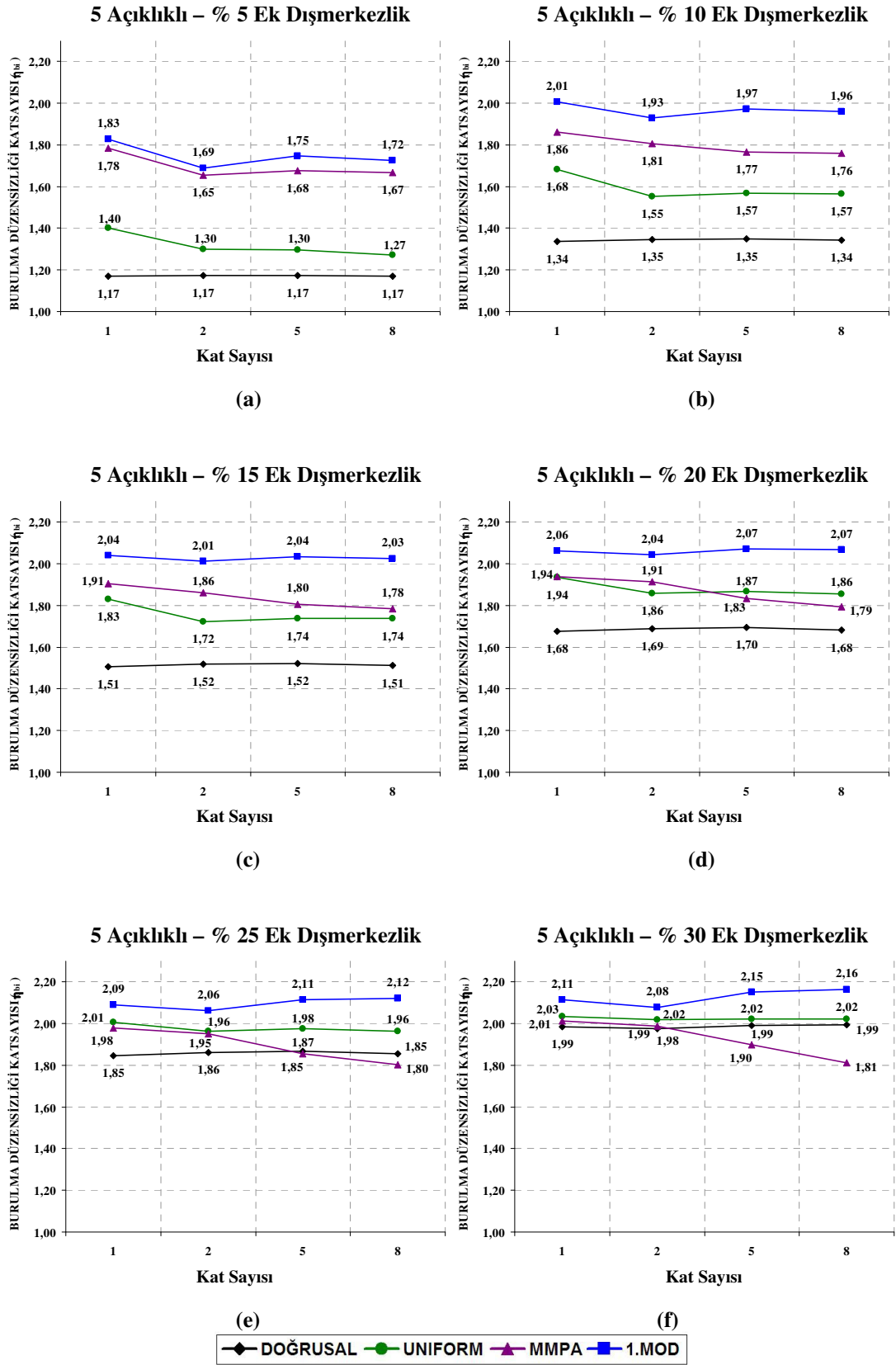




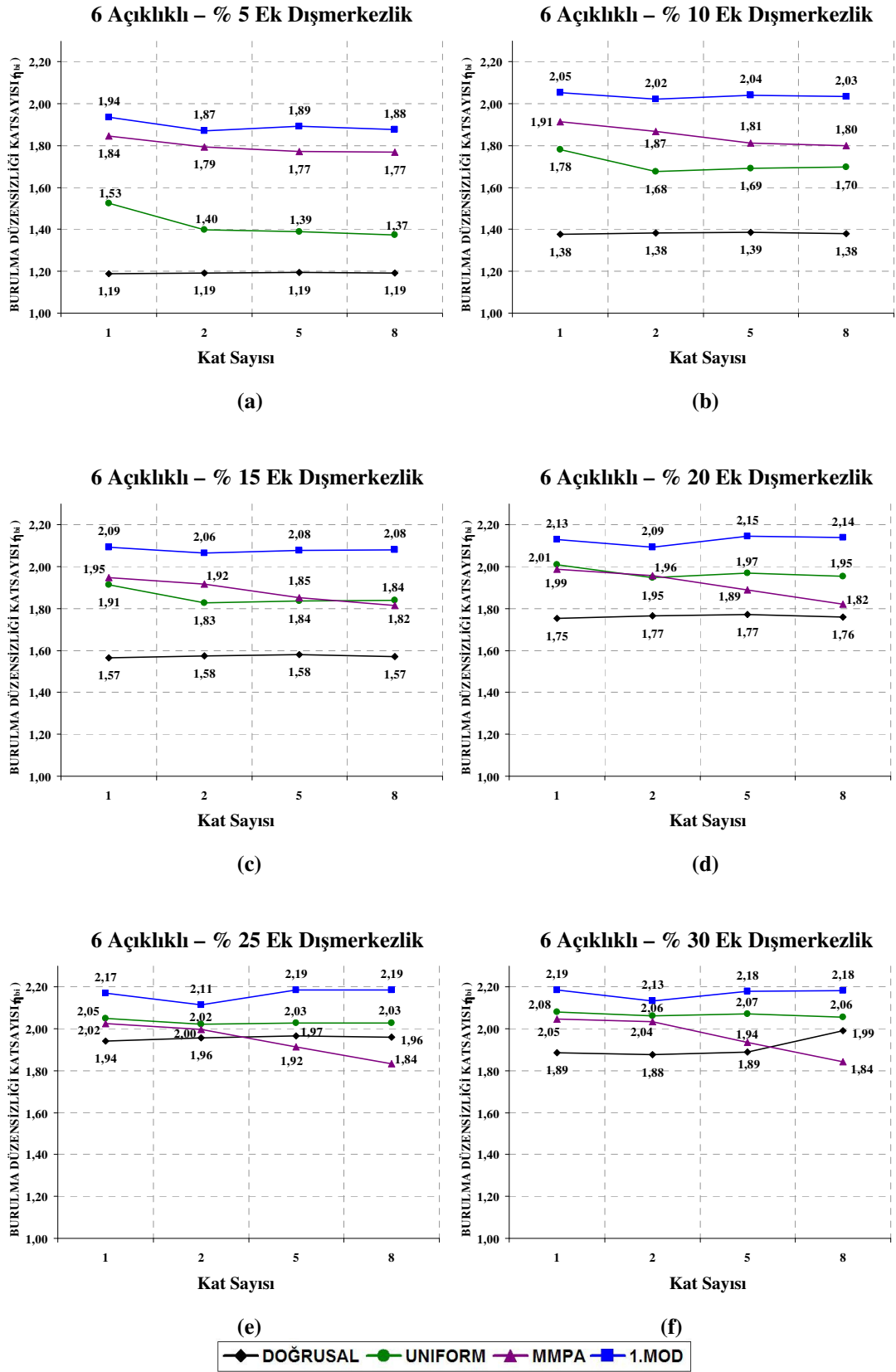
Şekil 5.36 3 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.



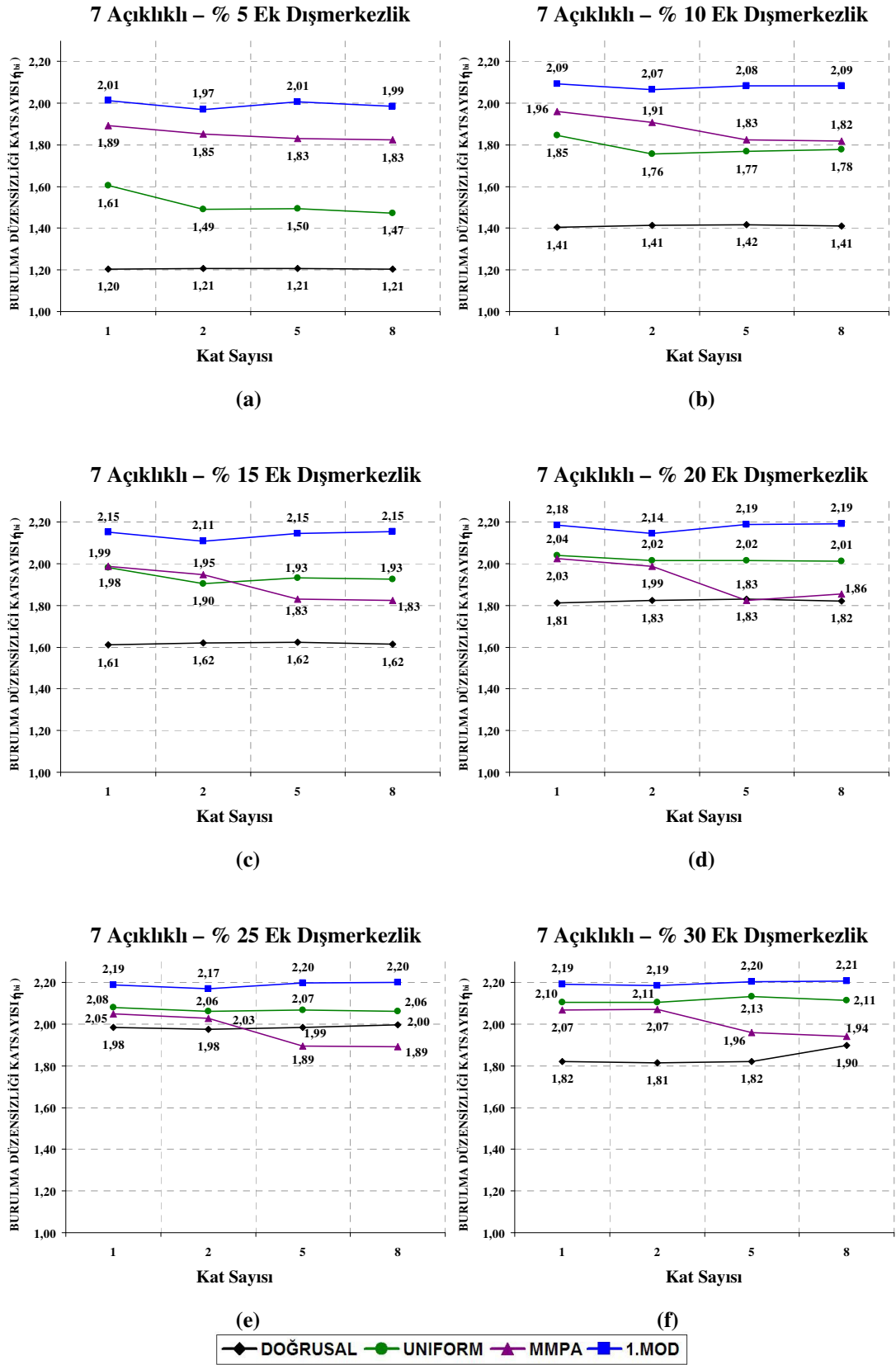
Şekil 5.37 4 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.



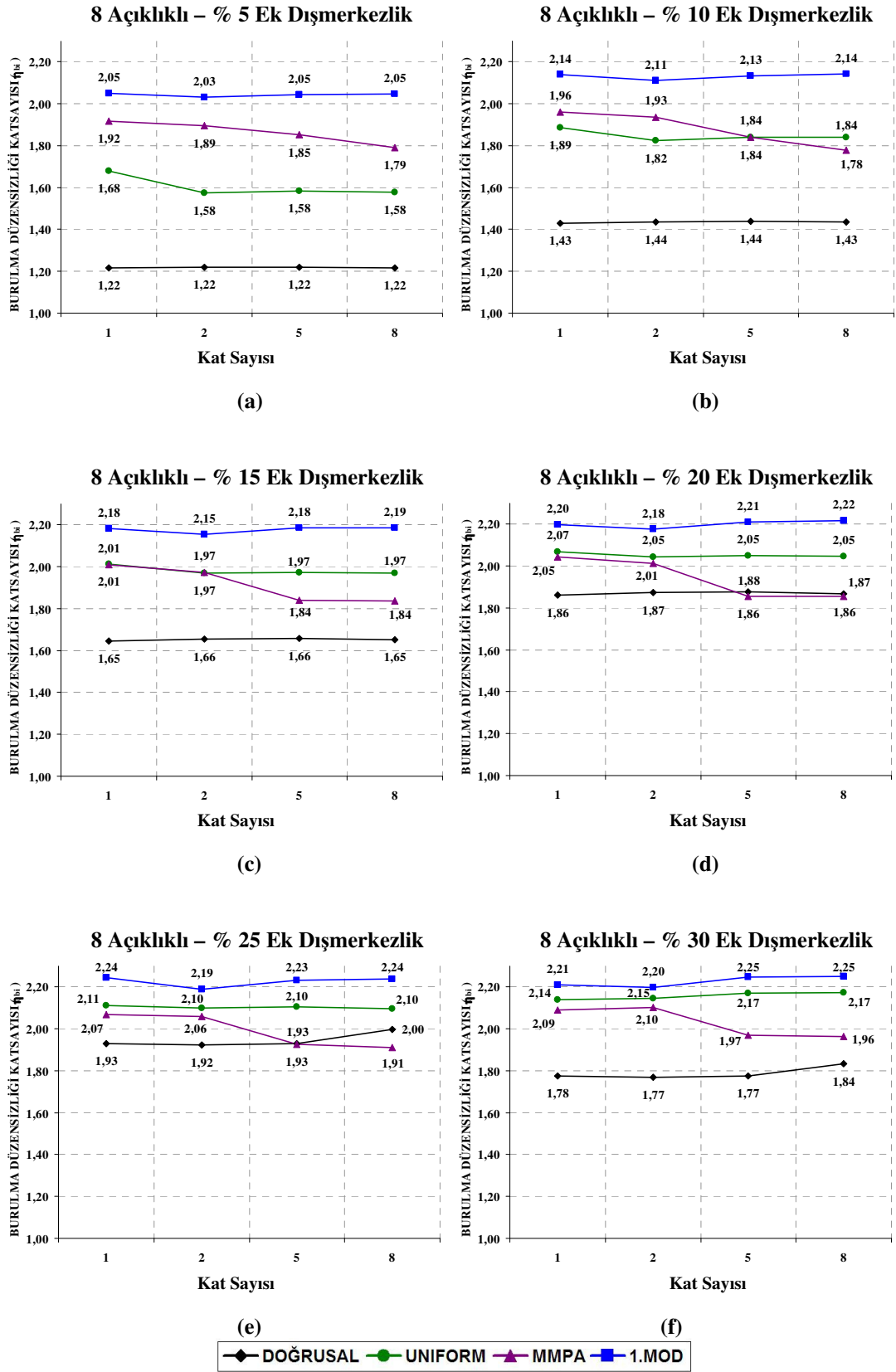
Şekil 5.38 5 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.



Şekil 5.39 6 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.



Şekil 5.40 7 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.



Şekil 5.41 8 açıklıklı binalarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleriyle hesaplanmış burulma düzensizliği katsayılarının bina kat sayısı ile değişimi.

Yedi, sekiz ve dokuzuncu gruplarda, bundan önce düzlemsel olarak verilen altı grup grafiğin, doğrusal ve doğrusal olmayan dört analiz yöntemi için üç boyutlu grafikleri hazırlanmıştır. Açıklık sayısı, kat sayısı ve ek dışmerkezlik değişkenlerinden ikişerli üç takım yapılmış (açıklık - kat, açıklık - ek dışmerkezlik, kat - ek dışmerkezlik) ve bu değişken takımları yatay ekseninde, burulma düzensizliği katsayıları ise dikey ekseninde olmak üzere elde edilmişlerdir. Grafiklerin üç boyutlu olarak ifade edilmesi ile burulma düzensizliği katsayılarının değişimi uzaysal boyutta birer yüzey olarak izlenebilmiştir. Görsel anlamda sundukları yarar sebebiyle tez kapsamına dahil edilmişlerdir.

#### 5.2.4.6. Yedinci Grup Grafikler

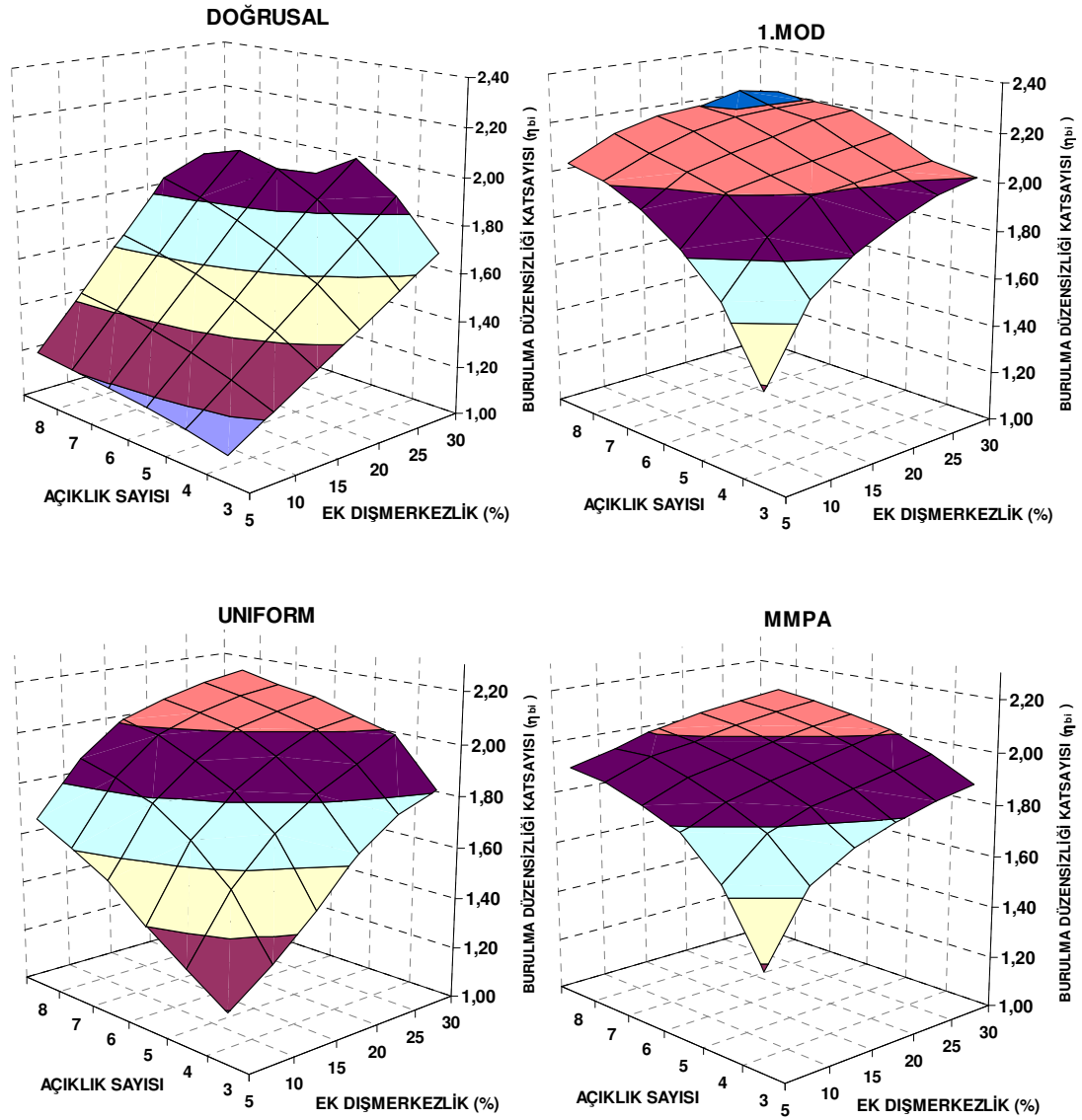
Yedinci grup grafikler, birinci ve üçüncü grup grafiklerin birlikte ifade edilmiş halidir. Grafikler incelendiğinde genel olarak;

- 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemine ait yüzeylerin her kat grubunda birbirine benzediği, uniform yük dağılımına ait yüzeyin bu iki yöntemden daha düşük bir seviyede seyrettiği ve doğrusal yönteme ait yüzeyin ise en düşük seviyede olduğu,
- Her hesap yöntemini kendi içinde değerlendirmek şartıyla, elde edilen yüzeyler arasında kat değişimi ile belirgin farklılıkların oluşmadığı,

ilk göze çarpan ve daha önce de varılan hususlardır.

Yedinci grup grafikler Şekil 5.42'den 5.45'e kadar aşağıda verilmiştir.

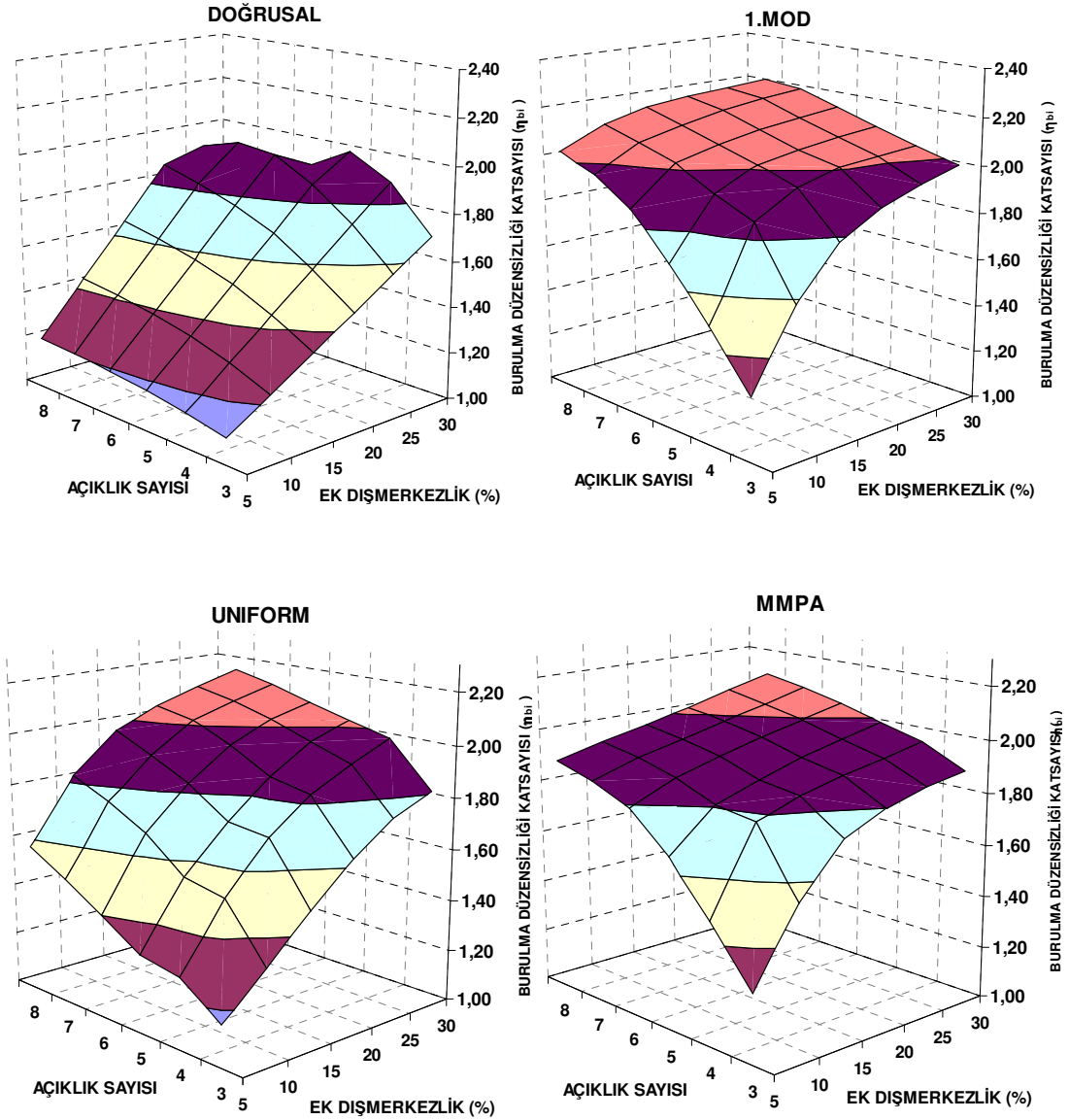
## 1 Katlı Binalar



Şekil 5.42 1 katlı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

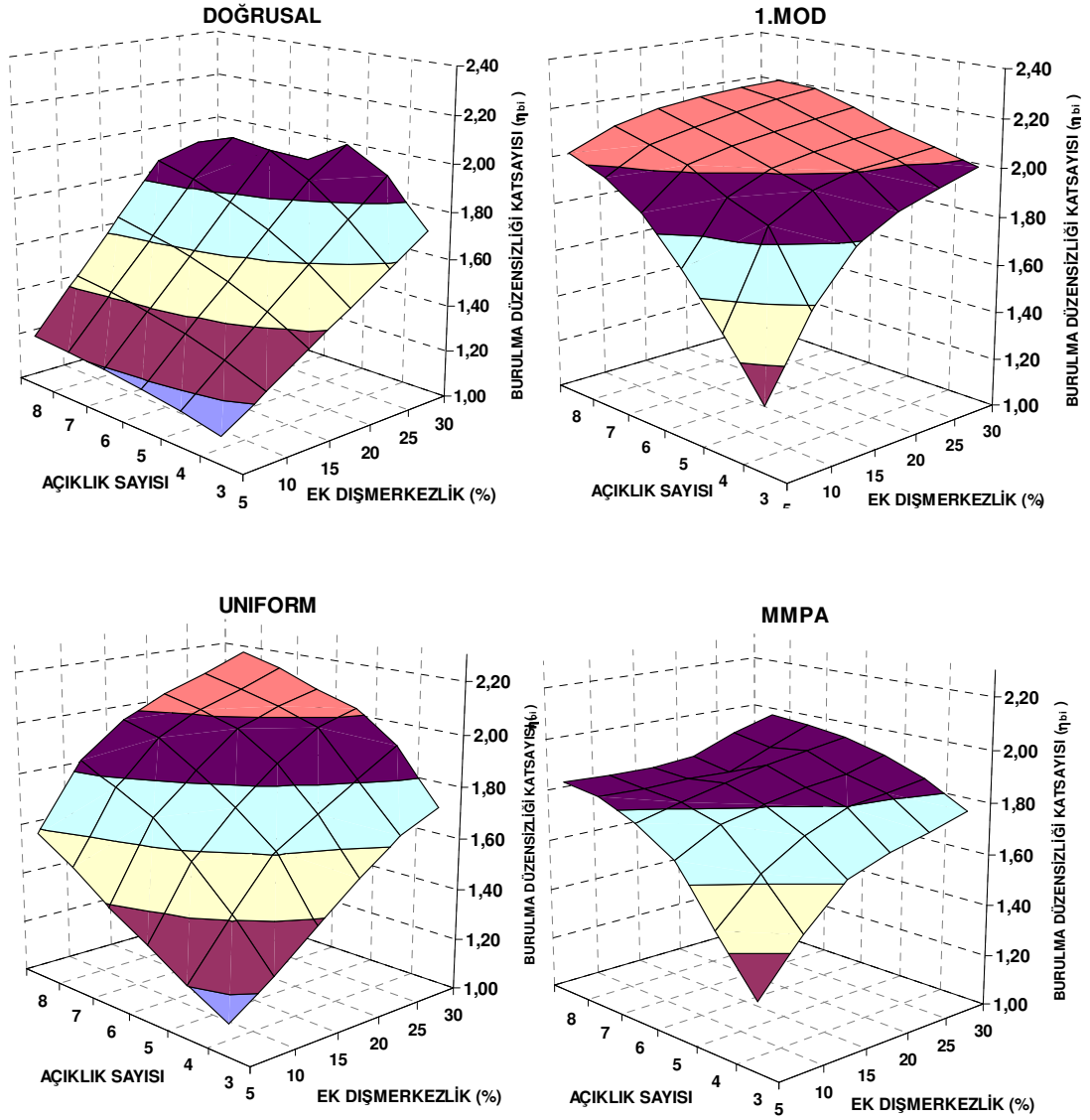


## 2 Katlı Binalar



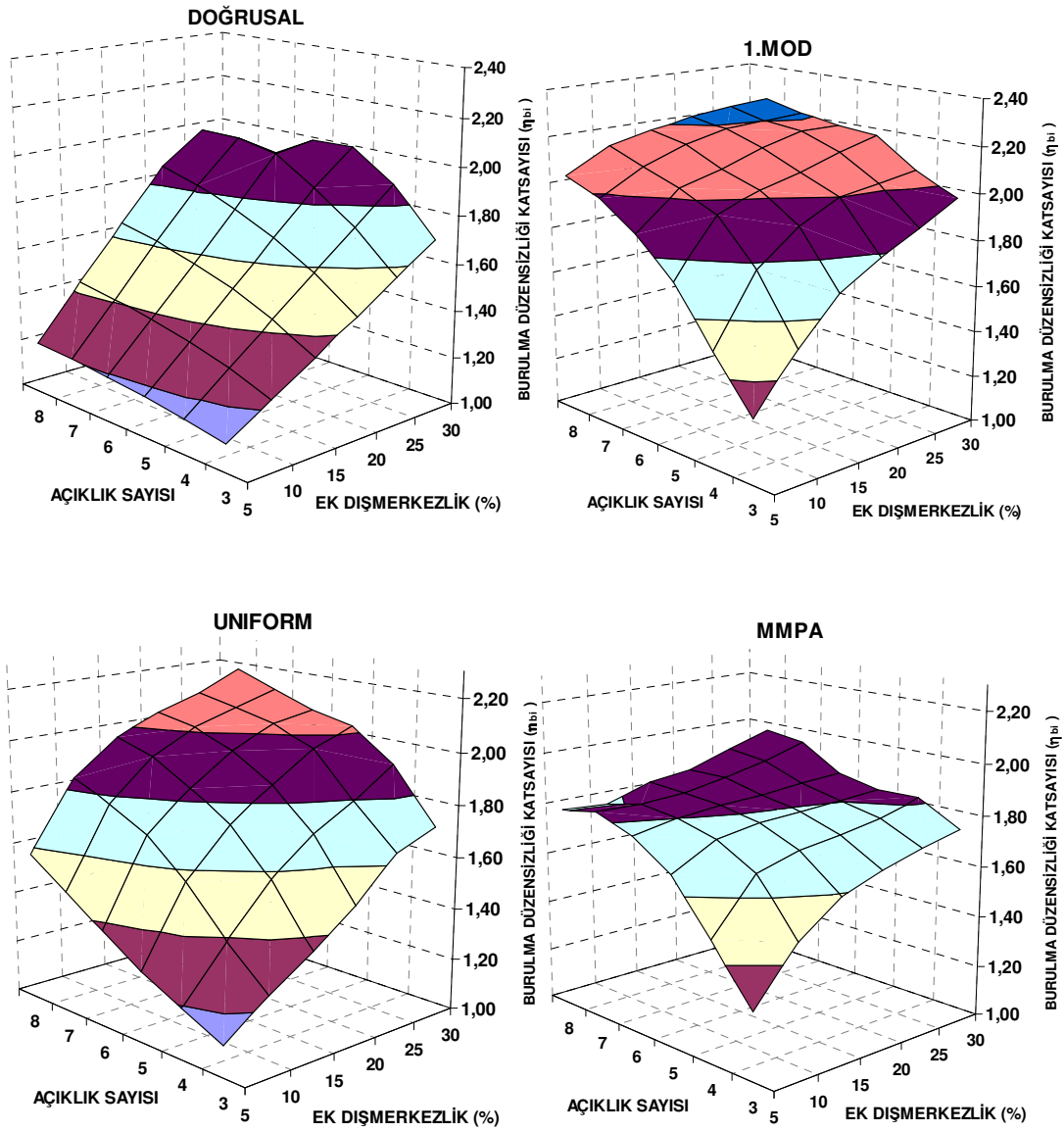
Şekil 5.43 2 katlı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ve ek dışmerkezlığe göre üç boyutlu değişimi.

## 5 Katlı Binalar



Şekil 5.44 5 katlı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 8 Katlı Binalar



Şekil 5.45 8 katlı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

#### 5.2.4.7. Sekizinci Grup Grafikler

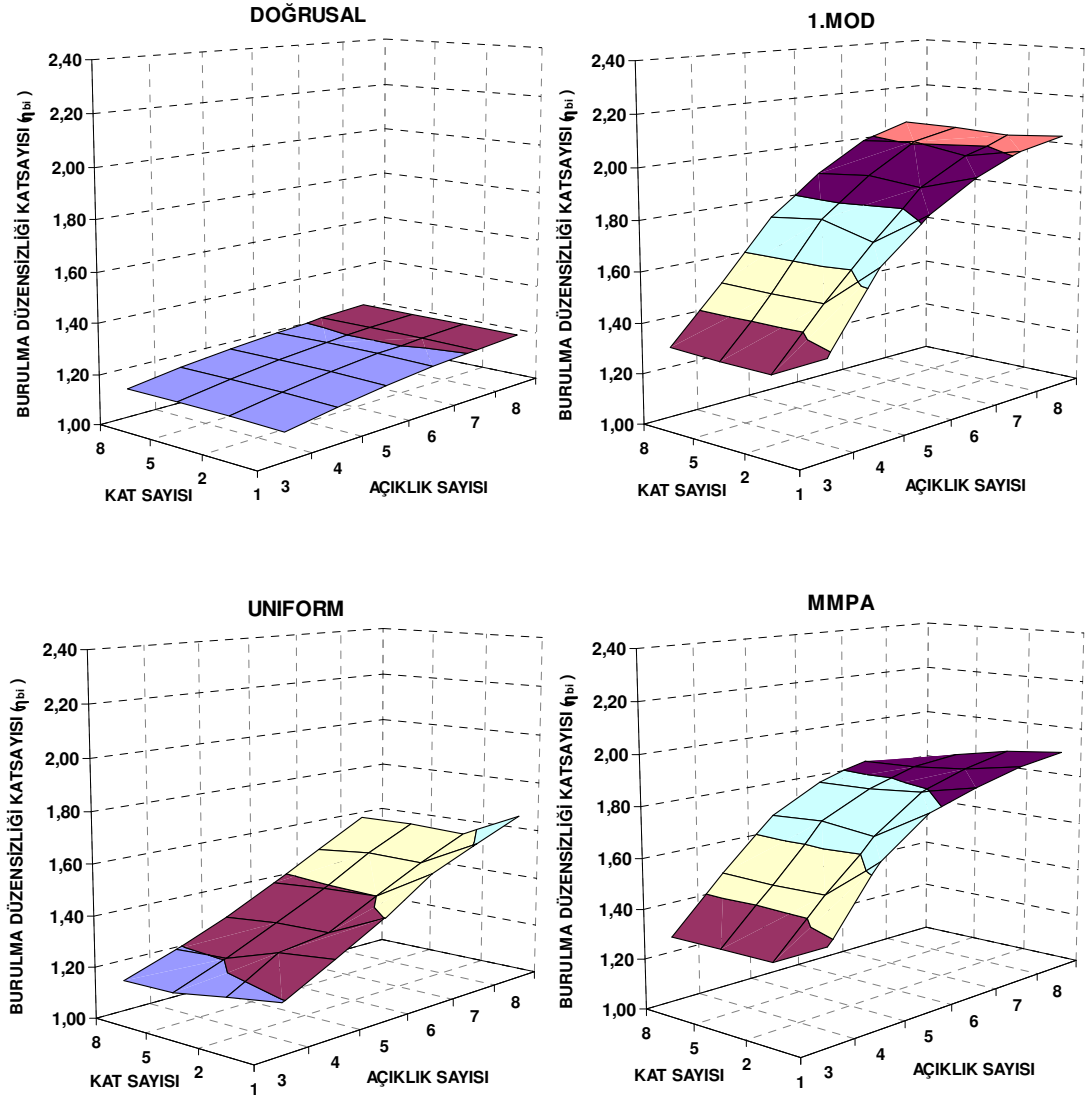
Sekizinci grup grafikler, üçüncü ve altıncı grup grafiklerin kombinasyonudur. Grafikler incelendiğinde genel olarak;

- Düşük ek dışmerkezlik durumlarında, 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımı ve MMPA yöntemine ait yüzeyler ile doğrusal yöntemle ait yüzey arasında açıklık sayısındaki artış ile ciddi farkların olduğu, artan ek dışmerkezlik ile aradaki farkın giderek kapandığı,
- Yüksek ek dışmerkezlik durumlarında artan açıklık sayısı ile doğrusal yöntemle ait yüzeyin artandan azalana doğru değiştiği, doğrusal olmayan yöntemlerde ise böyle bir durumun gözlenmediği

ilk göze çarpan ve düzlemsel grafiklerde de tespit edilmiş hususlardır.

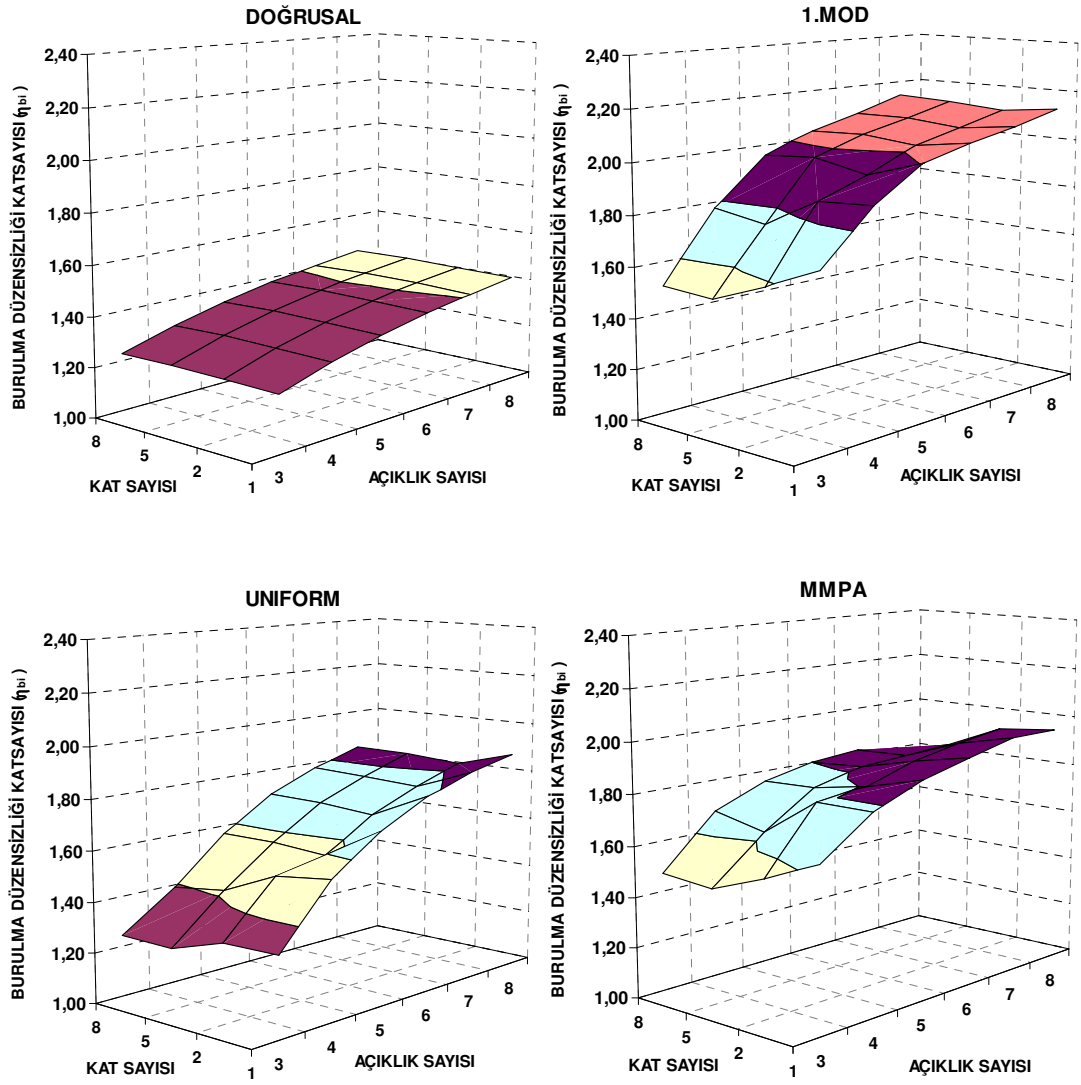
Sekizinci grup grafikler Şekil 5.46'den 5.51'ye kadar aşağıda verilmiştir.

% 5 Ek Dışmerkezlilik



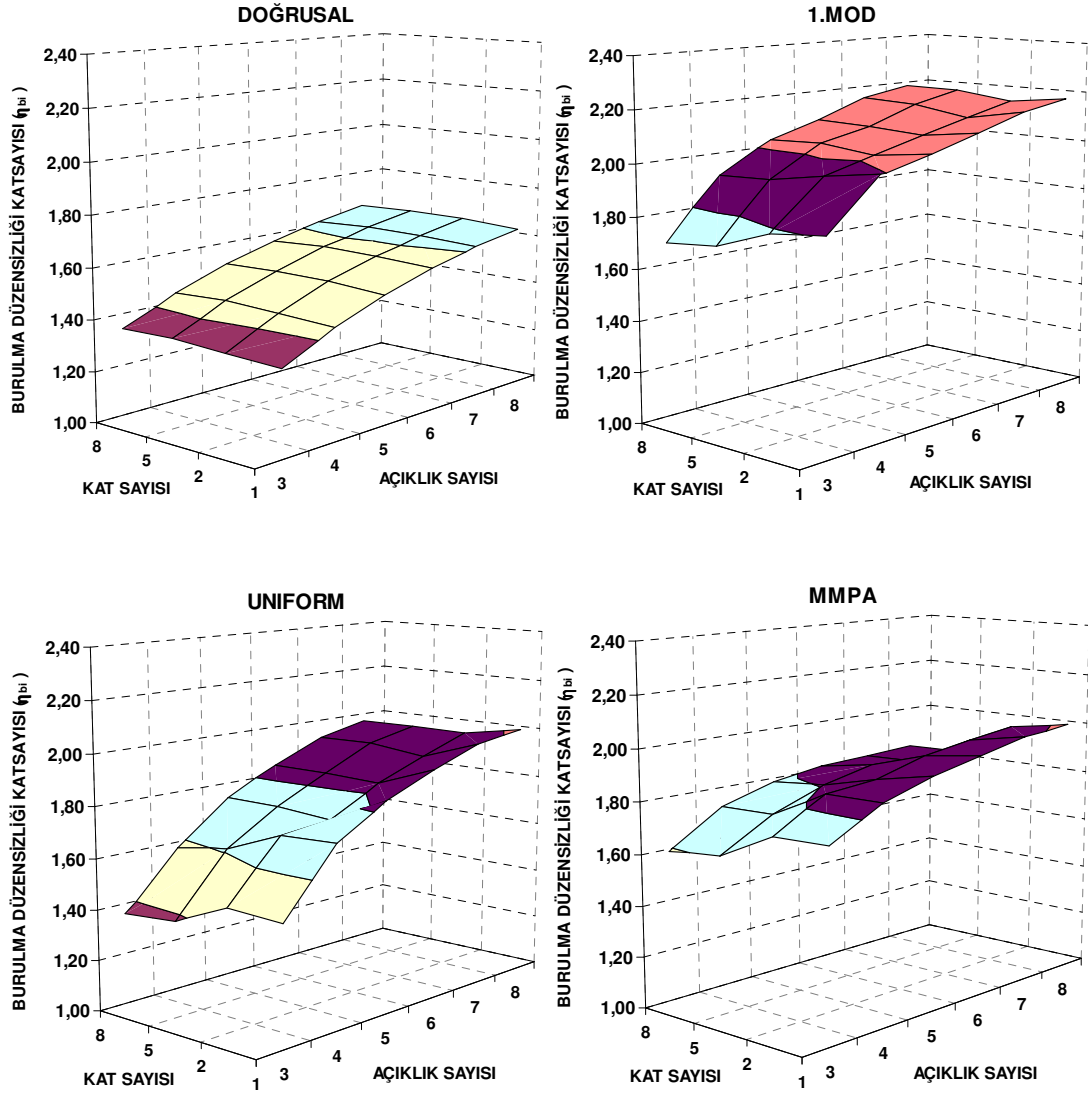
Şekil 5.46 % 5 ek dışmerkezlığe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

% 10 Ek Dışmerkezlik



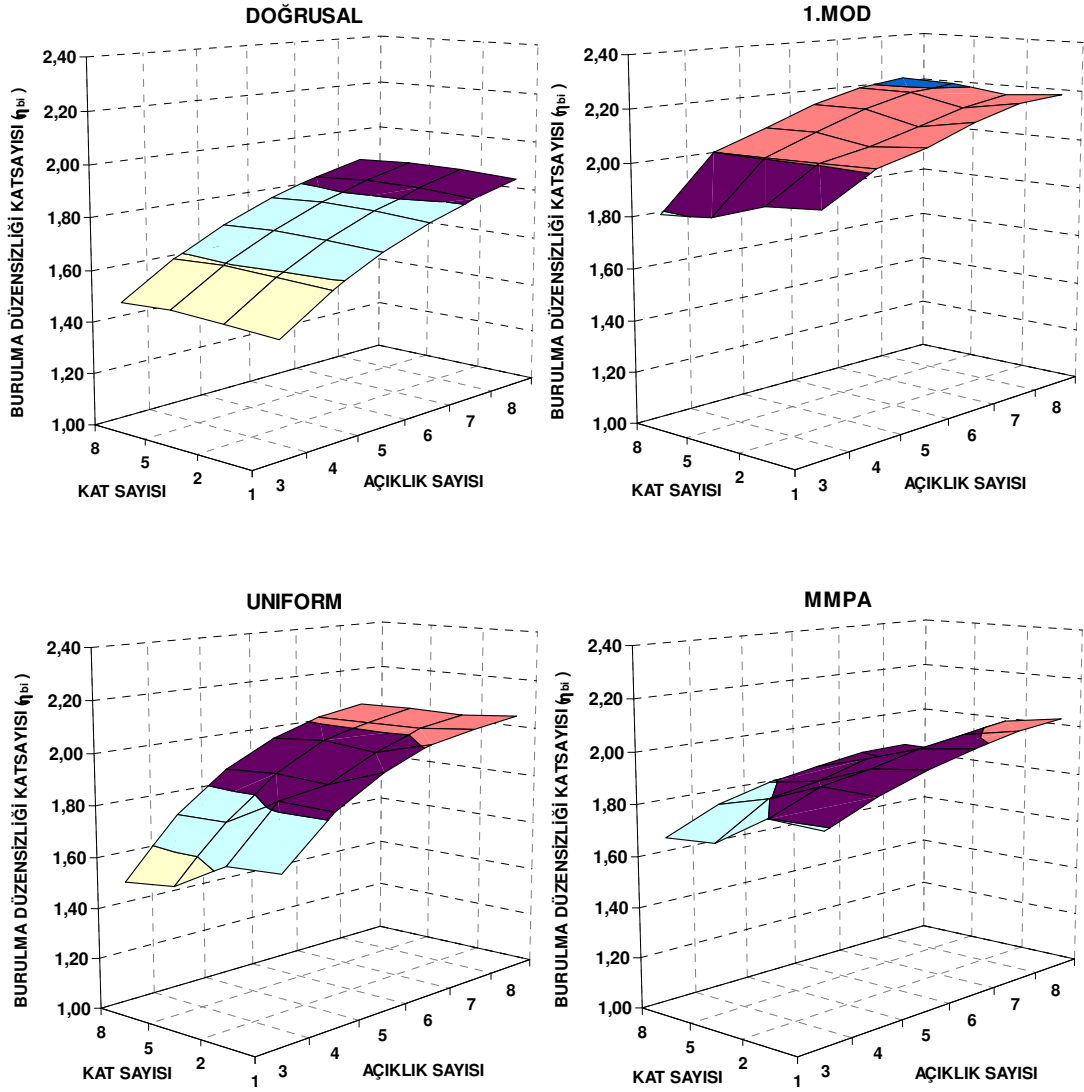
Şekil 5.47 % 10 ek dışmerkezliğe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

% 15 Ek Dışmerkezlik



Şekil 5.48 % 15 ek dışmerkezliğe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

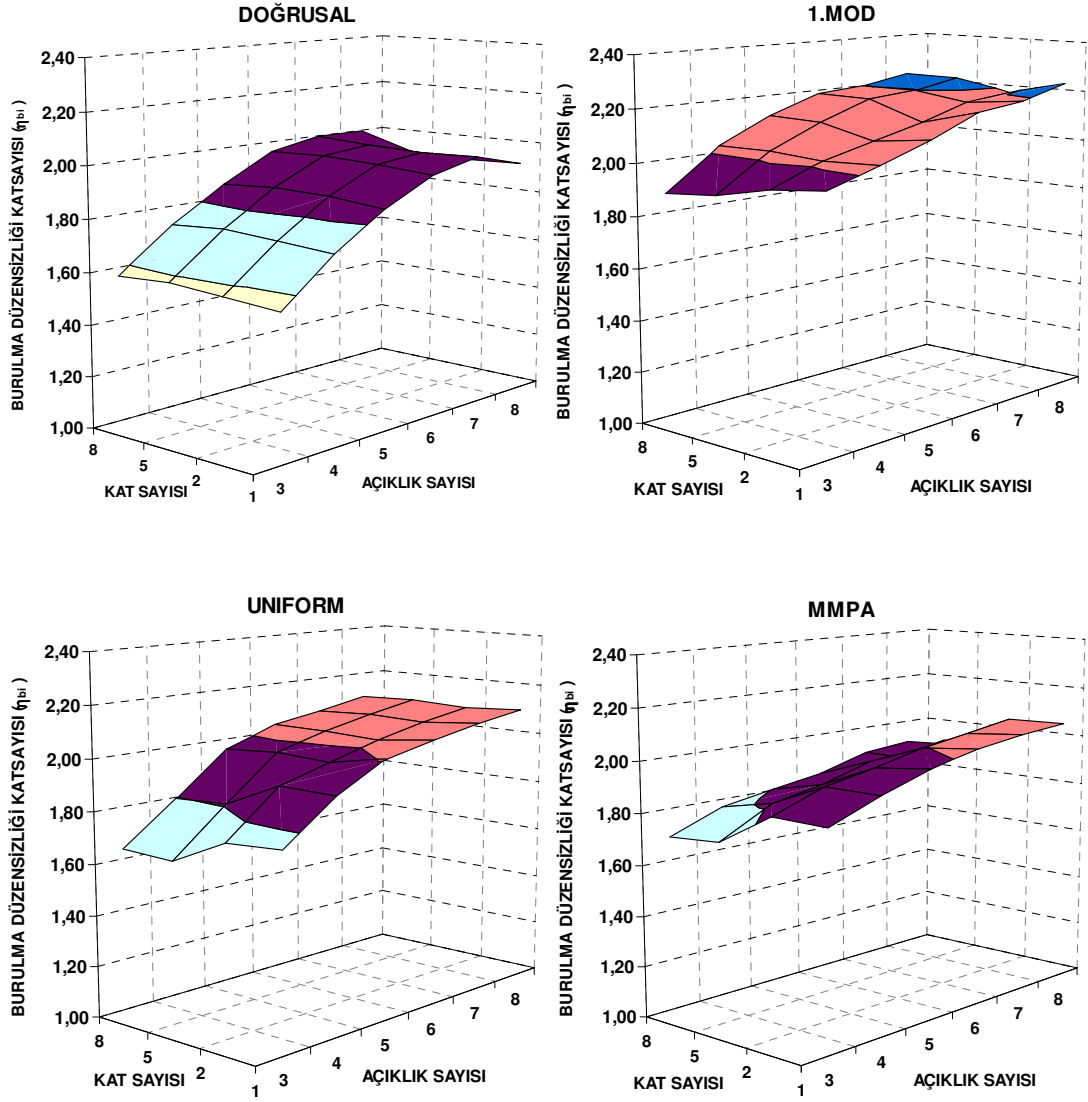
## % 20 Ek Dışmerkezlik



Şekil 5.49 % 20 ek dışmerkezliğe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

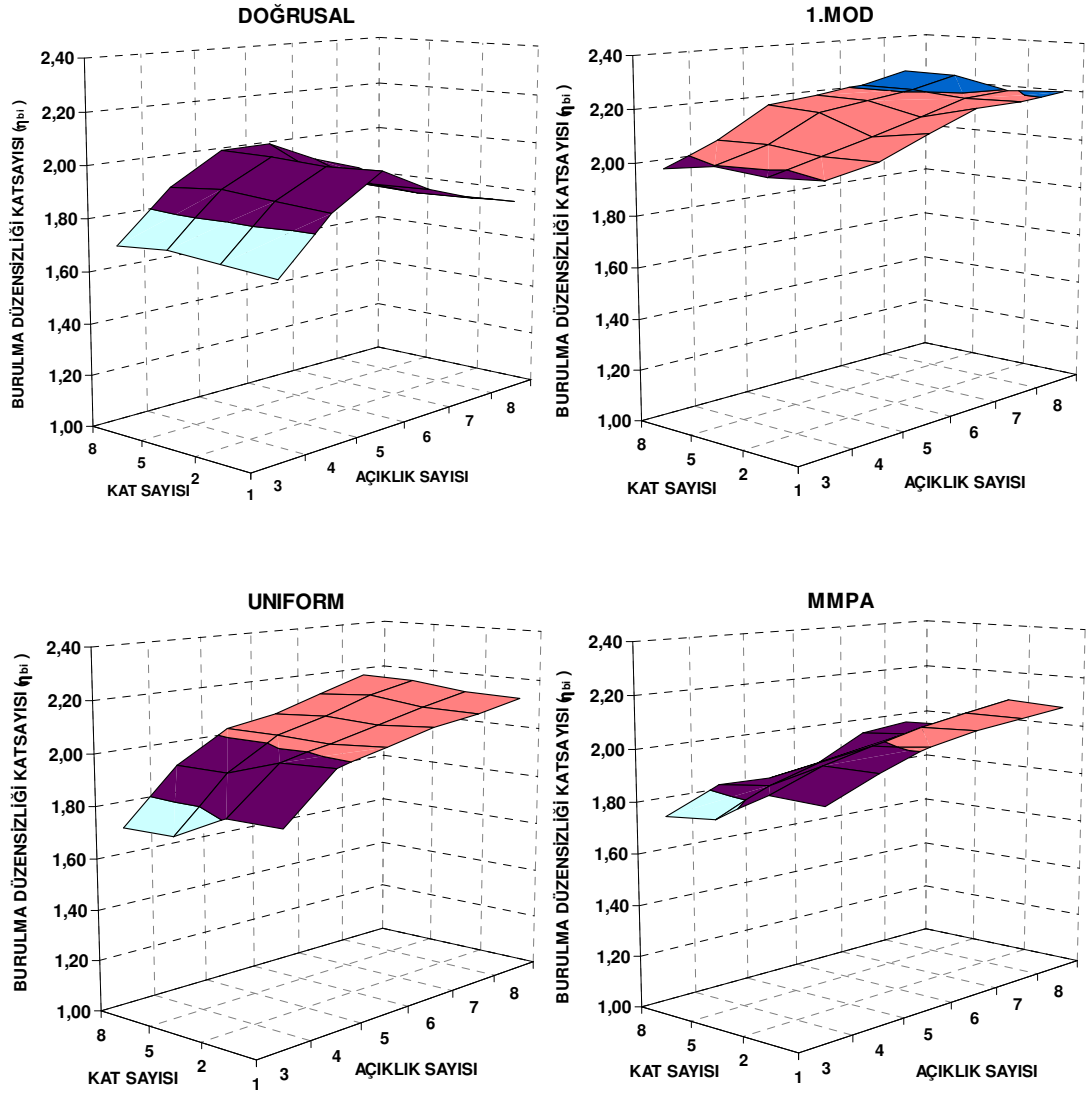


% 25 Ek Dışmerkezlik



Şekil 5.50 % 25 ek dışmerkezliğe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

## % 30 Ek Dışmerkezlilik



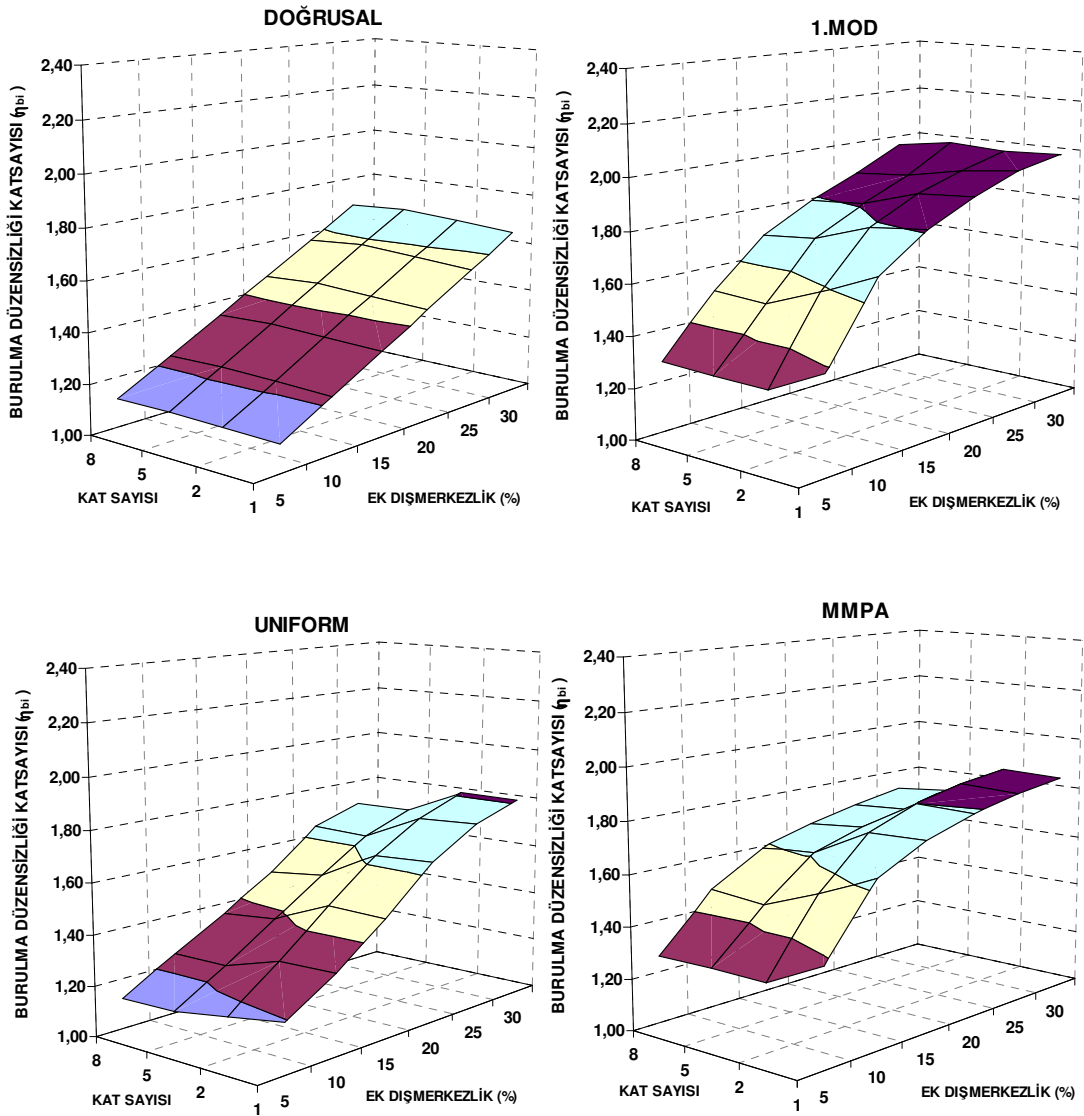
Şekil 5.51 % 30 ek dışmerkezlğe sahip binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat ve açıklık sayısına göre üç boyutlu değişimi.

### 5.2.4.8. Dokuzuncu Grup Grafikler

Dokuzuncu grup grafikler, birinci ve altıncı grup grafiklerin kombinasyonudur. Grafikler için yedinci ve sekizinci grup grafiklerde tekrarlanan sonuçlardan farklı bir husus belirtmek mümkün olmamasına rağmen başka bir varyasyon olması sebebi ile çalışma bulgularına dahil edilmiştir.

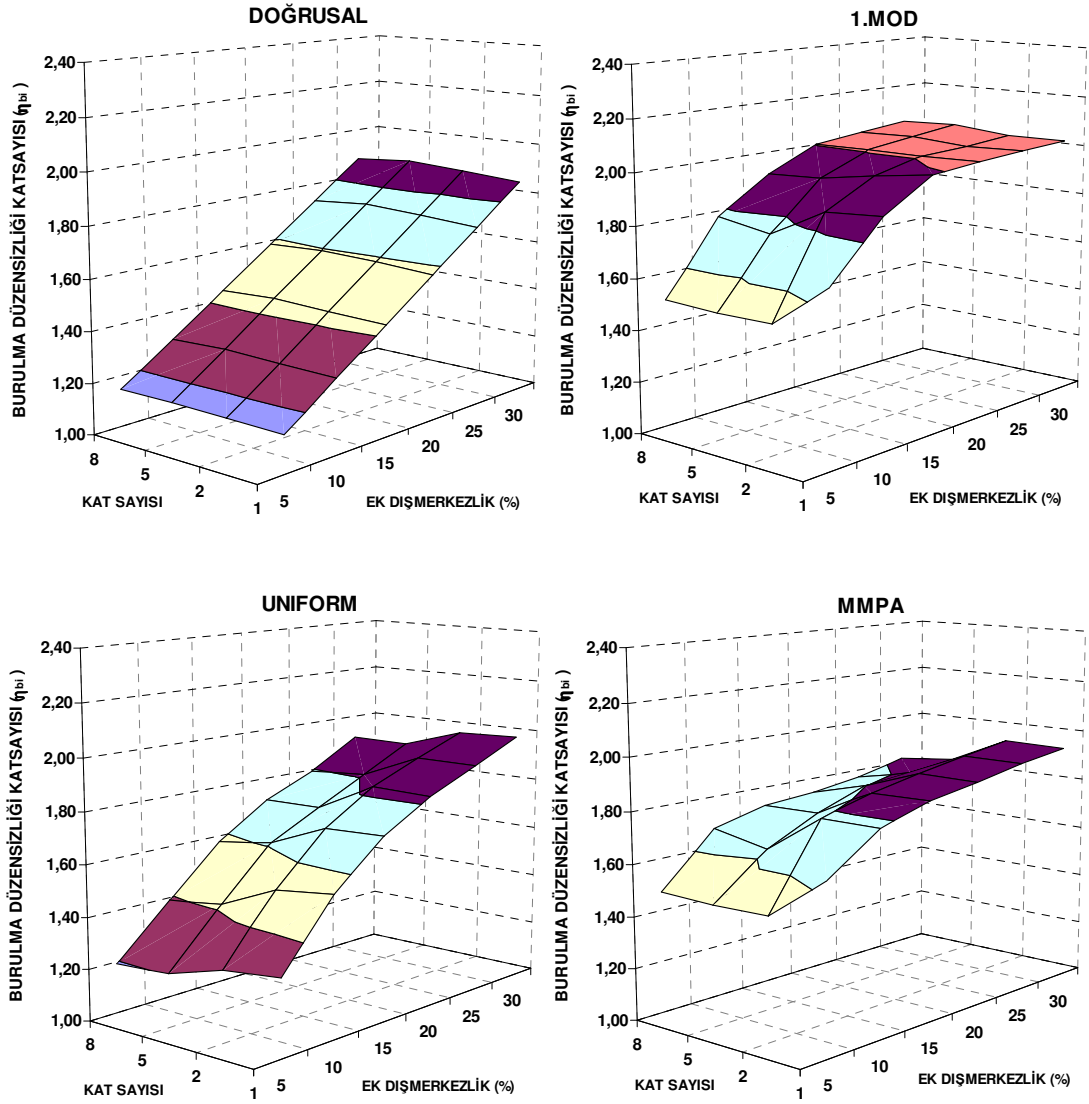
Dokuzuncu grup grafikler Şekil 5.52'den 5.57'ye kadar aşağıda verilmiştir.

#### 3 Açıklıklı Binalar



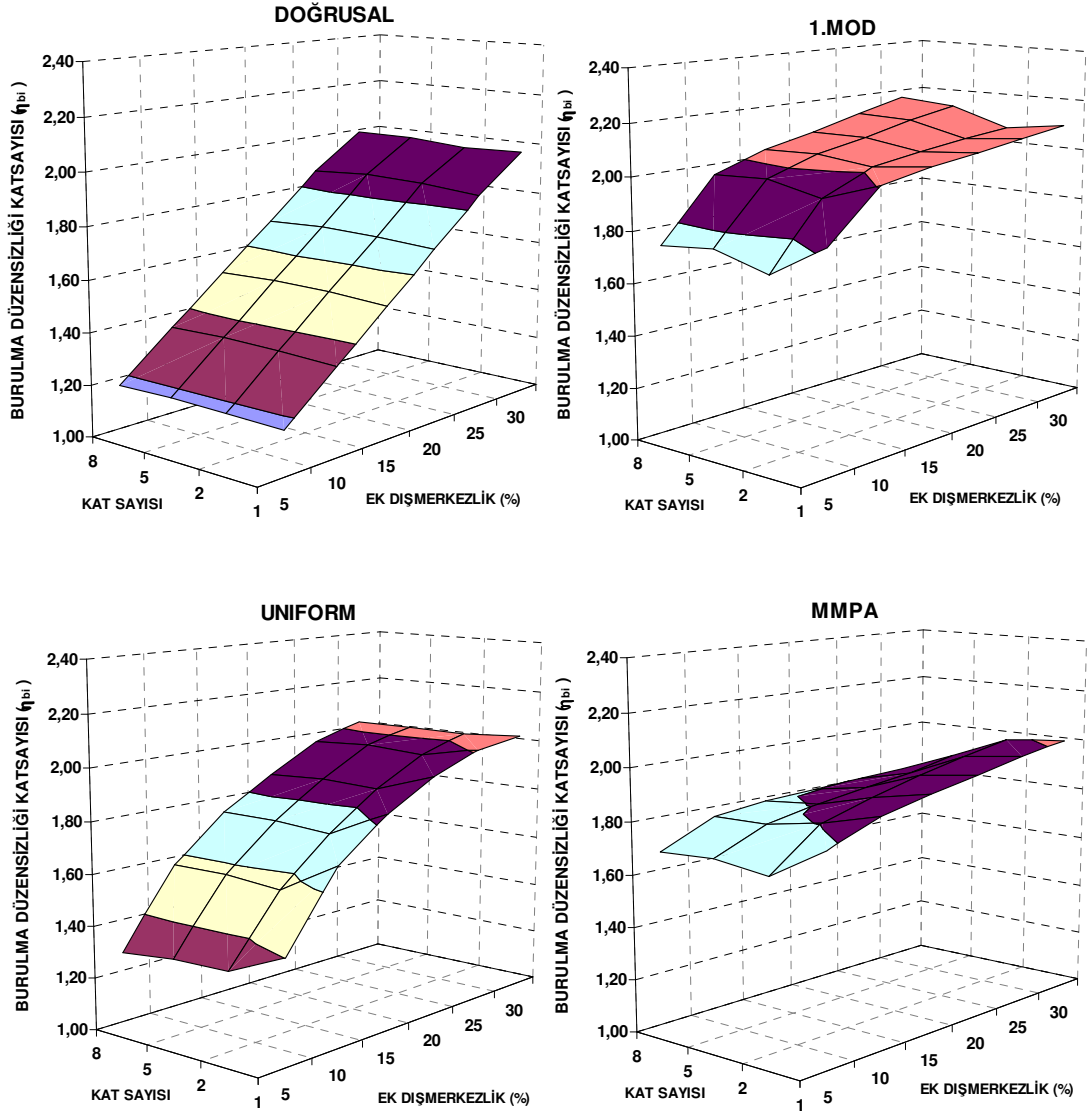
Şekil 5.52 3 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 4 Açıklıklı Binalar



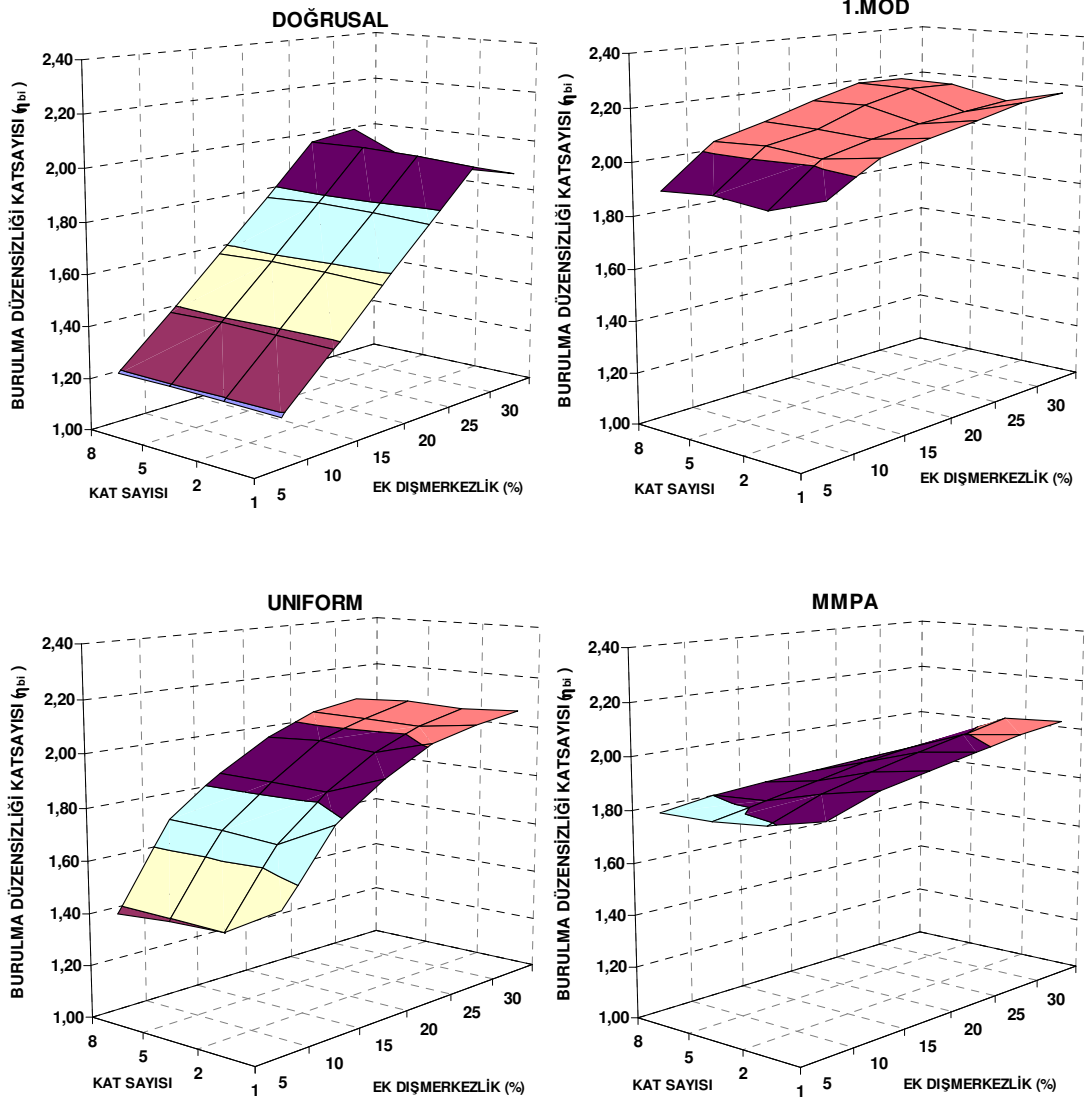
Şekil 5.53 4 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 5 Açıklıklı Binalar



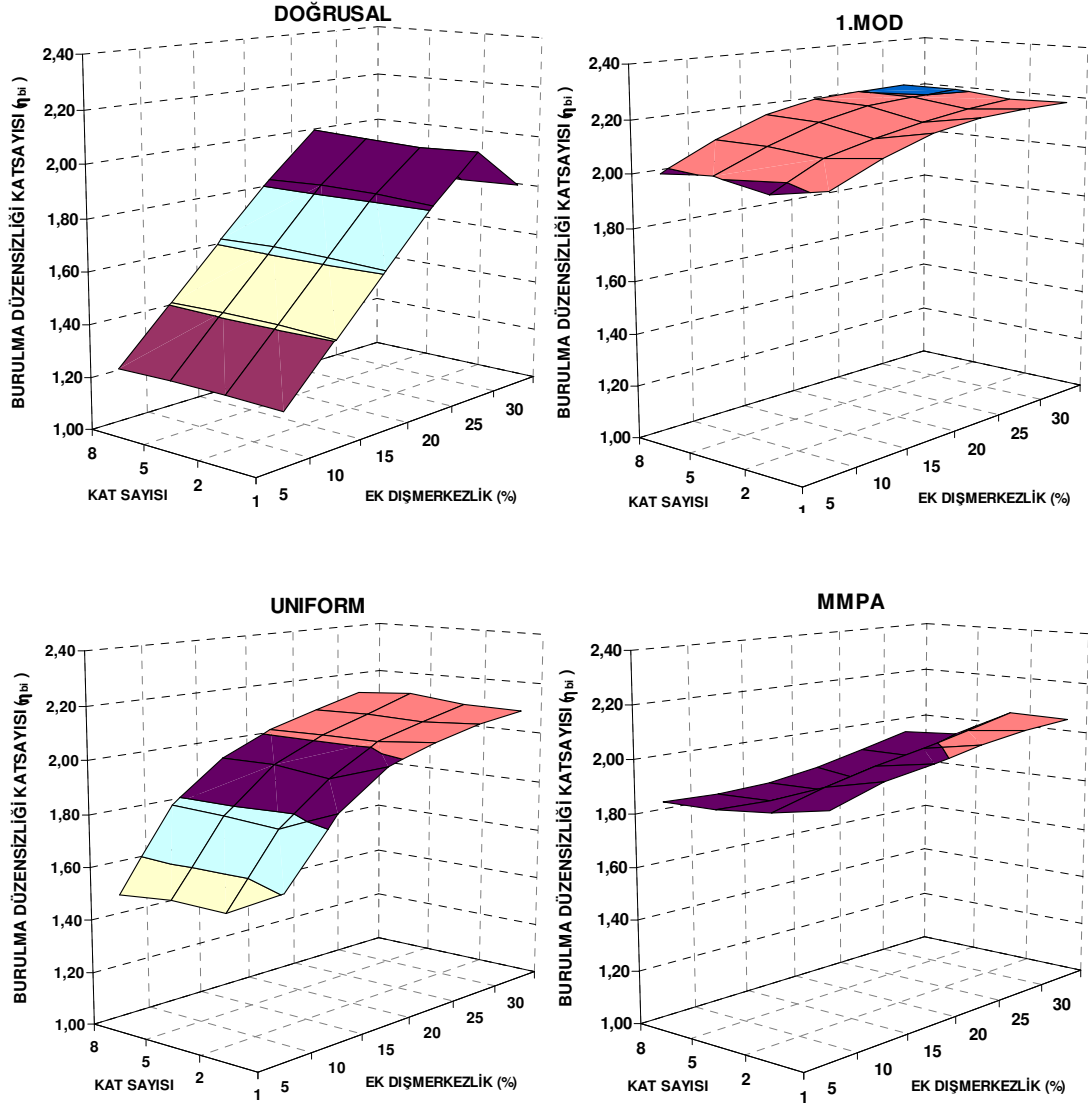
Şekil 5.54 5 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 6 Açıklıklı Binalar



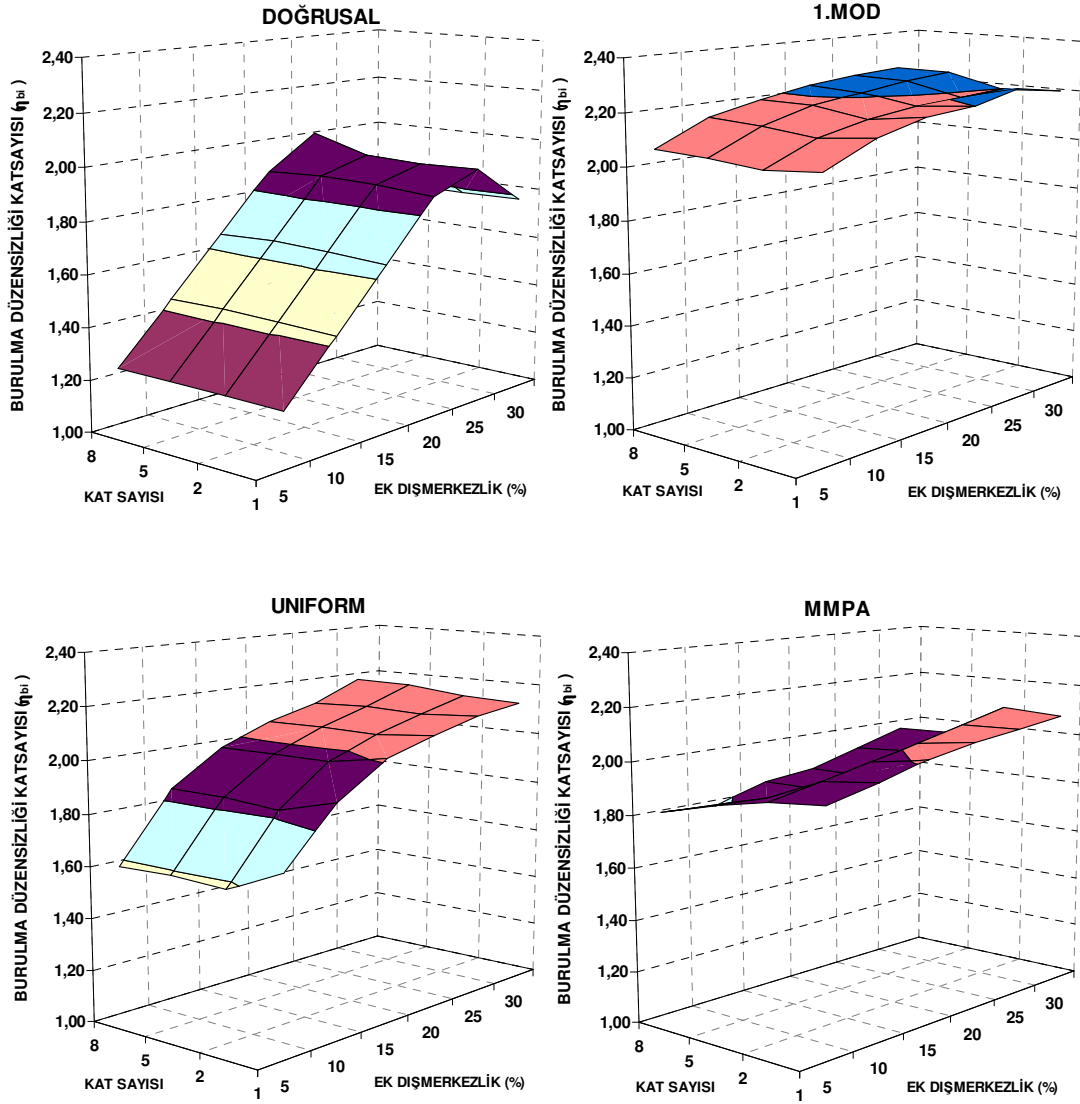
Şekil 5.55 6 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 7 Açıklıklı Binalar



Şekil 5.56 7 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.

## 8 Açıklıklı Binalar



Şekil 5.57 8 açıklıklı binalar için doğrusal ve doğrusal olmayan analizler ile elde edilmiş burulma düzensizliği katsayılarının kat sayısı ve ek dışmerkezliğe göre üç boyutlu değişimi.



## BÖLÜM 6

### SONUÇ VE ÖNERİLER

İster planda ister düşeyde olsun yapısal düzensizlikler, hasar potansiyelleri ve karmaşık doğaları gereği daima merak uyandırmış ve inceleme konusu olmuşlardır. Yapısal sistemlerde arzu edilmeyen fakat çoğu zaman da farklı gerekçelerden dolayı kaçınılmaz hale gelen düzensizliklerden biri de, bir planda düzensizlik durumu olan burulma düzensizliğidir. Geçmiş depremlerin sonuçları göstermiştir ki; burulma etkilerinin belirgin şekilde ortaya çıktığı düzensiz dayanım, rijitlik ve kütle dağılımına sahip yapı sistemleri, depreme maruz kaldıklarında ciddi şekilde zarar görmüş ve/veya yıkıma uğramışlardır. Burulma düzensizliği, plan geometrisi simetrik ve düzenli yapı sistemlerinde dahi ortaya çıkabilen varlığı sebebiyle yapıların deprem davranışının irdelenmesinde asla göz ardı edilmemesi ve dikkatle incelenmesi gereken bir problemdir.

Birçok ülkenin deprem yönetmeliği ve/veya depreme dayanıklı yapı tasarımında ön standart niteliğindeki dokümanına girmiş olan burulma düzensizliğinin tarifinde genel yaklaşım, katlararası öteleme farklarının oranlandığı bir katsayıdır. Burulma düzensizliği katsayısı ülkemiz yönetmeliğinde, “Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranı” olarak ifade edilmektedir. Yönetmelik hükümlerinde bu düzensizliğin önlenmesi ve/veya belli sınırlar içinde tutulması için farklı yaptırımlar öngörülmüştür. Bunlar arasında, bu tip düzensizliklerin belli bir sınır değeri aşması durumunda, deprem etkilerinin ve/veya burulma etkilerinin artırılmasından daha etkin hesap yönteminin kullanılmasına ve hatta bu tip yapıların tasarlanmasına izin verilmeyip yapısal sistemin değiştirilmesine kadar farklı uygulamalar mevcuttur.

Önemi vurgulamaya çalıştığımız bu yapısal düzensizlik durumunun ne mertebede olduğuna, hangi analiz yöntemi ve/veya yöntemleri ile karar vermek daha doğru bir yaklaşım olur? Doğrusal çözümler, yaptığı kabuller sebebi ile hesaplamaları önemli ölçüde kolaylaştıran genel bir yaklaşım olmasına rağmen,

depremin yapıdan talepleri bunun çok ötesindedir. İnsanoğlunun en iyiyi ve en doğruyu aramadaki hırsı ve bilim dünyasının araştırmacı ruhu neticesi yapılan çalışmalar sonunda, yapıların doğrusal olmayan davranışını belirlemek üzere daha gelişmiş yeni analiz yöntemleri ortaya konmuştur. Bu yöntemler arasında zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz bilinen en güçlü yöntem olmakla beraber zorluğu ve zaman alıcı olması sebebi ile yapı analizlerinde çokça tercih edilmemektedir. Doğrusal olmayan davranışı yansıtabilecek daha basit bir yöntem arayışı doğrusal olmayan artımsal statik itme yöntemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yöntemler yapının doğrusal olmayan davranışına ait bilgiyi kolaylıkla sağlayabildiği gibi herhangi bir uygulanabilir doğrusal yöntemden çok daha iyi sonuçlar verdiği de bilinmektedir. Bu yöntemler doğrusal olmayan dinamik analizin güçlü yanları ve doğrusal yöntemlerdeki kolaylıkları aynı anda ortaya koyabilmiştir.

Bu çalışmada, betonarme çerçeve tipi yapıların, burulma düzensizliği katsayısı doğrusal elastik dinamik analiz ve doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemleri ile hesaplanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapısal model olarak 1, 2, 5 ve 8 katlı; 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 açıklığa sahip; % 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 ek dışmerkezlilik uygulanmış toplam 168 adet bina kullanılmıştır. Binalar D.B.Y.B.H.E.2007'ye ve TS500'e göre tasarlanmıştır. Doğrusal elastik dinamik analiz için mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Doğrusal olmayan artımsal statik itme analizleri için değişmeyen yük dağılımına sahip iki adet tek modlu (birinci mod şekli ile orantılı ve uniform) ve bir adet çok modlu (MMPA) olmak üzere toplam üç yöntem kullanılmıştır. Bu dört analizden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları iki ve üç boyutlu grafikler yardımıyla karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde varılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

Çalışma kapsamında olmamasına rağmen ele alınan yapısal örneklerin birinci modlarına ait etkin kütle oranları ve periyotlarının, açıklık sayısı ve ek dışmerkezliliğe göre üç boyutlu grafikleri elde edilmiştir.

Grafikler incelendiğinde;

- Aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğin artması ile 1. moda ait etkin kütle oranlarının azaldığı,
- Ek dışmerkezliğin ara değerleri için (%15 ve %20) 1. moda ait kütle katılım oranlarının en düşük değerleri (0,57~0,59) aldığı,
- 1 ve 2 katlı binalarda etkin kütle oranı, her açıklık sayısı ve ek dışmerkezlik için 0,70'in üzerinde kalırken 5 ve 8 katlı binalarda bu değer altına düştüğü,
- Her kat grubu içinde 1. moda ait en düşük etkin kütle oranı ile en yüksek etkin kütle oranının birbirine oranının 0,73 civarı olduğu, bunun da ele alınan örneklerde açıklık sayısı ve ek dış merkezliğin değişimi ile ortaya çıkacak en büyük ve en küçük etkin kütle oranları farklılıklarının her kat grubu için aynı ve merteye olarak bu oranda olacağı anlamına geldiği yani kat sayısındaki değişimin, farklı karakteristiğe sahip bu tip binalarda elde edilebilecek 1. moda ait en büyük ve en küçük etkin kütleler arasındaki orana etkisinin olmadığı (her kat grubu içinde toplam 28 adet bina vardır),
- Periyotların üç boyutlu grafikleri incelendiğinde ise, kütle katılım oranları ile ters orantılı olacak şekilde, aynı kat sayısına sahip binalarda açıklık sayısı ve ek dışmerkezliğin artması ile periyotlarda uzamaların meydana geldiği ve kat sayısındaki artış ile bu uzamaların belirginleştiği,
- 1 ve 2 katlı binaların 1.modlarına ait periyotları yerel zemin sınıfının spektrum karakteristik periyotları (0,15-0,60) içinde kalırken diğer 5 ve 8 katlı binaların periyotlarının bu değerlerin dışında kaldığı,
- Her kat grubu içinde 1. moda ait en düşük ve en yüksek periyotlar arasındaki oranın 0,65 civarında olduğu, bunun da örnek olarak seçilen binalarda açıklık sayısı ve ek dış merkezliğin değişimi ile ortaya çıkacak en büyük ve en küçük periyot farklılıklarının her kat grubu için aynı ve merteye olarak bu oranda olacağı anlamına geldiği; yani kat sayısındaki değişimin, farklı karakteristiğe sahip bu tip binalarda elde edilebilecek en büyük ve en küçük periyotlar arasındaki orana etkisinin olmadığı gözlenen hususlar arasındadır.

Yapısal örnek olarak seçilen 168 binadan dört farklı yöntem ile 1005 adet burulma düzensizliği katsayısı elde edilmiştir. Burulma düzensizliği katsayıları incelendiğinde;

- Değerlerin 1,111 ile 2,25 arasında değiştiği,
- En küçük değer doğrusal elastik dinamik analiz yöntemi ile 3A1K05E binasında ortaya çıktığı,
- En büyük değer 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı itme analiz yöntemi ile 8A8K30E binasında ortaya çıktı,
- Farklı yöntemler ile elde edilen en büyük ve en küçük değerlerin yine farklı kat sayısına sahip binalarda ortaya çıktığı, ancak açıklık sayısı açısından değerlendirildiğinde genel yaklaşımın en büyük açıklık (8) için en büyük, en küçük açıklık (3) en küçük burulma düzensizliği katsayısı olduğu gözlenmiştir.

Analizler sonucu elde edilen burulma düzensizliği katsayılarını değerlendirmek adına 156 adet iki boyutlu ve 64 adet üç boyutlu olmak üzere toplam 220 adet grafik 9 grup halinde elde edilmiştir. Grafikler incelendiğinde;

- Birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımının her kat grubu, tüm açıklık ve ek dışmerkezlik durumları için en büyük değerleri verdiği,
- İtme analiz yöntemlerinde, tüm kat grupları için ek dışmerkezliğin artması ile burulma düzensizliği katsayısının arttığı ancak 6 açıklıklı binalardan başlayarak, artan açıklık sayısı ile yüksek ek dışmerkezlik durumlarında doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayılarında düşüş gözlenirken itme analiz yöntemlerinde böyle bir durumu gözlenmediği aksine artışın küçük mertebelerde de olsa devam ettiği,
- Düşük ek dışmerkezlik durumlarında (%5-10), açıklık sayısı arttıkça, statik itme yöntemleri ile ve doğrusal yöntemden elde edilen değerler arasındaki farkın arttığı,

- 1 ve 2 katlı binalarda, ek dışmerkezlilik arttıkça itme analiz yöntemleriyle elde edilen burulma düzensizliği katsayılarının birbirine yaklaştığı,
- Doğrusal yöntemle itme analizlerinden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki en küçük farkların genelde % 25 ek dışmerkezlilik durumunda en büyük farkların ise % 5 ek dışmerkezlilik durumunda gerçekleştiği,
- Tüm durumlar için, doğrusal yöntemle elde edilen burulma düzensizliği katsayıları ile en büyük farkın birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımından elde edilen değerler arasında oluştuğu,
- Açıklık sayısının düşük değerleri için (3 ve 4) , yöntemlerden elde edilen değerler arasındaki en yüksek fark sırasıyla % 15 ve 10 ek dışmerkezlilik durumlarında ortaya çıkarken, artan açıklık sayısı ile en yüksek farkların oluştuğu durum en düşük dışmerkezlilik durumuna doğru kaydığı ve % 5'te oluştuğu,
- Tüm açıklıklarda (3 hariç) yüksek dış merkezlik durumları için (%25 ve/veya %30) MMPA yönteminin, burulma düzensizliği katsayılarını doğrusal yöntemle elde edilen değerlerden düşük hesaplama eğiliminde olduğu,
- Aynı açıklık ve ek dışmerkezlilikli farklı kat sayısına sahip binaların burulma düzensizliği katsayılarında belirgin bir farklılık oluşmadığı, hatta doğrusal yöntemle elde edilen değerlere ait grafikler incelendiğinde 8 katlı binaların yüksek açıklığa sahip olanları (6,7 ve 8 olmak üzere toplam üç bina) hariç tüm kat grupları için değerlerin aynı olduğu ve kat sayısından bağımsız hareket ettiği
- Genel olarak, statik itme yöntemleri ile doğrusal yöntem arasındaki en büyük farklılıkların % 5, en küçük farklılıkların ise % 25 ek dış merkezlik durumunda gerçekleştiği gözlenmiştir.

Dördüncü grup grafikler (fark grafikleri) incelendiğinde doğrusal yöntemle statik itme yöntemleri arasındaki en büyük farklılıkların % 5, 10 ve 15 ek dış merkezlik durumlarında, en küçük farklılıkların ise % 20, 25 ve 30 ek dış merkezlik

durumlarında gerçekleştiği belirgin şekilde görülmektedir. Bu durumun yazara göre iki sebebi olabilir:

1. Yapılan araştırmalar statik itme yöntemlerinin (özellikle tek modlu ve sabit yük dağılımına sahip olanlar ki tez kapsamında da bunlar tercih edilmiştir) yüksek mod etkisinin hakim olduğu durumları iyi yansıtamadığını ortaya koymuştur. Bu altı ek dışmerkezlik durumundan ilk üçünde (% 5, 10, 15) burulma etkilerinin dolayısı ile yüksek mod etkisinin nispeten daha düşük olduğu bu tip düzenli binalarda yöntemlerin deprem taleplerini yansıtmada doğrusal yöntemlere göre daha etkin olması ancak ek dış merkezliğin dolayısı ile burulma etkilerinin nispeten belirgin şekilde ortaya çıktığı ve yüksek mod etkilerinin hakim olduğu durumlarda ise yetersiz kalmaları sebebi ile mevcut durumu yansıtamadıkları ve doğrusal yöntemlerle aynı kaderi paylaştıkları (durum yüksek mod etkisini yansıtmamasını umduğumuz MMPA yöntemi için de aynıdır ve aşağıda verilen diğer varsayım bu sebepten ortaya çıkmaktadır)

ya da;

2. Burulma düzensizliğinin fazla olduğu durumlarda doğrusal yöntemle elde edilen deprem taleplerinin mucizevi bir şekilde gerçek değerlere çok yakın olduğu tahminidir.

Bu iki varsayımdan ilki akla ve mantığa daha yatkındır. Ancak durumu açıklığa kavuşturmak adına araştırmaların genişletilmesi ve bilinen en doğru yöntem veya yöntemlerin çalışma kapsamına dahil edilmesi gereklidir.

Kat sayısına bağlı kalmadan açıklık sayısının fazla olduğu düşük ek dışmerkezlik durumlarında doğrusal yöntemle ve itme analizlerinden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasında % 70'e varan farklar olduğu gözlenmiştir. D.B.Y.B.H.E.2007 madde 2.7.3.1 ve 2.8.2.1'ye göre, deprem hesaplarında ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile deprem yükleri, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun  $\pm$  %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara uygulanacaktır. Bu durumda plan geometrisi simetrik, kütle ve rijitlik dağılımı düzgün bir binada dahi hesaba  $\pm$  %5 ek dışmerkezlik durumu ile başlanması gerekmektedir.

Tez kapsamında incelenen binalarda % 5 ek dışmerkezlik durumu için doğrusal yöntem ve doğrusal olmayan itme analiz yöntemlerinden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları aşağıda Tablo 6.1’de özetlenmiştir.

Tablo 6.1 % 5 Ek dışmerkezliğe sahip binalara ait burulma düzensizliği katsayıları

| Bina Adı | 1. Moda ait kütle katılım oranı | Burulma Düzensizliği Katsayıları |  |         |       |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|--|---------|-------|
|          |                                 | Doğrusal                         | Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri |         |       |
|          |                                 |                                  | 1.Mod  | Uniform | MMPA  |
| 3A1K05E  | 0,97                            | 1,111                            | 1,381  | 1,194   | 1,376 |
| 3A2K05E  | 0,88                            | 1,114                            | 1,270  | 1,161   | 1,265 |
| 3A5K05E  | 0,77                            | 1,116                            | 1,269  | 1,123   | 1,263 |
| 3A8K05E  | 0,75                            | 1,113                            | 1,278  | 1,119   | 1,263 |
| 4A1K05E  | 0,94                            | 1,144                            | 1,666  | 1,296   | 1,642 |
| 4A2K05E  | 0,86                            | 1,146                            | 1,491  | 1,273   | 1,471 |
| 4A5K05E  | 0,74                            | 1,149                            | 1,487  | 1,204   | 1,464 |
| 4A8K05E  | 0,74                            | 1,146                            | 1,493  | 1,193   | 1,472 |
| 5A1K05E  | 0,92                            | 1,169                            | 1,826  | 1,401   | 1,785 |
| 5A2K05E  | 0,83                            | 1,173                            | 1,690  | 1,301   | 1,654 |
| 5A5K05E  | 0,72                            | 1,174                            | 1,747  | 1,296   | 1,677 |
| 5A8K05E  | 0,72                            | 1,171                            | 1,725  | 1,272   | 1,667 |
| 6A1K05E  | 0,89                            | 1,188                            | 1,937  | 1,526   | 1,845 |
| 6A2K05E  | 0,81                            | 1,192                            | 1,869  | 1,400   | 1,792 |
| 6A5K05E  | 0,70                            | 1,193                            | 1,892  | 1,389   | 1,771 |
| 6A8K05E  | 0,69                            | 1,190                            | 1,876  | 1,373   | 1,770 |
| 7A1K05E  | 0,86                            | 1,203                            | 2,013  | 1,606   | 1,894 |
| 7A2K05E  | 0,78                            | 1,207                            | 1,969  | 1,492   | 1,852 |
| 7A5K05E  | 0,67                            | 1,208                            | 2,006  | 1,496   | 1,830 |
| 7A8K05E  | 0,67                            | 1,205                            | 1,986  | 1,473   | 1,825 |
| 8A1K05E  | 0,84                            | 1,215                            | 2,050  | 1,679   | 1,918 |
| 8A2K05E  | 0,76                            | 1,218                            | 2,031  | 1,575   | 1,894 |
| 8A5K05E  | 0,65                            | 1,219                            | 2,045  | 1,584   | 1,852 |
| 8A8K05E  | 0,65                            | 1,217                            | 2,048  | 1,577   | 1,792 |

Tablo incelenecek olursa 5 açıklıklı binalardan itibaren 1. mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemi ile doğrusal yöntemden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasında belirgin farklılıkların olduğu görülmektedir. Doğrusal yöntemle elde edilmiş burulma düzensizliği katsayıları 7 açıklıklı binalara kadar 1,2’nin altındadır. Şu haliyle Deprem Yönetmeliğimize ve tez kapsamında incelenen diğer yönetmelik/ön

standartlara göre burulma düzensizliğinden bahsedemeyiz. 7 ve 8 açıklıklı binalarda ise aşırı burulma düzensizliği söz konusu değildir. Diğer taraftan birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı doğrusal olmayan statik itme analizlerinden elde edilen değerler incelendiğinde burulma düzensizliği katsayılarının bu yönetmeliklere göre aşırı burulma düzensizliği durumunu işaret ettiğini görmekteyiz.

Deprem Yönetmeliğimizde Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının  $\eta_{bi} < 1.4$  koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0,70 olması zorunludur. Tez kapsamında ele alınan ve yukarıda özetlenen % 5 ek dışmerkezlikli binaların (7 ve 8 açıklıklı binaların 5 ve 8 katlıları hariç) birinci moda ait etkin kütle oranları 0,70'den büyük, doğrusal yonteme göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları 1,4'den küçük ve en yükseği 8 katlıdır. Bu tip binalarda birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımının kullanıldığı doğrusal olmayan statik itme analiz yönteminin hem yönetmeliğimiz hem de diğer standartlarda önerilen bir yöntem olduğu, yönetmeliklerde deprem hesabına düşük ek dışmerkezlik (% 5) ile başlanmasının genel bir yaklaşım olduğu ayrıca bu yöntemlerin doğrusal yöntemlere göre çok daha iyi sonuçlar verdiği yayınlanmış, kabul görmüş bir çok çalışma ile ortaya konduğu gözönüne alınacak olursa ne denli yanıltıcı bir durumla karşı karşıya kalındığı aşıkardır.

D.B.Y.B.H.E.2007 2.6'da eşdeğer deprem yüğü yönteminin uygulanabileceği sınırlar çizilmiştir. 1 ve 2. derece deprem bölgelerindeki sınırlamalar, bina yüksekliği ve burulma düzensizliği katsayısının alacağı değerlere göre belirlenmiştir. Yöntemin kullanılabilmesi için bu tip binalarda  $\eta_{bi} < 2,0$  olmalıdır. Ayrıca 2.7.3.3'e göre, binanın herhangi bir i'inci katında burulma düzensizliğin bulunması durumunda,  $1,2 < \eta_{bi} \leq 2,0$  olmak koşulu ile uygulanan  $\pm$  % 5 ek dışmerkezliğin, her iki deprem doğrultusu için (2.4) bağıntısında verilen  $D_i$  katsayısı ile çarpılarak büyütülmesi



gerekmektedir. Eşdeğer deprem yükü (E.D.Y.) yöntemi kullanılarak yapılan bir deprem hesabında, burulma düzensizliği katsayısının sınır değer olan 2,0'a yakın çıkması durumunda  $D_i$  katsayısı kullanılarak elde edilen yeni ek dışmerkezlilik değerleri yaklaşık  $\pm \% 14$ 'e kadar çıkacaktır. Yönetmeliğimiz, deprem hesabı E.D.Y. yöntemi kullanılarak yapılmış ve burulma düzensizliği fazla olan bir yapıyı, ek dışmerkezliği artırmak suretiyle burulma etkilerini daha da artırmaya ve/veya dinamik analize istemeye çalışmaktadır. Ancak, tez kapsamında incelenen binaların doğrusal çözümlerinden elde edilen sonuçlar göstermiştir ki yüksek açıklığa (6,7,8) sahip binalarda, artan ek dışmerkezlilik ( $\% 25$  ve  $\% 30$ ) ile burulma düzensizliği katsayıları düşmüştür (Şekil 5.15, 5.16, 5.17, 5.24, 5.25, 5.26, 5.27, 5.32). Bu husus tez kapsamında ele alınan tüm kat grupları için geçerlidir. Diğer taraftan doğrusal olmayan artımsal statik itme analizlerinde böyle bir düşüş gözlenmemiştir. Azalan bir eğimle artış devam etmiştir. Kaldı ki yapılan bir çok çalışmada, doğrusal elastik dinamik analiz ile yapılan deprem hesaplamalarında bulunan burulma düzensizliği katsayıları eşdeğer deprem yükü ile hesaplanarlardan ortalama  $\% 20$  daha küçük çıkmıştır (Özmen ve ark., 1996; Özmen ve ark., 1998; Gülay ve Çalım, 2003; Dimova ve Alashki, 2003; Özmen, 2004). Sonuç olarak şunu söyleyebiliriz: Doğrusal yöntemle analiz edilmiş yüksek burulma düzensizliğine sahip bir binada ek dışmerkezliği artırmak burulma etkilerini artırmayabilir.

D.B.Y.B.H.E.2007'de burulma düzensizliğinin 2,0'dan büyük olması durumu için yaptırım niteliği tartışılan bir hüküm olan dinamik hesap zorunluluğu getirilmiştir. Bunun ötesinde aşırı burulma düzensizliğinin sınırlandırılması ile ilgili herhangi bir hüküm bulunmamaktadır. Diğer taraftan birçok dünya yönetmeliğinde bu düzensizlik durumuna izin verilmezken bir kısmında da burulma düzensizliğinin hesaplanmasında görelî kat yerdeğiştirmeleri yerine mutlak yerdeğiştirmeler kullanılmakta ve burulma etkilerinin artırılmasına belli bir sınır değer getirilmektedir.

Yukarıda, betonarme çerçeve tipi yapılarda, doğrusal elastik dinamik analiz ve tez kapsamında ele alınan doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinden elde edilen burulma düzensizliği katsayıları arasındaki fark ortaya konmuştur. Bu

farklılıkların açıklık sayısı fazla ve düşük ek dışmerkezlikli yapılarda çok daha belirgin olması ve ele alınan doğrusal olmayan statik itme analiz yöntemlerinin de bu tip yapılarda doğrusal yöntemle göre daha iyi sonuçlar verdiği gözönüne alınırsa doğrusal yöntemlerin burulma etkilerini yansıtmada yetersiz kaldığı söylenebilir. Ancak yine de tez kapsamında yapılan çalışma bir adım öteye taşınarak analiz yöntemleri içinde bilinen en güçlü ve sağlıklı yöntem olan zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz de eklenerek araştırmaların genişletilmesi gereklidir. Bu sayede hem itme analizleri ile elde edilen sonuçların da geçerliliği ortaya konmuş olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Atımtay E., (2000). *Açıklamalar ve örneklerle afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (betonarme yapılar) Cilt I-II* (2. Baskı). Ankara: Bizim Büro Basımevi
- Barros R.C., Almedia R., (2005). Pushover analysis of asymmetric three-dimensional building frames. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol XI, No 1, 3-12.
- Barros R.C., Anagnostopoulos S.A., (2008). An overview of pushover procedures for the analysis of buildings susceptible to torsional behavior. *The 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, China.
- Bozdağ Ö. ve Düzgün M., (2010). Mevcut Prefabrike Bir Binanın Deprem Performansının Artımsal İtme Analizi Yöntemleri İle Belirlenmesi. *Beton Prefabrike*, 93, 5-13.
- Bozdağ Ö., (2009). *Binaların deprem performansının belirlenmesi için yönlü modal birleştirme ve enerji esaslı yer değiştirmeye dayalı bir artımsal itme analiz yöntemi*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Building Code of Pakistan, (2007). Seismic Provision.
- Chopra A.K. ve Goel R.K., (2003). A modal pushover analysis procedure to estimate seismic demands for buildings: summary and evaluation. *Fifth National Conference on Earthquake Engineering*, İstanbul-Türkiye 26-30 Mayıs 2003.
- Chopra A.K. ve Goel R.K., (2004). A modal pushover analysis procedure to estimate seismic demands for unsymmetric-plan buildings. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 33,903-927.

- Chopra A.K., Goel R.K., Chintanapakdee C., (2004). Evaluation of a Modified MPA Procedure Assuming Higher Modes as Elastic to Estimate Seismic Demands. *Earthquake Spectra*, Vol. 20, Issue 3, 757-778
- D'ambrisi A., De Stefano M., Tanganelli M., (2009). Use of pushover analysis for predicting seismic response of irregular buldings: a case study. *Journal of Eartquake Engineering*, 13, 1089-1100.
- Demir A. ve Dönmez D. (2010). Çok katlı yapılarda burulma düzensizliğine etki eden faktörler. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4.1, 31 – 36.
- Demir A., Demir D.D., Erdem R.T. ve Bağcı M. (2010). Torsional irregularity effects of local site classes in multiple storey structures. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, Vol 4, No 1, 37-41.
- Dimova S.L. ve Alashki I. (2003). Seismic design of symmetric structures for accidental torsion. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1, 303–320.
- Erduran, E. (2008) Assessment of current nonlinear static procedures on the estimation of torsional effects in low-rise frame buildings. *Engineering Structures*, 30,2548-2558.
- Eurocode 8, (2003). Design of structures for earthquake resistance Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. *European Committee for Standardization*, prEN 1998-1:2003 E, Brussels.
- Fajfar P, Marusic D. ve Perus I. (2005). Torsional effects in the pushover-based seismic analysis of buildings. *Journal of Eartquake Engineering*, Vol.9, No.6, 831-854.

- FEMA – Federal Emergency Management Agency (2000). Pre-standart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of buildings (FEMA-356), Washington, DC
- FEMA- Federal Emergency Management Agency (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures (FEMA440). *Applied Technology Council (ATC-55 Project)* Washington, DC.
- Ferracuti B., Savoia M., Francia R., (2006). Conventional and adaptive pushover procedures against dynamic analysis. <http://www.lamc.ing.unibo.it/gimc2006/> .
- Fujii K., NAKANO Y., SANADA Y. (2004). Simplified nonlinear analysis procedure for asymmetric buildings. *13<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, Paper No. 149 Vancouver, B.C., Canada.
- Goel R.K. ve Chopra A.K. (2004). Evaluation of modal and FEMA pushover analysis: Sac buildings. *Earthquake Spectra*, Vol.20, No.1, 225-254.
- Gülay F. G., Çalım G., (2003). A comparative study of torsionally unbalanced multi-storey structures under seismic loading. *Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences*, 27, 11 - 19.
- Iraqı Building Code Requirements For Reinforced Concrete, (1997). *Building Research Center Scientific Research Council*, Baghdad, Iraq
- Kalkan E., ve Kunnath S.K., (2007). Assessment of current nonlinear static procedures for seismic evaluation of buildings. *Engineering Structures*, 29, 305–316.
- Korkmaz K.A. ve Düzgün M. (2006). Statik artımsal itme analizinde kullanılan yük dağılımlarının değerlendirilmesi. *İMO Teknik Dergi*, 3873 -3878, Yazı 255.

- Lignos D.G. ve Gantes C.J. (2005). Modal pushover analysis as a tool for evaluation and design of irregular frames. *Third MIT Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics*, 336-339.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R. (1988). Observed Stress-Strain Behavior of Confined Concrete, *Journal of Structural Division (ASCE)*, 114(8), 1827-1849.
- Moghadam A.S., Hajirasouliha I., (2006). An investigation on the accuracy of pushover analysis for estimating the seismic deformation of braced steel frames. *Journal of Constructional Steel Research*, 62, 343–351.
- Moghadam A.S. ve Tso W.K. (1996). Damage assessment of eccentric multistorey buildings using 3-D pushover analysis. *Eleventh World Conference on Earthquake Engineering*, Paper No.997.
- Moghadam A.S. ve Tso W.K. (1998). Pushover procedure for seismic analysis of buildings. *Structural Analysis and CAD*, 337-344.
- Moghadam A.S. ve Tso W.K. (2000). 3-D Pushover analysis for damage assessment of buildings. *Japanese Society for Engineering Education*, Vol.2, No.3, 23-31.
- Mwafy A.M., Elnashai A.S., (2001). Static pushover versus dynamic collapse analysis of RC buildings. *Engineering Structures*, 23, 407–424.
- National Building Code of India 2005. *Bureau of Indian Standards*, New Delhi, India
- National Earthquake Hazards Reduction Program, (2009). Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures (FEMA P-750). *Building Seismic Safety Council*, Washington, DC.
- New Zealand Building Code Handbook, (2007). *Department of Building and Housing*

- Özer E., (2009). 2008-2009 Bahar Yarıyılı Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları. 15.12.2009, [http://www.ins.itu.edu.tr/eozer/index\\_tr6.htm](http://www.ins.itu.edu.tr/eozer/index_tr6.htm).
- Özmen G., Pala S., Gülay G., Orakdöğen E., (1996). Investigations of Mass and Soft-Story Irregularities in Multistory Structures, *European Workshop on the Seismic Behaviour of Asymmetric and Set-Back Structures*, Capri, İtalya
- Özmen G., Pala S., Gülay G., Orakdöğen E., (1998). Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi, *Türkiye Deprem Vakfı*, Teknik Rapor No: TDV/TR 017-28
- Özmen G., (2002). Torsional irregularity in symmetric structures, *Third European Workshop on The Seismic Behaviour of Irregular and Complex Structures*, Floransa, 17-18 Eylül 2002.
- Özmen G., (2004). Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği. *İMO Teknik Dergi*, 3131-3144, Yazı 210.
- Papanikolaou V.K. ve Elnashai A.S., (2005) Evaluation of conventional and adaptive pushover analysis I: Methodology. *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 9, No.6, 923-941.
- Papanikolaou V.K., Elnashai A.S., Pareja J.F., (2006) Evaluation of conventional and adaptive pushover analysis II: Comparative results. *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.10, No 1, 127-151.
- Penelis Gr.G. ve Kappos A.J., (2002). 3D Pushover analysis: The issue of torsion. *12<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering*, Paper Reference 015.
- Poulay T., Priestley M.J.N, (1992). *Seismic Design of reinforced concrete and masonry buildings*. Amerika Birleşik Devletleri: John Wiley And Sons, Inc.

Poursha M., Khoshnoudian F., ve Moghadam A.S., (2009). A consecutive modal pushover procedure for estimating the seismic demands of tall buildings. *Engineering Structures*, 31, 591–599.

Rofooei F.R., Attari N.K., Rasekh A. ve Shodja A.H., (2007). Adaptive pushover analysis. *Asian Journal Of Civil Engineering (Building and Housing)*, Vol. 8, No.3, 343-358.

Saudi Building Code Requirements, (2007). Saudi Building Code National Committee

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2007). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar*, Ankara: Afet İşleri Genel Müdürlüğü.

Tena-Colunga A., Mena-Hernández U., Pérez-Rocha L.E., Avilés J, Ordaz M. ve Vilar J.I., (2009). Updated seismic design guidelines for Model Building Code of Mexico. *Earthquake Spectra*, Vol. 25, No. 4, 869–898.

Tezcan S.S. ve Alhan C. (2000). Parametric analysis of irregular structures under seismic loading according to the new Turkish Earthquake Code. *Engineering Structures*, 23, 600–609.

The New York City Seismic Code.

Türker K. Ve İrtem E., (2007). Binaların deprem etkisi altındaki lineer olmayan davranışının belirlenmesi için çok modlu uyarlamalı yük artımı yöntemi. *İtüderrgisi/d mühendislik*, Cilt:6 Sayı:, 15-26.

Türk Standardı, (2000). TS500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.



## EKLER

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri

| BİNA    |            |                     |         | KOLON               |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|---------|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT     | ADI                 | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |         |                     |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 3       | 1          | TÜM                 | TÜM     | TÜM                 | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 3       | 2          | TÜM                 | TÜM     | TÜM                 | 35*35        | 8Φ14          | Φ8/7/5       | ÇİFT          | 30*30                 | 23*23 |       | S18  |
| 3       | 5          | TÜM                 | 1,2,3   | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 3       | 5          | TÜM                 | 4,5     | TÜM                 | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 3       | 5          | 30                  | 1       | S101,S104,S113,S116 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 3       | 8          | TÜM                 | 1,2,3,4 | TÜM                 | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 3       | 8          | TÜM                 | 5,6,7,8 | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 3       | 8          | 30                  | 1       | S101,S104,S113,S116 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 4       | 1          | TÜM                 | TÜM     | TÜM                 | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 4       | 2          | TÜM                 | TÜM     | TÜM                 | 35*35        | 8Φ14          | Φ8/7/5       | ÇİFT          | 30*30                 | 23*23 |       | S18  |
| 4       | 5          | TÜM                 | 1,2,3   | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 4       | 5          | TÜM                 | 4,5     | TÜM                 | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 4       | 5          | 30                  | 1       | S101,S105,S116,S120 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 4       | 5          | 30                  | 1       | S106,S110,S111,S115 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 4       | 5          | 30                  | 4       | S406,S410,S411,S415 | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 4       | 5          | 25                  | 1       | S101,S105,S116,S120 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 4       | 8          | TÜM                 | 1,2,3,4 | TÜM                 | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 4       | 8          | TÜM                 | 5,6,7,8 | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 4       | 8          | 30                  | 1       | S101,S105,S116,S120 | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 23*55 | S06  |

| BİNA    |            |                     |         | KOLON                                      |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|---------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kat Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT     | ADI  | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |         |  |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 4       | 8          | 30                  | 1       | S102,S104,S106,S110<br>S111,S115,S117,S119 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 4       | 8          | 30                  | 5       | S506,S510,S511,S515                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 4       | 8          | 30                  | 6       | S606,S610,S611,S615                        | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 4       | 8          | 25                  | 1       | S101,S105,S116,S120                        | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 23*55 | S06  |
| 4       | 8          | 25                  | 5       | S506,S510,S511,S515                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 5       | 1          | TÜM                 | TÜM     | TÜM  | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 5       | 2          | TÜM                 | TÜM     | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 5       | 5          | TÜM                 | 1,2,3   | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 5       | 5          | TÜM                 | 4,5     | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 5       | 5          | 30                  | 1       | S101,S106,S119,S124                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 5       | 5          | 30                  | 1       | S107,S112,S113,S118                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 5       | 5          | 30                  | 4       | S407,S412,S413,S418                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 5       | 5          | 25                  | 1       | S101,S106,S119,S124                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 5       | 5          | 25                  | 1       | S107,S112,S113,S118                        | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 5       | 5          | 25                  | 4       | S407,S412,S413,S418                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 5       | 8          | TÜM                 | 1,2,3,4 | TÜM  | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 5       | 8          | TÜM                 | 5,6,7,8 | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 5       | 8          | 30                  | 1       | S101,S106,S119,S124                        | 60*60        | 14Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S13  |
| 5       | 8          | 30                  | 1       | S102,S105,S120,S123                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                       |       | KOLON               |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|-----------------------|-------|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | KAT   | ADI                 | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                       |       |                     |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 5       | 8          | 30                    | 1     | S107,S112,S113,S118 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 5       | 8          | 30                    | 5     | S507,S512,S513,S518 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 5       | 8          | 30                    | 6     | S607,S612,S613,S618 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 5       | 8          | 25                    | 1     | S101,S106,S119,S124 | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 23*55 | S06  |
| 5       | 8          | 25                    | 1     | S102,S105,S120,S123 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 5       | 8          | 25                    | 1     | S107,S112,S113,S118 | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 5       | 8          | 25                    | 5     | S507,S512,S513,S518 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 5       | 8          | 20                    | 1     | S101,S106,S119,S124 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 5       | 8          | 20                    | 1     | S102,S105,S120,S123 | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 5       | 8          | 15                    | 1     | S101,S106,S119,S124 | 60*60        | 12Φ20         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S20  |
| 6       | 1          | TÜM                   | TÜM   | TÜM                 | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 6       | 2          | TÜM                   | TÜM   | TÜM                 | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 6       | 5          | TÜM                   | 1,2,3 | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 6       | 5          | TÜM                   | 4,5   | TÜM                 | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 6       | 5          | 30                    | 1     | S101,S107,S122,S128 | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 6       | 5          | 30                    | 1     | S102,S106,S123,S127 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 6       | 5          | 30                    | 1     | S108,S114,S115,S121 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 6       | 5          | 30                    | 2     | S208,S214,S215,S221 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 6       | 5          | 25                    | 1     | S101,S107,S122,S128 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 6       | 5          | 25                    | 1     | S108,S114,S115,S121 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                       |         | KOLON                                      |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|-----------------------|---------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | KAT     | ADI  | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                       |         |  |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 6       | 5          | 25                    | 4       | S408,S414,S415,S421                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 6       | 5          | 20                    | 1       | S101,S107,S122,S128                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 6       | 5          | 15                    | 1       | S101,S107,S122,S128                        | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 6       | 8          | TÜM                   | 1,2,3,4 | TÜM  | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 6       | 8          | TÜM                   | 5,6,7,8 | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 6       | 8          | 30                    | 1       | S101,S107,S122,S128                        | 60*60        | 16Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 29*55 | 23*55 | S14  |
| 6       | 8          | 30                    | 1       | S102,S106,S123,S127                        | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 6       | 8          | 30                    | 1       | S108,S114,S115,S121                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 6       | 8          | 30                    | 2       | S201,S207,S222,S228<br>S208,S214,S215,S221 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 6       | 8          | 30                    | 5       | S508,S514,S515,S521                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 6       | 8          | 30                    | 5       | S509,S513,S516,S520                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 6       | 8          | 30                    | 6       | S608,S614,S615,S621                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 6       | 8          | 25                    | 1       | S101,S107,S122,S128                        | 60*60        | 14Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S13  |
| 6       | 8          | 25                    | 1       | S102,S106,S123,S127                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 6       | 8          | 25                    | 1       | S108,S114,S115,S121                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 6       | 8          | 25                    | 5       | S508,S514,S515,S521                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 6       | 8          | 25                    | 6       | S608,S614,S615,S621                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 6       | 8          | 20                    | 1       | S101,S107,S122,S128                        | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 6       | 8          | 20                    | 1       | S102,S106,S123,S127                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                     |       | KOLON                                      |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|-------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT   | ADI  | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |       |  |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 6       | 8          | 20                  | 5     | S508,S514,S515,S521                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 6       | 8          | 15                  | 1     | S101,S107,S122,S128                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 7       | 1          | TÜM                 | TÜM   | TÜM  | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 7       | 1          | 30                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 30*30        | 8Φ14          | Φ8/6/5       | ÇİFT          | 25*25                 | 20*20 |       | S22  |
| 7       | 2          | TÜM                 | TÜM   | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 7       | 5          | TÜM                 | 1,2,3 | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 7       | 5          | TÜM                 | 4,5   | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 7       | 5          | 30                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 7       | 5          | 30                  | 1     | S102,S107,S126,S131<br>S109,S116,S117,S124 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 7       | 5          | 30                  | 2     | S209,S216,S217,S224                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 5          | 30                  | 3     | S309,S316,S317,S324                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 5          | 30                  | 4     | S409,S416,S417,S424                        | 40*40        | 10Φ16 + 2Φ14  | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 23*35 |       | S19  |
| 7       | 5          | 30                  | 4     | S410,S415,S418,S423                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 7       | 5          | 25                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 7       | 5          | 25                  | 1     | S102,S107,S126,S131<br>S109,S116,S117,S124 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 5          | 25                  | 4     | S409,S416,S417,S424                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 7       | 5          | 20                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 7       | 5          | 20                  | 1     | S109,S116,S117,S124                        | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                       |         | KOLON                                      |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|-----------------------|---------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | KAT     | ADI  | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                       |         |  |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 7       | 5          | 20                    | 4       | S409,S416,S417,S424                        | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 7       | 5          | 15                    | 1       | S101,S108,S125,S132                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | TÜM                   | 1,2,3,4 | TÜM  | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 7       | 8          | TÜM                   | 5,6,7,8 | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 7       | 8          | 30                    | 1       | S101,S108,S125,S132                        | 60*60        | 18Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 19*55 | S07  |
| 7       | 8          | 30                    | 1       | S102,S107,S126,S131                        | 60*60        | 14Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S13  |
| 7       | 8          | 30                    | 1       | S103,S106,S127,S130                        | 60*60        | 12Φ20         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S20  |
| 7       | 8          | 30                    | 1       | S109,S116,S117,S124                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 7       | 8          | 30                    | 1       | S110,S115,S118,S123                        | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 7       | 8          | 30                    | 2       | S201,S208,S225,S232<br>S209,S216,S217,S224 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 7       | 8          | 30                    | 3       | S309,S316,S317,S324                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 7       | 8          | 30                    | 4       | S409,S416,S417,S424                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 7       | 8          | 30                    | 5       | S501,S508,S525,S532                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | 30                    | 5       | S509,S516,S517,S524                        | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 7       | 8          | 30                    | 5       | S510,S515,S518,S123                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | 30                    | 6       | S609,S616,S617,S624                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 7       | 8          | 30                    | 6       | S610,S615,S618,S623                        | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 7       | 8          | 25                    | 1       | S101,S108,S125,S132                        | 60*60        | 16Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 29*55 | 23*55 | S14  |
| 7       | 8          | 25                    | 1       | S102,S107,S126,S131                        | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                     |       | KOLON                                      |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|-------|--|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT   | ADI  | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |       |  |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 7       | 8          | 25                  | 1     | S103,S106,S127,S130                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 7       | 8          | 25                  | 1     | S109,S116,S117,S124                        | 60*60        | 12Φ20         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S20  |
| 7       | 8          | 25                  | 2     | S201,S208,S225,S232<br>S209,S216,S217,S224 | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 7       | 8          | 25                  | 5     | S509,S516,S517,S524                        | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 7       | 8          | 25                  | 5     | S510,S515,S518,S123                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | 25                  | 6     | S609,S616,S617,S624                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | 20                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 7       | 8          | 20                  | 1     | S102,S107,S126,S131                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 7       | 8          | 20                  | 1     | S109,S116,S117,S124                        | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 7       | 8          | 20                  | 5     | S509,S516,S517,S524                        | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 7       | 8          | 15                  | 1     | S101,S108,S125,S132                        | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 7       | 8          | 15                  | 1     | S102,S107,S126,S131                        | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 1          | TÜM                 | TÜM   | TÜM  | 30*30        | 6Φ14          | Φ8/6/5       | TEK           | 25*25                 |       |       | S17  |
| 8       | 1          | 30                  | 1     | S101,S109,S128,S136<br>S110,S118,S119,S127 | 30*30        | 8Φ14          | Φ8/6/5       | ÇİFT          | 25*25                 | 20*20 |       | S22  |
| 8       | 2          | TÜM                 | TÜM   | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 8       | 5          | TÜM                 | 1,2,3 | TÜM  | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 8       | 5          | TÜM                 | 4,5   | TÜM  | 40*40        | 12Φ14         | Φ8/8/5       | ÜÇ            | 35*35                 | 17*35 | 16*35 | S02  |
| 8       | 5          | 30                  | 1     | S101,S109,S128,S136                        | 50*50        | 12Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 15*45 |       | S10  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

| BİNA    |            |                       |         | KOLON               |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|-----------------------|---------|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlilik (%) | KAT     | ADI                 | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                       |         |                     |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 8       | 5          | 30                    | 1       | S102,S108,S129,S135 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 5          | 30                    | 1       | S103,S107,S130,S134 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 30                    | 1       | S110,S118,S119,S127 | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 8       | 5          | 30                    | 1       | S111,S117,S120,S126 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 30                    | 2       | S210,S218,S219,S227 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 30                    | 3       | S310,S318,S319,S327 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 30                    | 4       | S410,S418,S419,S427 | 40*40        | 10Φ16 + 2Φ14  | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 23*35 |       | S19  |
| 8       | 5          | 30                    | 4       | S411,S417,S420,S426 | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 8       | 5          | 25                    | 1       | S101,S109,S128,S136 | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 8       | 5          | 25                    | 1       | S102,S108,S129,S135 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 25                    | 1       | S110,S118,S119,S127 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 5          | 25                    | 4       | S410,S418,S419,S427 | 40*40        | 10Φ16 + 2Φ14  | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 23*35 |       | S19  |
| 8       | 5          | 20                    | 1       | S101,S109,S128,S136 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 5          | 20                    | 1       | S102,S108,S129,S135 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 8       | 5          | 20                    | 1       | S110,S118,S119,S127 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 5          | 20                    | 4       | S410,S418,S419,S427 | 40*40        | 8Φ16 + 2Φ14   | Φ8/8/5       | ÇİFT          | 35*35                 | 17*35 |       | S01  |
| 8       | 5          | 15                    | 1       | S101,S109,S128,S136 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 8          | TÜM                   | 1,2,3,4 | TÜM                 | 60*60        | 24Φ14         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S16  |
| 8       | 8          | TÜM                   | 5,6,7,8 | TÜM                 | 50*50        | 20Φ14         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 15*45 | 13*45 | S03  |
| 8       | 8          | 30                    | 1       | S101,S109,S128,S136 | 60*60        | 20Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S15  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)



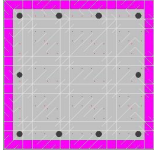
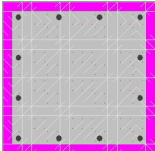
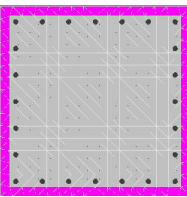
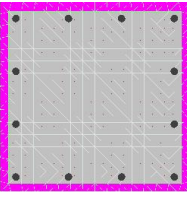
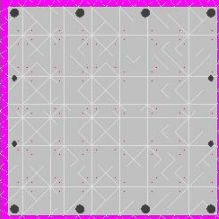
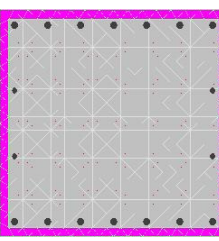
| BİNA    |            |                     |     | KOLON               |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|-----|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT | ADI                 | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |     |                     |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 8       | 8          | 30                  | 1   | S102,S108,S129,S135 | 60*60        | 16Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 29*55 | 23*55 | S14  |
| 8       | 8          | 30                  | 1   | S103,S107,S130,S134 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 8       | 8          | 30                  | 1   | S110,S118,S119,S127 | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 8       | 8          | 30                  | 1   | S111,S117,S120,S126 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 30                  | 2   | S201,S209,S228,S236 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 8       | 8          | 30                  | 2   | S202,S208,S229,S235 | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 8       | 8          | 30                  | 2   | S210,S218,S219,S227 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 8       | 8          | 30                  | 2   | S211,S217,S220,S226 | 60*60        | 20Φ16         | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S21  |
| 8       | 8          | 30                  | 3   | S301,S309,S328,S336 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 30                  | 3   | S310,S318,S319,S327 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 30                  | 4   | S410,S418,S419,S427 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 30                  | 5   | S501,S509,S528,S536 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 8          | 30                  | 5   | S510,S518,S519,S527 | 50*50        | 10Φ20 + 2Φ14  | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 28*45 |       | S09  |
| 8       | 8          | 30                  | 5   | S511,S517,S520,S526 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 8          | 30                  | 6   | S610,S618,S619,S627 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 8          | 30                  | 6   | S611,S617,S620,S626 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 8          | 30                  | 7   | S710,S718,S719,S727 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 8       | 8          | 25                  | 1   | S101,S109,S128,S136 | 60*60        | 16Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 29*55 | 23*55 | S14  |
| 8       | 8          | 25                  | 1   | S102,S108,S129,S135 | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 8       | 8          | 25                  | 1   | S103,S107,S130,S134 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

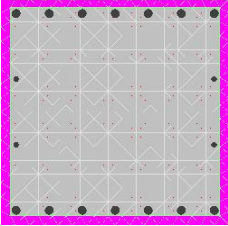
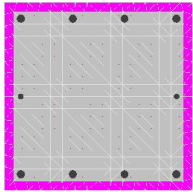
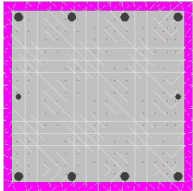
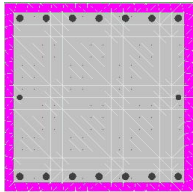
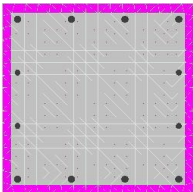
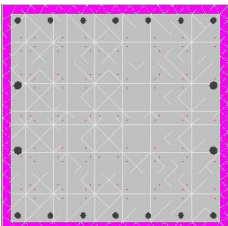
| BİNA    |            |                     |     | KOLON               |              |               |              |               |                       |       |       |      |
|---------|------------|---------------------|-----|---------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|-------|-------|------|
| Açıklık | Kay Sayısı | Ek Dışmerkezlik (%) | KAT | ADI                 | ENKESİT (cm) | BOYUNA DONATI | ENİNE DONATI | ETRİYE SAYISI | ETRİYE BOYUTLARI (cm) |       |       | TÜRÜ |
|         |            |                     |     |                     |              |               |              |               | ETR1                  | ETR2  | ETR3  |      |
| 8       | 8          | 25                  | 1   | S110,S118,S119,S127 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 8       | 8          | 25                  | 2   | S201,S209,S228,S236 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 25                  | 2   | S210,S218,S219,S227 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 25                  | 5   | S510,S518,S519,S527 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 8          | 25                  | 5   | S511,S517,S520,S526 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 8          | 25                  | 6   | S610,S618,S619,S627 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 8          | 25                  | 6   | S611,S617,S620,S626 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |
| 8       | 8          | 20                  | 1   | S101,S109,S128,S136 | 60*60        | 14Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 24*55 | 23*55 | S13  |
| 8       | 8          | 20                  | 1   | S102,S108,S129,S135 | 60*60        | 10Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 33*55 | 23*55 | S05  |
| 8       | 8          | 20                  | 1   | S103,S107,S130,S134 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 20                  | 1   | S110,S118,S119,S127 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S12  |
| 8       | 8          | 20                  | 5   | S510,S518,S519,S527 | 50*50        | 8Φ20 + 2Φ14   | Φ8/10/5      | ÇİFT          | 45*45                 | 21*45 |       | S08  |
| 8       | 8          | 20                  | 6   | S610,S618,S619,S627 | 50*50        | 10Φ16 + 4Φ14  | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 20*45 | S11  |
| 8       | 8          | 15                  | 1   | S101,S109,S128,S136 | 60*60        | 12Φ20 + 4Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 23*55 | 17*55 | S06  |
| 8       | 8          | 15                  | 1   | S102,S108,S129,S135 | 60*60        | 12Φ16 + 8Φ14  | Φ8/12/5      | ÜÇ            | 55*55                 | 17*55 | 15*55 | S20  |
| 8       | 8          | 15                  | 5   | S510,S518,S519,S527 | 50*50        | 16Φ16         | Φ8/10/5      | ÜÇ            | 45*45                 | 28*45 | 28*45 | S04  |

Ek-1 Tüm kolonlara ait enkesit özellikleri (devamı)

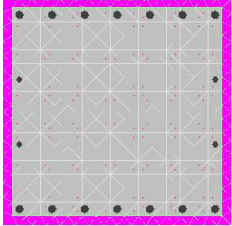
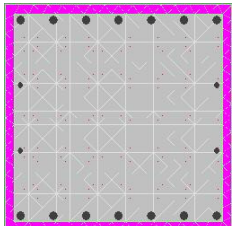
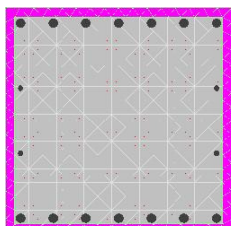
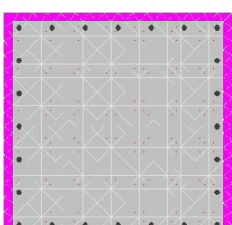
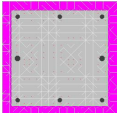
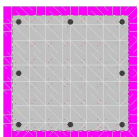
Ek-2 Kolon türlerine ait enkesit özellikleri

| Kolon Türü | Enkesit   | Ebat (cm) | Boyuna Donatı              | Etriye        | Etriye Sayısı | Etriye Ebatları (cm)    |
|------------|---|-----------|----------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| S01        |    | 40*40     | 8 $\Phi$ 16 + 2 $\Phi$ 14  | $\Phi$ 8/8/5  | ÇİFT          | 35*35<br>17*35          |
| S02        |    | 40*40     | 12 $\Phi$ 14               | $\Phi$ 8/8/5  | ÜÇ            | 35*35<br>17*35<br>16*35 |
| S03        |   | 50*50     | 20 $\Phi$ 14               | $\Phi$ 8/10/5 | ÜÇ            | 45*45<br>15*45<br>13*45 |
| S04        |  | 50*50     | 16 $\Phi$ 16               | $\Phi$ 8/10/5 | ÜÇ            | 45*45<br>28*45<br>28*45 |
| S05        |  | 60*60     | 10 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>33*55<br>23*55 |
| S06        |  | 60*60     | 12 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>17*55<br>23*55 |

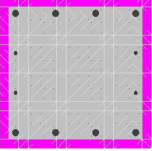
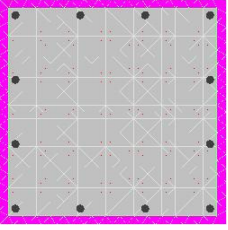
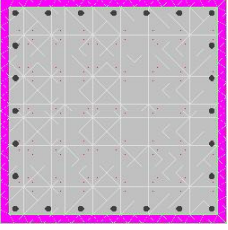
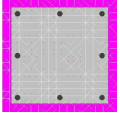
Ek-2 Kolon türlerine ait enkesit özellikleri (devamı)

| Kolon Türü | Enkesit   | Ebat (cm) | Boyuna Donatı              | Etriye        | Etriye Sayısı | Etriye Ebatları (cm)    |
|------------|---|-----------|----------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| S07        |    | 60*60     | 18 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>23*55<br>19*55 |
| S08        |    | 50*50     | 8 $\Phi$ 20 + 2 $\Phi$ 14  | $\Phi$ 8/10/5 | ÇİFT          | 45*45<br>21*45          |
| S09        |  | 50*50     | 10 $\Phi$ 20 + 2 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/10/5 | ÇİFT          | 45*45<br>28*45          |
| S10        |  | 50*50     | 12 $\Phi$ 20 + 2 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/10/5 | ÇİFT          | 45*45<br>15*45          |
| S11        |  | 50*50     | 10 $\Phi$ 16 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/10/5 | ÜÇ            | 45*45<br>28*45<br>20*45 |
| S12        |  | 60*60     | 12 $\Phi$ 16 + 8 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>17*55<br>15*55 |

Ek-2 Kolon türlerine ait enkesit özellikleri (devamı)

| Kolon Türü | Enkesit   | Ebat (cm) | Boyuna Donatı              | Etriye        | Etriye Sayısı | Etriye Ebatları (cm)    |
|------------|---|-----------|----------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| S13        |    | 60*60     | 14 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>24*55<br>23*55 |
| S14        |   | 60*60     | 16 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>29*55<br>23*55 |
| S15        |  | 60*60     | 20 $\Phi$ 20 + 4 $\Phi$ 14 | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>24*55<br>23*55 |
| S16        |  | 60*60     | 24 $\Phi$ 14               | $\Phi$ 8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>24*55<br>23*55 |
| S17        |  | 30*30     | 6 $\Phi$ 14                | $\Phi$ 8/6/5  | TEK           | 25*25                   |
| S18        |  | 35*35     | 8 $\Phi$ 14                | $\Phi$ 8/7/5  | ÇİFT          | 30*30<br>23*23          |

Ek-2 Kolon türlerine ait enkesit özellikleri (devamı)

| Kolon Türü | Enkesit   | Ebat (cm) | Boyuna Donatı | Etriye  | Etriye Sayısı | Etriye Ebatları (cm)    |
|------------|---|-----------|---------------|---------|---------------|-------------------------|
| S19        |    | 40*40     | 10Φ16 + 2Φ14  | Φ8/8/5  | ÇİFT          | 35*35<br>23*35          |
| S20        |    | 60*60     | 12Φ20         | Φ8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>24*55<br>23*55 |
| S21        |   | 60*60     | 20Φ16         | Φ8/12/5 | ÜÇ            | 55*55<br>17*55<br>15*55 |
| S22        |  | 30*30     | 8Φ14          | Φ8/6/5  | ÇİFT          | 25*25<br>20*20          |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri  
(P : pozitif, N : Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpımı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B001              | 30*60               | 10Φ14      | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2338                | -220,2                 | 5,180E-03                   | 1,554E-03            | 201,2                       | 3,88E+07                       | 8,322E+04                           | -1,094              | 0,002145                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2484                 | 394,0                  | 5,805E-03                   | 1,742E-03            | 354,7                       | 6,11E+07                       | 1,618E+05                           | 1,111               | 0,002648                   |
| B002              | 30*60               | 10Φ14      | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2341                | -313,9                 | 5,509E-03                   | 1,653E-03            | 281,9                       | 5,21E+07                       | 1,400E+05                           | -1,114              | 0,002687                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2416                 | 399,1                  | 5,756E-03                   | 1,727E-03            | 357,6                       | 6,21E+07                       | 1,761E+05                           | 1,116               | 0,002836                   |
| B003              | 30*60               | 10Φ14      | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2349                | -397,5                 | 5,639E-03                   | 1,692E-03            | 353,3                       | 6,27E+07                       | 1,930E+05                           | -1,125              | 0,003078                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2348                 | 399,2                  | 5,666E-03                   | 1,700E-03            | 358,1                       | 6,32E+07                       | 1,791E+05                           | 1,115               | 0,002834                   |
| B004              | 30*60               | 10Φ14      | 6Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2362                | -441,8                 | 5,802E-03                   | 1,741E-03            | 393,6                       | 6,78E+07                       | 2,096E+05                           | -1,122              | 0,003091                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2346                 | 400,2                  | 5,625E-03                   | 1,688E-03            | 356,8                       | 6,34E+07                       | 1,897E+05                           | 1,122               | 0,002992                   |
| B005              | 30*60               | 10Φ14      | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2333                | -281,0                 | 5,302E-03                   | 1,591E-03            | 253,1                       | 4,77E+07                       | 1,223E+05                           | -1,110              | 0,002564                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2426                 | 399,0                  | 5,768E-03                   | 1,730E-03            | 357,2                       | 6,19E+07                       | 1,769E+05                           | 1,117               | 0,002858                   |
| B006              | 30*60               | 10Φ14      | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2341                | -366,0                 | 5,566E-03                   | 1,670E-03            | 328,8                       | 5,91E+07                       | 1,629E+05                           | -1,113              | 0,002756                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2347                 | 399,8                  | 5,691E-03                   | 1,707E-03            | 358,3                       | 6,30E+07                       | 1,815E+05                           | 1,116               | 0,002881                   |
| B007              | 25*50               | 2Φ16       | 2Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2875                | -65,1                  | 6,095E-03                   | 1,524E-03            | 61,4                        | 1,01E+07                       | 1,303E+04                           | -1,060              | 0,001290                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2890                 | 84,6                   | 6,302E-03                   | 1,576E-03            | 79,3                        | 1,86E+07                       | 1,903E+04                           | 1,068               | 0,001023                   |
| B008              | 30*60               | 5Φ18       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2349                | -220,7                 | 5,185E-03                   | 1,556E-03            | 199,4                       | 3,85E+07                       | 9,278E+04                           | -1,107              | 0,002410                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2467                 | 326,7                  | 5,614E-03                   | 1,684E-03            | 294,5                       | 5,25E+07                       | 1,333E+05                           | 1,109               | 0,002539                   |
| B009              | 25*50               | 2Φ19       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2898                | -85,0                  | 6,128E-03                   | 1,532E-03            | 78,0                        | 1,27E+07                       | 2,478E+04                           | -1,090              | 0,001951                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2926                 | 118,5                  | 6,403E-03                   | 1,601E-03            | 108,3                       | 1,69E+07                       | 3,542E+04                           | 1,094               | 0,002096                   |
| B010              | 25*50               | 2Φ19       | 3Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2878                | -71,2                  | 6,231E-03                   | 1,558E-03            | 68,8                        | 1,10E+07                       | 8,520E+03                           | -1,035              | 0,000775                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3005                 | 118,5                  | 6,460E-03                   | 1,615E-03            | 109,0                       | 1,69E+07                       | 3,224E+04                           | 1,087               | 0,001908                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N : Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B011              | 25*50               | 2Φ19       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2900                | -118,4                 | 6,365E-03                   | 1,591E-03            | 110,1                       | 1,73E+07                       | 2,927E+04                           | -1,075              | 0,001692                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2905                 | 119,5                  | 6,384E-03                   | 1,596E-03            | 108,0                       | 1,69E+07                       | 4,034E+04                           | 1,106               | 0,002387                   |
| B012              | 25*50               | 2Φ20       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2897                | -84,8                  | 6,151E-03                   | 1,538E-03            | 78,8                        | 1,28E+07                       | 2,110E+04                           | -1,076              | 0,001648                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3002                 | 130,4                  | 6,638E-03                   | 1,660E-03            | 120,9                       | 1,82E+07                       | 3,235E+04                           | 1,079               | 0,001777                   |
| B013              | 25*50               | 2Φ20       | 3Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2877                | -71,2                  | 6,212E-03                   | 1,553E-03            | 68,4                        | 1,10E+07                       | 9,865E+03                           | -1,041              | 0,000897                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3030                 | 130,8                  | 6,575E-03                   | 1,644E-03            | 120,0                       | 1,82E+07                       | 3,661E+04                           | 1,090               | 0,002012                   |
| B014              | 25*50               | 2Φ20       | 3Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2902                | -126,4                 | 6,432E-03                   | 1,608E-03            | 116,9                       | 1,82E+07                       | 3,321E+04                           | -1,081              | 0,001825                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2909                 | 132,3                  | 6,489E-03                   | 1,622E-03            | 119,9                       | 1,85E+07                       | 4,377E+04                           | 1,103               | 0,002366                   |
| B015              | 25*50               | 2Φ20       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2898                | -119,2                 | 6,360E-03                   | 1,590E-03            | 109,7                       | 1,73E+07                       | 3,317E+04                           | -1,087              | 0,001917                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2909                 | 131,3                  | 6,495E-03                   | 1,624E-03            | 120,7                       | 1,86E+07                       | 3,731E+04                           | 1,088               | 0,002006                   |
| B016              | 25*50               | 3Φ16       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2920                | -131,4                 | 6,485E-03                   | 1,621E-03            | 120,6                       | 1,86E+07                       | 3,799E+04                           | -1,090              | 0,002042                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2917                 | 126,6                  | 6,404E-03                   | 1,601E-03            | 114,8                       | 1,79E+07                       | 4,158E+04                           | 1,103               | 0,002323                   |
| B017              | 25*50               | 3Φ16       | 3Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2900                | -70,9                  | 6,197E-03                   | 1,549E-03            | 67,7                        | 1,09E+07                       | 1,120E+04                           | -1,047              | 0,001028                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3039                 | 124,6                  | 6,578E-03                   | 1,645E-03            | 115,9                       | 1,76E+07                       | 2,904E+04                           | 1,075               | 0,001650                   |
| B018              | 25*50               | 3Φ16       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2900                | -119,6                 | 4,888E-03                   | 1,222E-03            | 108,1                       | 2,21E+07                       | 4,048E+04                           | -1,106              | 0,001832                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2908                 | 127,3                  | 6,333E-03                   | 1,583E-03            | 114,8                       | 1,81E+07                       | 4,401E+04                           | 1,109               | 0,002431                   |
| B019              | 25*50               | 3Φ18       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2895                | -84,2                  | 6,165E-03                   | 1,541E-03            | 79,6                        | 1,29E+07                       | 1,627E+04                           | -1,058              | 0,001261                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3068                 | 156,8                  | 6,759E-03                   | 1,690E-03            | 144,3                       | 2,13E+07                       | 4,193E+04                           | 1,087               | 0,001969                   |
| B020              | 25*50               | 3Φ18       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2894                | -119,1                 | 6,293E-03                   | 1,573E-03            | 109,2                       | 1,74E+07                       | 3,515E+04                           | -1,091              | 0,002020                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3005                 | 159,5                  | 6,713E-03                   | 1,678E-03            | 145,3                       | 2,16E+07                       | 4,827E+04                           | 1,098               | 0,002235                   |



Ek-3 Kiris plastik kesiti türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-egrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B021              | 25*50               | 3Φ19       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2894                | -84,1                  | 6,175E-03                   | 1,544E-03            | 79,6                        | 1,29E+07                       | 1,614E+04                           | -1,057              | 0,001251                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3211                 | 172,8                  | 6,881E-03                   | 1,720E-03            | 160,3                       | 2,33E+07                       | 3,987E+04                           | 1,078               | 0,001711                   |
| B022              | 25*50               | 3Φ19       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2911                | -132,3                 | 6,340E-03                   | 1,585E-03            | 119,4                       | 1,88E+07                       | 4,545E+04                           | -1,108              | 0,002418                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3025                 | 176,7                  | 6,789E-03                   | 1,697E-03            | 160,5                       | 2,36E+07                       | 5,485E+04                           | 1,101               | 0,002324                   |
| B023              | 25*50               | 3Φ19       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2935                | -177,1                 | 6,679E-03                   | 1,670E-03            | 159,9                       | 2,39E+07                       | 6,000E+04                           | -1,108              | 0,002510                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2935                 | 177,2                  | 6,682E-03                   | 1,671E-03            | 160,0                       | 2,39E+07                       | 5,998E+04                           | 1,108               | 0,002510                   |
| B024              | 25*50               | 3Φ19       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2892                | -119,8                 | 6,262E-03                   | 1,566E-03            | 108,6                       | 1,73E+07                       | 3,971E+04                           | -1,103              | 0,002295                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3053                 | 176,0                  | 6,842E-03                   | 1,711E-03            | 161,3                       | 2,36E+07                       | 4,921E+04                           | 1,091               | 0,002085                   |
| B025              | 25*50               | 3Φ19       | 5Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2906                | -161,4                 | 6,533E-03                   | 1,633E-03            | 146,5                       | 2,24E+07                       | 5,263E+04                           | -1,102              | 0,002350                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2916                 | 177,8                  | 6,755E-03                   | 1,689E-03            | 160,7                       | 2,38E+07                       | 6,002E+04                           | 1,106               | 0,002522                   |
| B026              | 25*50               | 3Φ20       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2894                | -85,1                  | 6,092E-03                   | 1,523E-03            | 78,4                        | 1,29E+07                       | 2,372E+04                           | -1,086              | 0,001839                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3265                 | 188,9                  | 7,002E-03                   | 1,751E-03            | 176,4                       | 2,52E+07                       | 3,922E+04                           | 1,071               | 0,001556                   |
| B027              | 25*50               | 3Φ20       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2908                | -131,7                 | 6,374E-03                   | 1,594E-03            | 120,3                       | 1,89E+07                       | 4,020E+04                           | -1,095              | 0,002127                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3068                 | 194,5                  | 6,945E-03                   | 1,736E-03            | 176,7                       | 2,54E+07                       | 5,909E+04                           | 1,101               | 0,002326                   |
| B028              | 25*50               | 3Φ20       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2931                | -177,5                 | 6,642E-03                   | 1,661E-03            | 159,8                       | 2,41E+07                       | 6,187E+04                           | -1,111              | 0,002567                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3000                 | 195,5                  | 6,839E-03                   | 1,710E-03            | 177,8                       | 2,60E+07                       | 6,023E+04                           | 1,100               | 0,002317                   |
| B029              | 25*50               | 3Φ20       | 3Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2937                | -196,2                 | 6,764E-03                   | 1,691E-03            | 176,7                       | 2,61E+07                       | 6,788E+04                           | -1,110              | 0,002601                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2937                 | 196,5                  | 6,749E-03                   | 1,687E-03            | 176,3                       | 2,61E+07                       | 7,021E+04                           | 1,115               | 0,002690                   |
| B030              | 25*50               | 3Φ20       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2890                | -119,5                 | 6,256E-03                   | 1,564E-03            | 109,3                       | 1,75E+07                       | 3,630E+04                           | -1,093              | 0,002074                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3075                 | 194,4                  | 6,970E-03                   | 1,743E-03            | 177,7                       | 2,55E+07                       | 5,547E+04                           | 1,094               | 0,002175                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B031              | 25*50               | 3Φ20       | 5Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2903                | -161,7                 | 6,494E-03                   | 1,624E-03            | 146,5                       | 2,26E+07                       | 5,346E+04                           | -1,104              | 0,002365                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3008                 | 196,0                  | 6,960E-03                   | 1,740E-03            | 178,7                       | 2,57E+07                       | 5,872E+04                           | 1,097               | 0,002285                   |
| B032              | 25*50               | 3Φ20       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2984                | -224,6                 | 6,967E-03                   | 1,742E-03            | 203,0                       | 2,91E+07                       | 7,403E+04                           | -1,106              | 0,002544                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2916                 | 197,4                  | 6,740E-03                   | 1,685E-03            | 177,1                       | 2,63E+07                       | 7,118E+04                           | 1,115               | 0,002706                   |
| B033              | 25*50               | 4Φ12       | 2Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2853                | -48,2                  | 6,144E-03                   | 1,536E-03            | 47,0                        | 7,65E+06                       | 4,493E+03                           | -1,027              | 0,000588                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2885                 | 95,0                   | 6,327E-03                   | 1,582E-03            | 89,2                        | 1,41E+07                       | 2,035E+04                           | 1,064               | 0,001443                   |
| B034              | 25*50               | 4Φ12       | 3Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2862                | -72,1                  | 6,131E-03                   | 1,533E-03            | 67,8                        | 1,11E+07                       | 1,546E+04                           | -1,064              | 0,001393                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2876                 | 95,3                   | 6,283E-03                   | 1,571E-03            | 89,2                        | 1,42E+07                       | 2,150E+04                           | 1,068               | 0,001514                   |
| B035              | 25*50               | 4Φ12       | 4Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2871                | -95,8                  | 6,284E-03                   | 1,571E-03            | 88,8                        | 1,41E+07                       | 2,475E+04                           | -1,078              | 0,001755                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2871                 | 95,9                   | 6,269E-03                   | 1,567E-03            | 88,6                        | 1,41E+07                       | 2,595E+04                           | 1,082               | 0,001840                   |
| B036              | 25*50               | 5Φ14       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2879                | -85,1                  | 6,092E-03                   | 1,523E-03            | 79,1                        | 1,30E+07                       | 2,144E+04                           | -1,077              | 0,001649                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3041                 | 159,2                  | 6,769E-03                   | 1,692E-03            | 147,0                       | 2,17E+07                       | 4,093E+04                           | 1,083               | 0,001886                   |
| B037              | 25*50               | 5Φ14       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2893                | -131,3                 | 6,443E-03                   | 1,611E-03            | 121,4                       | 1,88E+07                       | 3,485E+04                           | -1,082              | 0,001854                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2912                 | 162,4                  | 6,567E-03                   | 1,642E-03            | 146,0                       | 2,22E+07                       | 5,771E+04                           | 1,112               | 0,002600                   |
| B038              | 25*50               | 5Φ14       | 3Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2861                | -71,3                  | 6,156E-03                   | 1,539E-03            | 68,4                        | 1,11E+07                       | 1,046E+04                           | -1,043              | 0,000942                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3052                 | 159,0                  | 6,762E-03                   | 1,691E-03            | 146,9                       | 2,17E+07                       | 4,051E+04                           | 1,082               | 0,001867                   |
| B039              | 25*50               | 5Φ14       | 3Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2878                | -128,0                 | 6,333E-03                   | 1,583E-03            | 116,0                       | 1,83E+07                       | 4,255E+04                           | -1,103              | 0,002325                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2978                 | 162,0                  | 6,693E-03                   | 1,673E-03            | 147,6                       | 2,21E+07                       | 4,943E+04                           | 1,098               | 0,002237                   |
| B040              | 25*50               | 5Φ14       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2875                | -120,1                 | 6,283E-03                   | 1,571E-03            | 109,1                       | 1,74E+07                       | 3,916E+04                           | -1,101              | 0,002251                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2980                 | 161,7                  | 6,644E-03                   | 1,661E-03            | 147,4                       | 2,22E+07                       | 4,921E+04                           | 1,097               | 0,002217                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B041              | 25*50               | 5Φ14       | 5Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2889                | -162,2                 | 6,549E-03                   | 1,637E-03            | 147,0                       | 2,24E+07                       | 5,395E+04                           | -1,103              | 0,002408                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2889                 | 161,5                  | 6,643E-03                   | 1,661E-03            | 147,6                       | 2,22E+07                       | 4,918E+04                           | 1,094               | 0,002215                   |
| B042              | 30*60               | 5Φ18       | 5Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2360                | -328,8                 | 5,522E-03                   | 1,657E-03            | 295,0                       | 5,34E+07                       | 1,467E+05                           | -1,115              | 0,002747                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2360                 | 328,8                  | 5,522E-03                   | 1,657E-03            | 295,0                       | 5,34E+07                       | 1,467E+05                           | 1,115               | 0,002747                   |
| B043              | 30*60               | 5Φ18       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2358                | -312,0                 | 5,464E-03                   | 1,639E-03            | 280,2                       | 5,13E+07                       | 1,379E+05                           | -1,113              | 0,002688                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2362                 | 330,0                  | 5,524E-03                   | 1,657E-03            | 294,2                       | 5,33E+07                       | 1,551E+05                           | 1,122               | 0,002910                   |
| B044              | 25*50               | 5Φ18       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2923                | -252,1                 | 7,013E-03                   | 1,753E-03            | 225,9                       | 3,22E+07                       | 9,175E+04                           | -1,116              | 0,002849                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2995                 | 265,6                  | 7,172E-03                   | 1,793E-03            | 238,2                       | 3,32E+07                       | 9,360E+04                           | 1,115               | 0,002819                   |
| B045              | 30*60               | 5Φ18       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2432                | -394,3                 | 5,753E-03                   | 1,726E-03            | 352,7                       | 6,13E+07                       | 1,755E+05                           | -1,118              | 0,002863                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2355                 | 328,9                  | 5,473E-03                   | 1,642E-03            | 295,3                       | 5,40E+07                       | 1,461E+05                           | 1,114               | 0,002706                   |
| B046              | 30*60               | 5Φ18       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2345                | -281,0                 | 5,310E-03                   | 1,593E-03            | 250,9                       | 4,72E+07                       | 1,315E+05                           | -1,120              | 0,002786                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2358                 | 330,2                  | 5,552E-03                   | 1,666E-03            | 294,7                       | 5,31E+07                       | 1,541E+05                           | 1,120               | 0,002902                   |
| B047              | 25*50               | 5Φ18       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,3012                | -293,6                 | 7,295E-03                   | 1,824E-03            | 262,9                       | 3,60E+07                       | 1,042E+05                           | -1,117              | 0,002894                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2921                 | 265,6                  | 7,099E-03                   | 1,775E-03            | 238,2                       | 3,36E+07                       | 9,623E+04                           | 1,115               | 0,002864                   |
| B048              | 25*50               | 6Φ16       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2904                | -130,7                 | 6,387E-03                   | 1,597E-03            | 121,0                       | 1,89E+07                       | 3,402E+04                           | -1,080              | 0,001800                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3096                 | 243,8                  | 7,209E-03                   | 1,802E-03            | 222,9                       | 3,09E+07                       | 6,903E+04                           | 1,094               | 0,002234                   |
| B049              | 25*50               | 6Φ16       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2911                | -178,3                 | 6,587E-03                   | 1,647E-03            | 160,4                       | 2,44E+07                       | 6,268E+04                           | -1,112              | 0,002569                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3173                 | 248,1                  | 7,243E-03                   | 1,811E-03            | 227,1                       | 3,14E+07                       | 6,791E+04                           | 1,092               | 0,002163                   |
| B050              | 25*50               | 6Φ16       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2874                | -120,2                 | 6,176E-03                   | 1,544E-03            | 108,8                       | 1,76E+07                       | 4,056E+04                           | -1,105              | 0,002305                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3142                 | 245,0                  | 7,267E-03                   | 1,817E-03            | 224,1                       | 3,08E+07                       | 6,820E+04                           | 1,093               | 0,002214                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B051              | 25*50               | 6Φ16       | 5Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2883                | -162,5                 | 6,446E-03                   | 1,612E-03            | 146,9                       | 2,28E+07                       | 5,556E+04                           | -1,106              | 0,002437                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3177                 | 248,8                  | 7,268E-03                   | 1,817E-03            | 227,3                       | 3,13E+07                       | 6,922E+04                           | 1,095               | 0,002212                   |
| B052              | 25*50               | 6Φ16       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2904                | -227,0                 | 6,837E-03                   | 1,709E-03            | 202,8                       | 2,97E+07                       | 8,521E+04                           | -1,119              | 0,002869                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2988                 | 252,5                  | 7,114E-03                   | 1,779E-03            | 227,2                       | 3,19E+07                       | 8,672E+04                           | 1,111               | 0,002718                   |
| B053              | 25*50               | 6Φ18       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2912                | -178,0                 | 6,512E-03                   | 1,628E-03            | 160,2                       | 2,46E+07                       | 7,234E+04                           | -1,111              | 0,002941                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2468                 | 302,1                  | 7,488E-03                   | 1,872E-03            | 275,0                       | 3,64E+07                       | 1,131E+05                           | 1,099               | 0,003107                   |
| B054              | 25*50               | 6Φ18       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2915                | -252,7                 | 6,919E-03                   | 1,730E-03            | 225,6                       | 3,26E+07                       | 9,512E+04                           | -1,120              | 0,002918                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3083                 | 316,0                  | 7,497E-03                   | 1,874E-03            | 283,9                       | 3,79E+07                       | 1,067E+05                           | 1,113               | 0,002815                   |
| B055              | 25*50               | 6Φ18       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2896                | -226,1                 | 6,768E-03                   | 1,692E-03            | 203,9                       | 3,01E+07                       | 7,870E+04                           | -1,109              | 0,002615                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3182                 | 315,8                  | 7,546E-03                   | 1,887E-03            | 284,9                       | 3,78E+07                       | 9,962E+04                           | 1,108               | 0,002635                   |
| B056              | 25*50               | 6Φ18       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2909                | -295,7                 | 7,157E-03                   | 1,789E-03            | 263,6                       | 3,68E+07                       | 1,131E+05                           | -1,122              | 0,003073                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3011                 | 319,9                  | 7,396E-03                   | 1,849E-03            | 285,3                       | 3,86E+07                       | 1,177E+05                           | 1,121               | 0,003049                   |
| B057              | 30*60               | 5Φ18       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2355                | -365,1                 | 5,608E-03                   | 1,682E-03            | 326,6                       | 5,82E+07                       | 1,673E+05                           | -1,118              | 0,002875                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2350                 | 331,0                  | 5,488E-03                   | 1,646E-03            | 294,7                       | 5,37E+07                       | 1,581E+05                           | 1,123               | 0,002944                   |
| B058              | 30*60               | 6Φ16       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2346                | -220,0                 | 5,181E-03                   | 1,554E-03            | 200,5                       | 3,87E+07                       | 8,477E+04                           | -1,097              | 0,002190                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2580                 | 385,9                  | 5,844E-03                   | 1,753E-03            | 351,8                       | 6,02E+07                       | 1,351E+05                           | 1,097               | 0,002244                   |
| B059              | 30*60               | 6Φ16       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2347                | -279,9                 | 5,356E-03                   | 1,607E-03            | 252,0                       | 4,71E+07                       | 1,217E+05                           | -1,111              | 0,002584                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2357                 | 313,5                  | 5,507E-03                   | 1,652E-03            | 279,6                       | 5,08E+07                       | 1,473E+05                           | 1,121               | 0,002900                   |
| B060              | 25*50               | 7Φ14       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2876                | -84,1                  | 6,169E-03                   | 1,542E-03            | 79,9                        | 1,29E+07                       | 1,513E+04                           | -1,053              | 0,001173                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2640                 | 215,4                  | 7,020E-03                   | 1,755E-03            | 197,6                       | 2,82E+07                       | 6,921E+04                           | 1,090               | 0,002454                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N : Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B061              | 25*50               | 7Φ14       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2887                | -132,5                 | 6,345E-03                   | 1,586E-03            | 120,6                       | 1,90E+07                       | 4,233E+04                           | -1,099              | 0,002228                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3178                 | 221,5                  | 7,103E-03                   | 1,776E-03            | 203,1                       | 2,86E+07                       | 5,925E+04                           | 1,091               | 0,002072                   |
| B062              | 25*50               | 7Φ14       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2908                | -177,7                 | 6,644E-03                   | 1,661E-03            | 161,2                       | 2,43E+07                       | 5,801E+04                           | -1,102              | 0,002387                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3016                 | 224,8                  | 7,009E-03                   | 1,752E-03            | 203,2                       | 2,90E+07                       | 7,323E+04                           | 1,106               | 0,002525                   |
| B063              | 25*50               | 7Φ14       | 5Φ12       | Φ8/10  | P | -0,2869                | -119,5                 | 6,234E-03                   | 1,559E-03            | 109,9                       | 1,76E+07                       | 3,418E+04                           | -1,087              | 0,001942                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3169                 | 223,2                  | 7,106E-03                   | 1,777E-03            | 202,6                       | 2,85E+07                       | 6,656E+04                           | 1,102               | 0,002335                   |
| B064              | 25*50               | 7Φ14       | 5Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2886                | -162,6                 | 6,490E-03                   | 1,623E-03            | 146,8                       | 2,26E+07                       | 5,612E+04                           | -1,108              | 0,002483                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3035                 | 224,9                  | 7,058E-03                   | 1,765E-03            | 203,9                       | 2,89E+07                       | 7,091E+04                           | 1,103               | 0,002454                   |
| B065              | 30*60               | 6Φ18       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2346                | -220,3                 | 5,183E-03                   | 1,555E-03            | 200,6                       | 3,87E+07                       | 8,579E+04                           | -1,098              | 0,002217                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2582                 | 386,6                  | 5,840E-03                   | 1,752E-03            | 351,6                       | 6,02E+07                       | 1,388E+05                           | 1,100               | 0,002306                   |
| B066              | 30*60               | 6Φ18       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2360                | -310,7                 | 5,459E-03                   | 1,638E-03            | 280,7                       | 5,14E+07                       | 1,301E+05                           | -1,107              | 0,002531                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2440                 | 392,3                  | 5,765E-03                   | 1,730E-03            | 352,2                       | 6,11E+07                       | 1,680E+05                           | 1,114               | 0,002750                   |
| B067              | 25*50               | 7Φ16       | 2Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2874                | -84,3                  | 6,037E-03                   | 1,509E-03            | 79,5                        | 1,32E+07                       | 1,735E+04                           | -1,061              | 0,001314                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,1932                 | 263,2                  | 7,380E-03                   | 1,845E-03            | 250,0                       | 3,39E+07                       | 7,098E+04                           | 1,053               | 0,002094                   |
| B068              | 25*50               | 7Φ16       | 2Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2882                | -131,4                 | 6,351E-03                   | 1,588E-03            | 121,6                       | 1,91E+07                       | 3,495E+04                           | -1,081              | 0,001830                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2333                 | 276,1                  | 7,340E-03                   | 1,835E-03            | 253,8                       | 3,46E+07                       | 9,872E+04                           | 1,088               | 0,002853                   |
| B069              | 25*50               | 7Φ16       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2901                | -177,7                 | 6,585E-03                   | 1,646E-03            | 161,3                       | 2,45E+07                       | 5,801E+04                           | -1,102              | 0,002368                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3213                 | 286,6                  | 7,452E-03                   | 1,863E-03            | 262,1                       | 3,52E+07                       | 7,801E+04                           | 1,093               | 0,002216                   |
| B070              | 25*50               | 7Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2921                | -252,0                 | 6,960E-03                   | 1,740E-03            | 225,7                       | 3,24E+07                       | 9,233E+04                           | -1,117              | 0,002850                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3051                 | 292,1                  | 7,375E-03                   | 1,844E-03            | 263,1                       | 3,57E+07                       | 9,759E+04                           | 1,110               | 0,002734                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-egrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriligi (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B071              | 30*60               | 6Φ19       | 6Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2437                | -484,3                 | 5,931E-03                   | 1,779E-03            | 433,0                       | 7,30E+07                       | 2,158E+05                           | -1,118              | 0,002956                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2367                 | 438,6                  | 5,729E-03                   | 1,719E-03            | 391,2                       | 6,83E+07                       | 2,051E+05                           | 1,121               | 0,003003                   |
| B072              | 30*60               | 6Φ19       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2340                | -279,5                 | 5,303E-03                   | 1,591E-03            | 253,0                       | 4,77E+07                       | 1,156E+05                           | -1,105              | 0,002423                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2496                 | 433,7                  | 5,966E-03                   | 1,790E-03            | 392,1                       | 6,57E+07                       | 1,707E+05                           | 1,106               | 0,002598                   |
| B073              | 30*60               | 6Φ19       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2349                | -365,1                 | 5,534E-03                   | 1,660E-03            | 327,6                       | 5,92E+07                       | 1,636E+05                           | -1,114              | 0,002764                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2441                 | 438,8                  | 5,863E-03                   | 1,759E-03            | 392,7                       | 6,70E+07                       | 1,936E+05                           | 1,117               | 0,002890                   |
| B074              | 30*60               | 7Φ14       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2344                | -219,7                 | 5,260E-03                   | 1,578E-03            | 200,9                       | 3,82E+07                       | 8,215E+04                           | -1,094              | 0,002151                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2357                 | 279,4                  | 5,422E-03                   | 1,627E-03            | 251,7                       | 4,64E+07                       | 1,199E+05                           | 1,110               | 0,002584                   |
| B075              | 25*50               | 7Φ18       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2928                | -317,6                 | 7,266E-03                   | 1,817E-03            | 284,7                       | 3,92E+07                       | 1,151E+05                           | -1,116              | 0,002936                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3076                 | 368,7                  | 7,698E-03                   | 1,925E-03            | 330,2                       | 4,29E+07                       | 1,285E+05                           | 1,117               | 0,002995                   |
| B076              | 25*50               | 7Φ18       | 6Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2938                | -354,6                 | 7,441E-03                   | 1,860E-03            | 314,1                       | 4,22E+07                       | 1,414E+05                           | -1,129              | 0,003351                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3038                 | 369,6                  | 7,613E-03                   | 1,903E-03            | 300,7                       | 4,34E+07                       | 1,314E+05                           | 1,229               | 0,003028                   |
| B078              | 25*50               | 7Φ19       | 6Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2926                | -354,9                 | 7,365E-03                   | 1,841E-03            | 316,5                       | 4,30E+07                       | 1,346E+05                           | -1,121              | 0,003130                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3189                 | 409,6                  | 7,895E-03                   | 1,974E-03            | 368,8                       | 4,67E+07                       | 1,311E+05                           | 1,111               | 0,002807                   |
| B082              | 30*60               | 7Φ14       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2462                | -392,3                 | 5,773E-03                   | 1,732E-03            | 352,9                       | 6,11E+07                       | 1,638E+05                           | -1,112              | 0,002681                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2348                 | 279,9                  | 5,330E-03                   | 1,599E-03            | 250,6                       | 4,70E+07                       | 1,276E+05                           | 1,117               | 0,002715                   |
| B083              | 30*60               | 7Φ14       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2344                | -280,6                 | 5,370E-03                   | 1,611E-03            | 241,9                       | 4,69E+07                       | 1,254E+05                           | -1,160              | 0,002674                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2345                 | 279,5                  | 5,403E-03                   | 1,621E-03            | 252,8                       | 4,68E+07                       | 1,166E+05                           | 1,106               | 0,002491                   |
| B084              | 30*60               | 7Φ16       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2340                | -221,3                 | 5,169E-03                   | 1,551E-03            | 200,1                       | 3,87E+07                       | 9,268E+04                           | -1,106              | 0,002395                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2473                 | 360,5                  | 5,712E-03                   | 1,714E-03            | 326,3                       | 5,71E+07                       | 1,418E+05                           | 1,105               | 0,002483                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B086              | 30*60               | 7Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2352                | -312,7                 | 5,433E-03                   | 1,630E-03            | 280,6                       | 5,17E+07                       | 1,393E+05                           | -1,114              | 0,002694                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2366                 | 363,1                  | 5,669E-03                   | 1,701E-03            | 325,8                       | 5,75E+07                       | 1,619E+05                           | 1,114               | 0,002816                   |
| B087              | 25*50               | 8Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2906                | -252,5                 | 6,898E-03                   | 1,725E-03            | 226,8                       | 3,29E+07                       | 9,061E+04                           | -1,113              | 0,002754                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3128                 | 332,8                  | 7,616E-03                   | 1,904E-03            | 300,3                       | 3,94E+07                       | 1,066E+05                           | 1,108               | 0,002706                   |
| B088              | 25*50               | 8Φ16       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2918                | -320,0                 | 7,286E-03                   | 1,822E-03            | 284,5                       | 3,90E+07                       | 1,248E+05                           | -1,125              | 0,003200                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2997                 | 335,6                  | 7,464E-03                   | 1,866E-03            | 300,9                       | 4,03E+07                       | 1,187E+05                           | 1,115               | 0,002945                   |
| B089              | 25*50               | 8Φ16       | 6Φ19       | Φ8/10  | P | -0,3011                | -355,4                 | 7,524E-03                   | 1,881E-03            | 317,2                       | 4,22E+07                       | 1,298E+05                           | -1,120              | 0,003076                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2918                 | 336,2                  | 7,374E-03                   | 1,844E-03            | 300,5                       | 4,08E+07                       | 1,255E+05                           | 1,119               | 0,003076                   |
| B090              | 30*60               | 7Φ16       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2363                | -395,6                 | 5,677E-03                   | 1,703E-03            | 352,2                       | 6,20E+07                       | 1,879E+05                           | -1,123              | 0,003031                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2357                 | 364,1                  | 5,596E-03                   | 1,679E-03            | 325,9                       | 5,82E+07                       | 1,658E+05                           | 1,117               | 0,002849                   |
| B091              | 25*50               | 8Φ16       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2913                | -294,1                 | 7,163E-03                   | 1,791E-03            | 263,7                       | 3,68E+07                       | 1,069E+05                           | -1,115              | 0,002905                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3039                 | 335,5                  | 7,500E-03                   | 1,875E-03            | 299,9                       | 4,00E+07                       | 1,203E+05                           | 1,119               | 0,003008                   |
| B092              | 30*60               | 7Φ16       | 6Φ20       | Φ8/10  | P | -0,2477                | -484,0                 | 5,975E-03                   | 1,793E-03            | 433,2                       | 7,25E+07                       | 2,102E+05                           | -1,117              | 0,002899                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2352                 | 364,5                  | 5,520E-03                   | 1,656E-03            | 326,4                       | 5,91E+07                       | 1,660E+05                           | 1,117               | 0,002809                   |
| B093              | 30*60               | 7Φ16       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2348                | -366,0                 | 5,584E-03                   | 1,675E-03            | 327,0                       | 5,86E+07                       | 1,699E+05                           | -1,119              | 0,002899                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2422                 | 364,4                  | 5,674E-03                   | 1,702E-03            | 327,1                       | 5,77E+07                       | 1,576E+05                           | 1,114               | 0,002731                   |
| B094              | 30*60               | 7Φ16       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2338                | -280,9                 | 5,321E-03                   | 1,596E-03            | 252,3                       | 4,74E+07                       | 1,251E+05                           | -1,113              | 0,002639                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2348                 | 365,1                  | 5,601E-03                   | 1,680E-03            | 327,5                       | 5,85E+07                       | 1,636E+05                           | 1,115               | 0,002797                   |
| B095              | 30*60               | 7Φ19       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2345                | -313,5                 | 5,328E-03                   | 1,598E-03            | 280,7                       | 5,27E+07                       | 1,434E+05                           | -1,117              | 0,002721                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2400                 | 502,6                  | 6,082E-03                   | 1,825E-03            | 450,1                       | 7,40E+07                       | 2,244E+05                           | 1,117               | 0,003032                   |

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriligi (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B096              | 30*60               | 7Φ19       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2352                | -395,0                 | 5,565E-03                   | 1,670E-03            | 353,7                       | 6,36E+07                       | 1,796E+05                           | -1,117              | 0,002824                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2486                 | 509,3                  | 6,043E-03                   | 1,813E-03            | 455,1                       | 7,53E+07                       | 2,232E+05                           | 1,119               | 0,002964                   |
| B101              | 30*60               | 8Φ16       | 3Φ19       | Φ8/10  | P | -0,2342                | -220,2                 | 5,159E-03                   | 1,548E-03            | 200,9                       | 3,89E+07                       | 8,436E+04                           | -1,096              | 0,002169                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2566                 | 407,0                  | 5,885E-03                   | 1,766E-03            | 369,9                       | 6,29E+07                       | 1,481E+05                           | 1,100               | 0,002355                   |
| B102              | 30*60               | 8Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2344                | -313,3                 | 5,397E-03                   | 1,619E-03            | 281,5                       | 5,22E+07                       | 1,391E+05                           | -1,113              | 0,002665                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2444                 | 415,1                  | 5,819E-03                   | 1,746E-03            | 372,6                       | 6,40E+07                       | 1,782E+05                           | 1,114               | 0,002784                   |
| B103              | 25*50               | 9Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2902                | -252,7                 | 6,831E-03                   | 1,708E-03            | 226,8                       | 3,32E+07                       | 9,146E+04                           | -1,114              | 0,002755                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2820                 | 370,4                  | 7,741E-03                   | 1,935E-03            | 330,6                       | 4,27E+07                       | 1,449E+05                           | 1,120               | 0,003393                   |
| B104              | 25*50               | 9Φ16       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2920                | -319,3                 | 7,218E-03                   | 1,805E-03            | 284,4                       | 3,94E+07                       | 1,228E+05                           | -1,123              | 0,003117                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3060                 | 375,7                  | 7,708E-03                   | 1,927E-03            | 336,6                       | 4,37E+07                       | 1,313E+05                           | 1,116               | 0,003005                   |
| B105              | 30*60               | 8Φ16       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2352                | -397,0                 | 5,626E-03                   | 1,688E-03            | 353,1                       | 6,28E+07                       | 1,913E+05                           | -1,124              | 0,003046                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2356                 | 418,2                  | 5,711E-03                   | 1,713E-03            | 371,4                       | 6,50E+07                       | 2,033E+05                           | 1,126               | 0,003128                   |
| B106              | 30*60               | 8Φ16       | 7Φ14       | Φ8/10  | P | -0,2336                | -280,8                 | 5,303E-03                   | 1,591E-03            | 252,9                       | 4,77E+07                       | 1,223E+05                           | -1,110              | 0,002564                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2464                 | 415,1                  | 5,840E-03                   | 1,752E-03            | 371,0                       | 6,35E+07                       | 1,835E+05                           | 1,119               | 0,002890                   |
| B109              | 25*50               | 7Φ19       | 6Φ18       | Φ8/10  | P | -0,2928                | -318,7                 | 7,168E-03                   | 1,792E-03            | 283,6                       | 3,96E+07                       | 1,229E+05                           | -1,124              | 0,003104                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3062                 | 406,0                  | 7,903E-03                   | 1,976E-03            | 364,1                       | 4,61E+07                       | 1,406E+05                           | 1,115               | 0,003050                   |
| B119              | 30*60               | 9Φ16       | 6Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2348                | -312,6                 | 5,392E-03                   | 1,618E-03            | 280,9                       | 5,21E+07                       | 1,381E+05                           | -1,113              | 0,002651                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2479                 | 464,8                  | 5,941E-03                   | 1,782E-03            | 414,5                       | 6,98E+07                       | 2,077E+05                           | 1,121               | 0,002976                   |
| B121              | 30*60               | 9Φ16       | 7Φ16       | Φ8/10  | P | -0,2355                | -364,4                 | 5,532E-03                   | 1,660E-03            | 325,3                       | 5,88E+07                       | 1,700E+05                           | -1,120              | 0,002891                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2443                 | 466,4                  | 5,913E-03                   | 1,774E-03            | 416,2                       | 7,04E+07                       | 2,105E+05                           | 1,121               | 0,002990                   |

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)



Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N: Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B124              | 25*50               | 7Φ19       | 6Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2955                | -316,2                 | 7,203E-03                   | 1,801E-03            | 281,4                       | 3,91E+07                       | 1,208E+05                           | -1,124              | 0,003090                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3211                 | 405,8                  | 7,974E-03                   | 1,994E-03            | 363,2                       | 4,55E+07                       | 1,361E+05                           | 1,117               | 0,002991                   |
| B125              | 25*50               | 7Φ19       | 9Φ16       | Φ10/10 | P | -0,2955                | -375,4                 | 7,493E-03                   | 1,873E-03            | 332,9                       | 4,44E+07                       | 1,478E+05                           | -1,128              | 0,003329                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3044                 | 410,5                  | 7,799E-03                   | 1,950E-03            | 364,1                       | 4,67E+07                       | 1,564E+05                           | 1,127               | 0,003349                   |
| B126              | 25*50               | 9Φ16       | 6Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2946                | -316,5                 | 7,258E-03                   | 1,815E-03            | 282,2                       | 3,89E+07                       | 1,194E+05                           | -1,122              | 0,003069                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3052                 | 374,3                  | 7,701E-03                   | 1,925E-03            | 333,2                       | 4,33E+07                       | 1,381E+05                           | 1,123               | 0,003189                   |
| B127              | 25*50               | 7Φ20       | 9Φ16       | Φ10/10 | P | -0,2950                | -375,2                 | 7,418E-03                   | 1,855E-03            | 333,6                       | 4,50E+07                       | 1,443E+05                           | -1,125              | 0,003207                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3097                 | 452,6                  | 8,061E-03                   | 2,015E-03            | 402,9                       | 5,00E+07                       | 1,646E+05                           | 1,123               | 0,003292                   |
| B128              | 25*50               | 7Φ18       | 6Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2959                | -315,1                 | 7,297E-03                   | 1,824E-03            | 282,0                       | 3,86E+07                       | 1,150E+05                           | -1,117              | 0,002979                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3078                 | 366,5                  | 7,714E-03                   | 1,929E-03            | 326,5                       | 4,23E+07                       | 1,335E+05                           | 1,123               | 0,003156                   |
| B130              | 25*50               | 7Φ20       | 6Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2951                | -315,8                 | 7,131E-03                   | 1,783E-03            | 281,5                       | 3,95E+07                       | 1,192E+05                           | -1,122              | 0,003018                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3284                 | 445,9                  | 8,221E-03                   | 2,055E-03            | 399,4                       | 4,86E+07                       | 1,451E+05                           | 1,116               | 0,002986                   |
| B131              | 25*50               | 7Φ20       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2956                | -351,9                 | 7,327E-03                   | 1,832E-03            | 312,6                       | 4,27E+07                       | 1,362E+05                           | -1,126              | 0,003190                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3237                 | 448,4                  | 8,158E-03                   | 2,040E-03            | 401,8                       | 4,92E+07                       | 1,479E+05                           | 1,116               | 0,003006                   |
| B133              | 25*50               | 8Φ16       | 6Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2951                | -316,6                 | 7,338E-03                   | 1,835E-03            | 282,0                       | 3,84E+07                       | 1,202E+05                           | -1,123              | 0,003130                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2998                 | 333,7                  | 7,454E-03                   | 1,864E-03            | 297,0                       | 3,98E+07                       | 1,256E+05                           | 1,124               | 0,003156                   |
| B134              | 25*50               | 8Φ16       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,3012                | -352,5                 | 7,556E-03                   | 1,889E-03            | 313,6                       | 4,15E+07                       | 1,321E+05                           | -1,124              | 0,003183                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2952                 | 334,0                  | 7,384E-03                   | 1,846E-03            | 296,7                       | 4,02E+07                       | 1,297E+05                           | 1,126               | 0,003226                   |
| B135              | 25*50               | 7Φ19       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2960                | -351,2                 | 7,419E-03                   | 1,855E-03            | 312,9                       | 4,22E+07                       | 1,329E+05                           | -1,122              | 0,003149                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,3093                 | 407,3                  | 7,893E-03                   | 1,973E-03            | 363,9                       | 4,61E+07                       | 1,441E+05                           | 1,119               | 0,003126                   |

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriligi (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B136              | 30*60               | 7Φ16       | 7Φ16       | Φ10/10 | P | -0,2368                | -363,3                 | 5,605E-03                   | 1,682E-03            | 324,4                       | 5,79E+07                       | 1,679E+05                           | -1,120              | 0,002900                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2368                 | 363,3                  | 5,605E-03                   | 1,682E-03            | 324,4                       | 5,79E+07                       | 1,679E+05                           | 1,120               | 0,002900                   |
| B137              | 30*60               | 7Φ16       | 6Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2480                | -481,2                 | 6,032E-03                   | 1,810E-03            | 430,0                       | 7,13E+07                       | 2,117E+05                           | -1,119              | 0,002969                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2369                 | 362,0                  | 5,520E-03                   | 1,656E-03            | 324,0                       | 5,87E+07                       | 1,642E+05                           | 1,117               | 0,002797                   |
| B138              | 30*60               | 6Φ19       | 7Φ16       | Φ10/10 | P | -0,2370                | -363,0                 | 5,554E-03                   | 1,666E-03            | 323,7                       | 5,83E+07                       | 1,701E+05                           | -1,121              | 0,002918                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2440                 | 436,9                  | 5,871E-03                   | 1,761E-03            | 389,5                       | 6,63E+07                       | 1,991E+05                           | 1,122               | 0,003003                   |
| B139              | 30*60               | 6Φ19       | 6Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2441                | -482,6                 | 5,943E-03                   | 1,783E-03            | 429,5                       | 7,23E+07                       | 2,231E+05                           | -1,124              | 0,003086                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2384                 | 435,7                  | 5,765E-03                   | 1,730E-03            | 389,5                       | 6,76E+07                       | 1,984E+05                           | 1,119               | 0,002935                   |
| B140              | 30*60               | 8Φ18       | 7Φ16       | Φ10/10 | P | -0,2363                | -362,6                 | 5,484E-03                   | 1,645E-03            | 324,7                       | 5,92E+07                       | 1,644E+05                           | -1,117              | 0,002777                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2481                 | 519,6                  | 6,119E-03                   | 1,836E-03            | 464,8                       | 7,60E+07                       | 2,267E+05                           | 1,118               | 0,002983                   |
| B141              | 30*60               | 8Φ18       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2377                | -437,1                 | 5,712E-03                   | 1,714E-03            | 389,1                       | 6,81E+07                       | 2,069E+05                           | -1,123              | 0,003038                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2446                 | 521,3                  | 6,051E-03                   | 1,815E-03            | 464,1                       | 7,67E+07                       | 2,397E+05                           | 1,123               | 0,003125                   |
| B142              | 30*60               | 8Φ18       | 6Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2381                | -484,1                 | 5,848E-03                   | 1,754E-03            | 430,3                       | 7,36E+07                       | 2,316E+05                           | -1,125              | 0,003147                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2404                 | 521,5                  | 5,999E-03                   | 1,800E-03            | 464,8                       | 7,75E+07                       | 2,419E+05                           | 1,122               | 0,003121                   |
| B143              | 30*60               | 8Φ18       | 7Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2425                | -565,5                 | 5,068E-03                   | 1,520E-03            | 502,8                       | 8,29E+07                       | 2,652E+05                           | -1,125              | 0,003199                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2375                 | 523,5                  | 5,912E-03                   | 1,774E-03            | 465,4                       | 7,87E+07                       | 2,507E+05                           | 1,125               | 0,003186                   |
| B144              | 30*60               | 9Φ16       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2375                | -437,0                 | 5,766E-03                   | 1,730E-03            | 389,9                       | 6,76E+07                       | 2,032E+05                           | -1,121              | 0,003006                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2379                 | 465,7                  | 5,850E-03                   | 1,755E-03            | 414,2                       | 7,08E+07                       | 2,219E+05                           | 1,124               | 0,003134                   |
| B145              | 30*60               | 9Φ16       | 7Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2450                | -563,0                 | 6,131E-03                   | 1,839E-03            | 500,4                       | 8,16E+07                       | 2,621E+05                           | -1,125              | 0,003212                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2373                 | 465,4                  | 5,751E-03                   | 1,725E-03            | 414,6                       | 7,21E+07                       | 2,195E+05                           | 1,123               | 0,003044                   |

(P : pozitif, N: Negatif)  
Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-eğrilik ilişkisi değerleri (devamı)

Ek-3 Kiriş plastik kesit türlerine ait enkesit özellikleri ve moment-egrilik ilişkisi değerleri (devamı)  
(P : pozitif, N : Negatif)

| Plastik Kesit Adı | Enkesit Boyutu (cm) | Üst Donatı | Alt Donatı | Etriye |   | En Büyük Eğrilik (1/m) | En Büyük Moment (kN.m) | Efektif Akma Eğriliği (1/m) | Efektif Akma Dönmesi | Efektif Akma Momenti (kN.m) | Efektif EI (N.m <sup>2</sup> ) | Efektif Akma EI (N.m <sup>2</sup> ) | Üst Dayanım Çarpanı | İki Doğrulu Pekleşme Eğimi |
|-------------------|---------------------|------------|------------|--------|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| B146              | 30*60               | 7Φ20       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2373                | -437,0                 | 5,692E-03                   | 1,708E-03            | 389,4                       | 6,84E+07                       | 2,057E+05                           | -1,122              | 0,003007                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2480                 | 561,2                  | 6,163E-03                   | 1,849E-03            | 501,4                       | 8,14E+07                       | 2,473E+05                           | 1,119               | 0,003038                   |
| B147              | 30*60               | 7Φ20       | 8Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2384                | -521,5                 | 5,925E-03                   | 1,778E-03            | 464,8                       | 7,84E+07                       | 2,440E+05                           | -1,122              | 0,003112                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2436                 | 562,6                  | 6,110E-03                   | 1,833E-03            | 501,9                       | 8,21E+07                       | 2,559E+05                           | 1,121               | 0,003117                   |
| B148              | 30*60               | 7Φ20       | 7Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2374                | -565,8                 | 6,026E-03                   | 1,808E-03            | 503,5                       | 8,36E+07                       | 2,695E+05                           | -1,124              | 0,003224                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2374                 | 565,8                  | 6,026E-03                   | 1,808E-03            | 503,5                       | 8,36E+07                       | 2,695E+05                           | 1,124               | 0,003224                   |
| B149              | 30*60               | 7Φ20       | 8Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2462                | -641,2                 | 6,276E-03                   | 1,883E-03            | 572,3                       | 9,12E+07                       | 2,872E+05                           | -1,120              | 0,003149                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2383                 | 563,2                  | 5,971E-03                   | 1,791E-03            | 500,7                       | 8,39E+07                       | 2,687E+05                           | 1,125               | 0,003203                   |
| B150              | 30*60               | 8Φ20       | 6Φ19       | Φ10/10 | P | -0,2372                | -436,9                 | 5,630E-03                   | 1,689E-03            | 389,4                       | 6,92E+07                       | 2,053E+05                           | -1,122              | 0,002967                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2576                 | 637,0                  | 6,422E-03                   | 1,927E-03            | 570,0                       | 8,88E+07                       | 2,667E+05                           | 1,118               | 0,003003                   |
| B151              | 30*60               | 8Φ20       | 8Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2379                | -521,2                 | 5,859E-03                   | 1,758E-03            | 465,5                       | 7,95E+07                       | 2,400E+05                           | -1,120              | 0,003019                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2483                 | 640,4                  | 6,324E-03                   | 1,897E-03            | 571,4                       | 9,04E+07                       | 2,850E+05                           | 1,121               | 0,003153                   |
| B152              | 30*60               | 8Φ20       | 9Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2384                | -586,5                 | 6,024E-03                   | 1,807E-03            | 521,8                       | 8,66E+07                       | 2,783E+05                           | -1,124              | 0,003214                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2443                 | 643,2                  | 6,239E-03                   | 1,872E-03            | 571,1                       | 9,15E+07                       | 3,027E+05                           | 1,126               | 0,003308                   |
| B153              | 30*60               | 8Φ20       | 8Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2388                | -643,8                 | 6,168E-03                   | 1,850E-03            | 571,4                       | 9,26E+07                       | 3,111E+05                           | -1,127              | 0,003360                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2389                 | 643,7                  | 6,175E-03                   | 1,853E-03            | 570,2                       | 9,23E+07                       | 3,162E+05                           | 1,129               | 0,003426                   |
| B154              | 30*60               | 8Φ20       | 9Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2464                | -723,1                 | 6,392E-03                   | 1,918E-03            | 642,3                       | 1,00E+08                       | 3,369E+05                           | -1,126              | 0,003369                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2384                 | 644,0                  | 6,099E-03                   | 1,830E-03            | 571,0                       | 9,36E+07                       | 3,141E+05                           | 1,128               | 0,003356                   |
| B155              | 30*60               | 9Φ20       | 9Φ18       | Φ10/10 | P | -0,2380                | -587,3                 | 5,938E-03                   | 1,781E-03            | 521,7                       | 8,78E+07                       | 2,830E+05                           | -1,126              | 0,003223                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2486                 | 720,9                  | 6,447E-03                   | 1,934E-03            | 641,0                       | 9,94E+07                       | 3,300E+05                           | 1,125               | 0,003320                   |
| B156              | 30*60               | 9Φ20       | 9Φ20       | Φ10/10 | P | -0,2389                | -724,2                 | 6,286E-03                   | 1,886E-03            | 641,8                       | 1,02E+08                       | 3,536E+05                           | -1,128              | 0,003467                   |
|                   |                     |            |            |        | N | 0,2391                 | 725,4                  | 6,282E-03                   | 1,885E-03            | 640,2                       | 1,02E+08                       | 3,660E+05                           | 1,133               | 0,003588                   |

| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük                  | En Büyük                 | P=0'da | En Büyük | En Büyük                           | En Büyük                      | En Büyük                      | P=0'daki                      | P=0'daki                      |
|------------|---------------|---------------------------|--------------------------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|            |               | Eksenel Basınç Yükü (M=0) | Eksenel Çekme Yükü (M=0) | Moment | Moment   | Momente Karşılık Gelen Eksenel Yük | Momentin M2 Eksenine Bileşeni | Momentin M3 Eksenine Bileşeni | Momentin M2 Eksenine Bileşeni | Momentin M3 Eksenine Bileşeni |
|            |               | kN                        | kN                       | kN.m   | kN.m     | kN                                 | kN.m                          | kN.m                          | kN.m                          | kN.m                          |
| S01        | 0             |                           |                          | 134    | 319      | 1963                               | 319                           | 0                             | 134                           | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 141    | 279      | 1854                               | 258                           | 107                           | 130                           | 54                            |
|            | 45            | 5895                      | -805                     | 146    | 255      | 1776                               | 180                           | 180                           | 104                           | 104                           |
|            | 67,5          |                           |                          | 139    | 264      | 1857                               | 101                           | 243                           | 53                            | 129                           |
|            | 90            |                           |                          | 135    | 294      | 1986                               | 0                             | 294                           | 0                             | 135                           |
| S02        | 0             |                           |                          | 130    | 313      | 2075                               | 313                           | 0                             | 130                           | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 135    | 276      | 1928                               | 255                           | 106                           | 125                           | 52                            |
|            | 45            | 6332                      | -776                     | 141    | 260      | 1841                               | 184                           | 184                           | 99                            | 99                            |
|            | 67,5          |                           |                          | 135    | 276      | 1928                               | 106                           | 255                           | 52                            | 125                           |
|            | 90            |                           |                          | 130    | 313      | 2075                               | 0                             | 313                           | 0                             | 130                           |
| S03        | 0             |                           |                          | 271    | 616      | 3146                               | 616                           | 0                             | 271                           | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 281    | 544      | 2941                               | 503                           | 208                           | 260                           | 108                           |
|            | 45            | 9493                      | -1293                    | 292    | 512      | 2816                               | 362                           | 362                           | 206                           | 206                           |
|            | 67,5          |                           |                          | 281    | 544      | 2941                               | 208                           | 503                           | 108                           | 260                           |
|            | 90            |                           |                          | 271    | 616      | 3146                               | 0                             | 616                           | 0                             | 271                           |
| S04        | 0             |                           |                          | 286    | 637      | 3206                               | 637                           | 0                             | 286                           | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 294    | 560      | 2993                               | 517                           | 214                           | 272                           | 113                           |
|            | 45            | 9883                      | -1351                    | 305    | 526      | 2864                               | 372                           | 372                           | 216                           | 216                           |
|            | 67,5          |                           |                          | 294    | 560      | 2993                               | 214                           | 517                           | 113                           | 272                           |
|            | 90            |                           |                          | 286    | 637      | 3206                               | 0                             | 637                           | 0                             | 286                           |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleştirmek için kullanılan 5 farklı yüklenme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları

| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük Eksenel Basınç Yükü (M=0) | En Büyük Eksenel Çekme Yükü (M=0) | P=0'da Moment | En Büyük Moment | En Büyük Momente Karşılık Gelen Eksenel Yük | En Büyük Momentin M2 Eksenine Bileşeni | En Büyük Momentin M3 Eksenine Bileşeni | P=0'daki Momentin M2 Eksenine Bileşeni | P=0'daki Momentin M3 Eksenine Bileşeni |
|------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|---|--|--|--|--|
|            |               | kN                                 | kN                                | kN.m          | kN.m            | kN  | kN.m                                   | kN.m                                   | kN.m                                   | kN.m                                   |
| S05        | 0             |                                    |                                   | 416           | 1104            | 4528  | 1104                                   | 0                                      | 416                                    | 0                                      |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 438           | 963             | 4220  | 889                                    | 368                                    | 404                                    | 167                                    |
|            | 45            | 13610                              | -1578                             | 456           | 879             | 4046  | 622                                    | 622                                    | 323                                    | 323                                    |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 430           | 908             | 4232  | 347                                    | 839                                    | 165                                    | 397                                    |
|            | 90            |                                    |                                   | 409           | 1016            | 4582  | 0                                      | 1016                                   | 0                                      | 409                                    |
| S06        | 0             |                                    |                                   | 485           | 1160            | 4469  | 1160                                   | 0                                      | 485                                    | 0                                      |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 500           | 1007            | 4202  | 930                                    | 385                                    | 462                                    | 191                                    |
|            | 45            | 13640                              | -1842                             | 512           | 901             | 4038  | 637                                    | 637                                    | 362                                    | 362                                    |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 480           | 909             | 4232  | 348                                    | 840                                    | 184                                    | 444                                    |
|            | 90            |                                    |                                   | 453           | 1007            | 4583  | 0                                      | 1007                                   | 0                                      | 453                                    |
| S07        | 0             |                                    |                                   | 684           | 1358            | 4437  | 1358                                   | 0                                      | 684                                    | 0                                      |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 697           | 1159            | 4240  | 1071                                   | 444                                    | 644                                    | 267                                    |
|            | 45            | 14360                              | -2634                             | 695           | 1011            | 4089  | 715                                    | 715                                    | 491                                    | 491                                    |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 648           | 996             | 4289  | 381                                    | 920                                    | 248                                    | 599                                    |
|            | 90            |                                    |                                   | 625           | 1100            | 4626  | 0                                      | 1100                                   | 0                                      | 625                                    |
| S08        | 0             |                                    |                                   | 252           | 634             | 3016  | 634                                    | 0                                      | 252                                    | 0                                      |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 266           | 550             | 2859  | 508                                    | 210                                    | 246                                    | 102                                    |
|            | 45            | 9013                               | -1185                             | 278           | 498             | 2746  | 352                                    | 352                                    | 197                                    | 197                                    |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 262           | 510             | 2868  | 195                                    | 471                                    | 100                                    | 242                                    |
|            | 90            |                                    |                                   | 251           | 567             | 3068  | 0                                      | 567                                    | 0                                      | 251                                    |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleştirme için kullanılan 5 farklı yüklenme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları (devamı)

| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük Aksenal Basınç Yükü (M=0) | En Büyük Aksenal Çekme Yükü (M=0) | P=0'da Moment | En Büyük Moment | En Büyük Momente Karşılık Gelen Aksenal Yük | En Büyük Momentin M2 Ekseni Bileşeni | En Büyük Momentin M3 Ekseni Bileşeni | P=0'daki Momentin M2 Ekseni Bileşeni | P=0'daki Momentin M3 Ekseni Bileşeni |
|------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|            |               | kN                                 | kN                                | kN.m          | kN.m            | kN  | kN.m                                 | kN.m                                 | kN.m                                 | kN.m                                 |
| S09        | 0             |                                    |                                   | 311           | 688             | 2996  | 688                                  | 0                                    | 311                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 323           | 593             | 2863  | 548                                  | 227                                  | 299                                  | 124                                  |
|            | 45            | 9208                               | -1449                             | 334           | 531             | 2756  | 375                                  | 375                                  | 236                                  | 236                                  |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 313           | 537             | 2877  | 206                                  | 496                                  | 120                                  | 290                                  |
|            | 90            |                                    |                                   | 300           | 598             | 3065  | 0                                    | 598                                  | 0                                    | 300                                  |
| S10        | 0             |                                    |                                   | 366           | 731             | 2917  | 731                                  | 0                                    | 366                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 372           | 625             | 2835  | 577                                  | 239                                  | 344                                  | 142                                  |
|            | 45            | 9104                               | -1713                             | 372           | 545             | 2740  | 385                                  | 385                                  | 263                                  | 263                                  |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 347           | 536             | 2867  | 205                                  | 495                                  | 133                                  | 321                                  |
|            | 90            |                                    |                                   | 334           | 585             | 3045  | 0                                    | 585                                  | 0                                    | 334                                  |
| S11        | 0             |                                    |                                   | 238           | 623             | 3183  | 623                                  | 0                                    | 238                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 249           | 546             | 2965  | 504                                  | 209                                  | 230                                  | 95                                   |
|            | 45            | 9623                               | -1103                             | 260           | 505             | 2839  | 357                                  | 357                                  | 184                                  | 184                                  |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 248           | 528             | 2969  | 202                                  | 488                                  | 95                                   | 229                                  |
|            | 90            |                                    |                                   | 238           | 594             | 3205  | 0                                    | 594                                  | 0                                    | 238                                  |
| S12        | 0             |                                    |                                   | 402           | 1026            | 4521  | 1026                                 | 0                                    | 402                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                    |                                   | 413           | 910             | 4203  | 841                                  | 348                                  | 382                                  | 158                                  |
|            | 45            | 13370                              | -1531                             | 426           | 851             | 4028  | 602                                  | 602                                  | 301                                  | 301                                  |
|            | 67,5          |                                    |                                   | 411           | 896             | 4213  | 343                                  | 828                                  | 157                                  | 380                                  |
|            | 90            |                                    |                                   | 391           | 1005            | 4547  | 0                                    | 1005                                 | 0                                    | 391                                  |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleştirmek için kullanılan 5 farklı yüklenme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları (devamı)

| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük Aksel Basınç Yükü (M=0) | En Büyük Aksel Çekme Yükü (M=0) | P=0'da Moment | En Büyük Moment | En Büyük Momente Karşılık Gelen Aksel Yük | En Büyük Momentin M2 Ekseni Bileşeni | En Büyük Momentin M3 Ekseni Bileşeni | P=0'daki Momentin M2 Ekseni Bileşeni | P=0'daki Momentin M3 Ekseni Bileşeni |
|------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|            |               | kN                               | kN                              | kN.m          | kN.m            | kN  | kN.m                                 | kN.m                                 | kN.m                                 | kN.m                                 |
| S13        | 0             |                                  |                                 | 548           | 1223            | 4473                                      | 1223                                 | 0                                    | 548                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                  |                                 | 563           | 1053            | 4228                                      | 973                                  | 403                                  | 520                                  | 215                                  |
|            | 45            | 13940                            | -2106                           | 574           | 934             | 4066                                      | 661                                  | 661                                  | 406                                  | 406                                  |
|            | 67,5          |                                  |                                 | 537           | 936             | 4264                                      | 358                                  | 865                                  | 206                                  | 496                                  |
|            | 90            |                                  |                                 | 509           | 1036            | 4612                                      | 0                                    | 1036                                 | 0                                    | 509                                  |
| S14        | 0             |                                  |                                 | 618           | 1292            | 4448                                      | 1292                                 | 0                                    | 618                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                  |                                 | 631           | 1108            | 4227                                      | 1024                                 | 424                                  | 583                                  | 242                                  |
|            | 45            | 14120                            | -2370                           | 636           | 974             | 4072                                      | 689                                  | 689                                  | 450                                  | 450                                  |
|            | 67,5          |                                  |                                 | 597           | 967             | 4270                                      | 370                                  | 893                                  | 229                                  | 552                                  |
|            | 90            |                                  |                                 | 568           | 1069            | 4612                                      | 0                                    | 1069                                 | 0                                    | 568                                  |
| S15        | 0             |                                  |                                 | 751           | 1424            | 4426                                      | 1424                                 | 0                                    | 751                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                  |                                 | 763           | 1210            | 4252                                      | 1118                                 | 463                                  | 705                                  | 292                                  |
|            | 45            | 14610                            | -2868                           | 752           | 1048            | 4106                                      | 741                                  | 741                                  | 532                                  | 532                                  |
|            | 67,5          |                                  |                                 | 699           | 1024            | 4308                                      | 392                                  | 946                                  | 267                                  | 646                                  |
|            | 90            |                                  |                                 | 681           | 1131            | 4640                                      | 0                                    | 1131                                 | 0                                    | 681                                  |
| S16        | 0             |                                  |                                 | 400           | 1015            | 4480                                      | 1015                                 | 0                                    | 400                                  | 0                                    |
|            | 22,5          |                                  |                                 | 419           | 903             | 4167                                      | 834                                  | 345                                  | 387                                  | 160                                  |
|            | 45            | 13140                            | -1552                           | 435           | 850             | 3990                                      | 601                                  | 601                                  | 307                                  | 307                                  |
|            | 67,5          |                                  |                                 | 419           | 903             | 4167                                      | 345                                  | 834                                  | 160                                  | 387                                  |
|            | 90            |                                  |                                 | 400           | 1015            | 4480                                      | 0                                    | 1015                                 | 0                                    | 400                                  |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleştirmek için kullanılan 5 farklı yüklenme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları (devamı)

| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük Aksenal Basınç Yüğü (M=0)<br>kN | En Büyük Aksenal Çekme Yüğü (M=0)<br>kN | P=0'da Moment<br>kN.m | En Büyük Moment<br>kN.m | En Büyük Momente Karşılık Gelen Aksenal Yüğü<br>kN | En Büyük Momentin M2 Ekseni Bileşeni<br>kN.m | En Büyük Momentin M3 Ekseni Bileşeni<br>kN.m | P=0'daki Momentin M2 Ekseni Bileşeni<br>kN.m | P=0'daki Momentin M3 Ekseni Bileşeni<br>kN.m |
|------------|---------------|--|---|-----------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|
|            |               |  |   |                       |                         |  |  |  |  |  |
| S17        | 0             |  |   | 47                    | 109                     | 1038   | 109  | 0  | 47   | 0  |
|            | 22,5          |  |   | 50                    | 99                      | 988  | 92   | 38   | 46   | 19   |
|            | 45            | 2775                                     | -388                                    | 52                    | 95                      | 951  | 67   | 67   | 37   | 37   |
|            | 67,5          |  |   | 50                    | 102                     | 988  | 39   | 94   | 19   | 46   |
|            | 90            |  |   | 47                    | 113                     | 1034   | 0  | 113  | 0  | 47   |
| S18        | 0             |  |   | 75                    | 194                     | 1511   | 194  | 0  | 75   | 0  |
|            | 22,5          |  |   | 79                    | 172                     | 1412   | 159  | 66   | 73   | 30   |
|            | 45            | 4418                                     | -517                                    | 84                    | 162                     | 1353   | 114  | 114  | 59   | 59   |
|            | 67,5          |  |   | 79                    | 172                     | 1412   | 66   | 159  | 30   | 73   |
|            | 90            |  |   | 75                    | 194                     | 1511   | 0  | 194  | 0  | 75   |
| S19        | 0             |  |   | 160                   | 342                     | 1929   | 342  | 0  | 160  | 0  |
|            | 22,5          |  |   | 168                   | 296                     | 1842   | 273  | 113  | 155  | 64   |
|            | 45            | 5897                                     | -974                                    | 172                   | 267                     | 1767   | 189  | 189  | 122  | 122  |
|            | 67,5          |  |   | 164                   | 273                     | 1845   | 104  | 252  | 63   | 151  |
|            | 90            |  |   | 158                   | 303                     | 1962   | 0  | 303  | 0  | 158  |
| S20        | 0             |  |   | 414                   | 1044                    | 4573   | 1044   | 0  | 414  | 0  |
|            | 22,5          |  |   | 429                   | 924                     | 4241   | 853  | 353  | 396  | 164  |
|            | 45            | 13660                                    | -1583                                   | 446                   | 869                     | 4060   | 615  | 615  | 316  | 316  |
|            | 67,5          |  |   | 429                   | 924                     | 4241   | 353  | 853  | 164  | 396  |
|            | 90            |  |   | 414                   | 1044                    | 4573   | 0  | 1044   | 0  | 414  |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleştirmek için kullanılan 5 farklı yükleme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları (devamı)



| Kolon Türü | Yükleme Açısı | En Büyük                  | En Büyük                 | P=0'da | En Büyük | En Büyük                           | En Büyük                      | En Büyük                      | P=0'daki                      | P=0'daki                      |
|------------|---------------|---------------------------|--------------------------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|            |               | Eksenel Basınç Yükü (M=0) | Eksenel Çekme Yükü (M=0) | Moment | Moment   | Momente Karşılık Gelen Eksenel Yük | Momentin M2 Eksenine Bileşeni | Momentin M3 Eksenine Bileşeni | Momentin M2 Eksenine Bileşeni | Momentin M3 Eksenine Bileşeni |
|            |               | kN                        | kN                       | kN.m   | kN.m     | kN                                 | kN.m                          | kN.m                          | kN.m                          | kN.m                          |
| S21        | 0             |                           |                          | 434    | 1041     | 4587                               | 1041                          | 0                             | 434                           | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 451    | 923      | 4176                               | 852                           | 353                           | 417                           | 173                           |
|            | 45            | 13260                     | -1689                    | 468    | 869      | 3999                               | 614                           | 614                           | 331                           | 331                           |
|            | 67,5          |                           |                          | 451    | 923      | 4176                               | 353                           | 852                           | 173                           | 417                           |
|            | 90            |                           |                          | 434    | 1041     | 4587                               | 0                             | 1041                          | 0                             | 434                           |
| S22        | 0             |                           |                          | 62     | 129      | 1126                               | 129                           | 0                             | 62                            | 0                             |
|            | 22,5          |                           |                          | 64     | 114      | 1052                               | 105                           | 44                            | 59                            | 25                            |
|            | 45            | 3395                      | -517                     | 67     | 107      | 1008                               | 76                            | 76                            | 47                            | 47                            |
|            | 67,5          |                           |                          | 64     | 114      | 1052                               | 44                            | 105                           | 25                            | 59                            |
|            | 90            |                           |                          | 62     | 129      | 1126                               | 0                             | 129                           | 0                             | 62                            |

Ek-4 Kolonların akma yüzeylerini idealleşirmek için kullanılan 5 farklı yüklenme açısına ait karşılıklı etkileşim diyagramlarının özel noktaları (devamı)

Ek-5 Binaların analizlerinde y doğrultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (sn) |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 3A1K00E |                      | 1,00 |      |      |      |      |      | 1,00                         |       | 0,359 |       |       |       |       |       |
| 3A1K05E | 0,97                 |      | 0,03 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,363 |       | 0,274 |       |       |       |       |
| 3A1K10E | 0,90                 |      | 0,10 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,376 |       | 0,265 |       |       |       |       |
| 3A1K15E | 0,86                 |      | 0,14 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,392 |       | 0,254 |       |       |       |       |
| 3A1K20E | 0,83                 |      | 0,17 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,412 |       | 0,241 |       |       |       |       |
| 3A1K25E | 0,82                 |      | 0,18 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,434 |       | 0,229 |       |       |       |       |
| 3A1K30E | 0,82                 |      | 0,18 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,457 |       | 0,218 |       |       |       |       |
| 3A2K00E |                      | 0,91 |      |      | 0,09 |      |      | 1,00                         |       | 0,469 |       |       | 0,165 |       |       |
| 3A2K05E |                      | 0,88 | 0,03 |      |      |      |      | 0,91                         |       | 0,475 | 0,362 |       |       |       |       |
| 3A2K10E | 0,82                 |      | 0,09 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,492 |       | 0,349 |       |       |       |       |
| 3A2K15E | 0,78                 |      | 0,14 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,514 |       | 0,334 |       |       |       |       |
| 3A2K20E | 0,76                 |      | 0,16 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,541 |       | 0,318 |       |       |       |       |
| 3A2K25E | 0,75                 |      | 0,17 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,570 |       | 0,302 |       |       |       |       |
| 3A2K30E | 0,74                 |      | 0,17 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,601 |       | 0,286 |       |       |       |       |
| 3A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,92                         |       | 0,777 |       |       | 0,274 |       |       |
| 3A5K05E |                      | 0,77 | 0,03 |      | 0,12 |      |      | 0,91                         |       | 0,788 | 0,596 |       | 0,278 |       |       |
| 3A5K10E |                      | 0,72 | 0,08 | 0,11 |      |      |      | 0,90                         |       | 0,815 | 0,576 | 0,288 |       |       |       |
| 3A5K15E | 0,68                 |      | 0,11 | 0,11 |      | 0,02 |      | 0,92                         | 0,852 |       | 0,551 | 0,301 |       | 0,195 |       |
| 3A5K20E | 0,66                 |      | 0,13 | 0,10 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 0,895 |       | 0,525 | 0,316 |       | 0,185 |       |
| 3A5K25E | 0,65                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 0,942 |       | 0,498 | 0,333 |       | 0,184 |       |
| 3A5K30E | 0,65                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 0,993 |       | 0,473 | 0,351 |       | 0,193 |       |
| 3A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90                         |       | 0,919 |       |       | 0,320 |       |       |
| 3A8K05E |                      | 0,75 | 0,02 |      | 0,12 | 0,00 |      | 0,90                         |       | 0,930 | 0,696 |       | 0,324 | 0,244 |       |
| 3A8K10E |                      | 0,71 | 0,07 |      | 0,11 | 0,01 | 0,04 | 0,93                         |       | 0,961 | 0,674 |       | 0,335 | 0,236 | 0,190 |
| 3A8K15E | 0,67                 |      | 0,10 | 0,11 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 1,003 |       | 0,646 | 0,350 |       | 0,226 | 0,199 |
| 3A8K20E | 0,65                 |      | 0,12 | 0,10 |      | 0,01 | 0,04 | 0,93                         | 1,053 |       | 0,615 | 0,368 |       | 0,215 | 0,209 |
| 3A8K25E | 0,64                 |      | 0,13 | 0,10 |      | 0,03 | 0,02 | 0,93                         | 1,107 |       | 0,585 | 0,387 |       | 0,220 | 0,205 |
| 3A8K30E | 0,64                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,03 | 0,02 | 0,93                         | 1,166 |       | 0,555 | 0,408 |       | 0,232 | 0,194 |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna atılır.

Ek-5 Binaların analizlerinde y dorultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar (devamı)

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (sn) |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 4A1K00E |                      | 1,00 |      |      |      |      |      | 1,00                         |       | 0,367 |       |       |       |       |       |
| 4A1K05E | 0,94                 |      | 0,06 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,372 |       | 0,288 |       |       |       |       |
| 4A1K10E | 0,86                 |      | 0,14 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,388 |       | 0,276 |       |       |       |       |
| 4A1K15E | 0,82                 |      | 0,18 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,410 |       | 0,261 |       |       |       |       |
| 4A1K20E | 0,80                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,435 |       | 0,246 |       |       |       |       |
| 4A1K25E | 0,80                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,462 |       | 0,232 |       |       |       |       |
| 4A1K30E | 0,80                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,490 |       | 0,367 |       |       |       |       |
| 4A2K00E |                      | 0,91 |      |      | 0,09 |      |      | 1,00                         |       | 0,476 |       |       | 0,168 |       |       |
| 4A2K05E | 0,86                 |      | 0,06 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,486 |       | 0,379 |       |       |       |       |
| 4A2K10E | 0,78                 |      | 0,13 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,508 |       | 0,362 |       |       |       |       |
| 4A2K15E | 0,74                 |      | 0,17 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,537 |       | 0,343 |       |       |       |       |
| 4A2K20E | 0,73                 |      | 0,19 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,570 |       | 0,323 |       |       |       |       |
| 4A2K25E | 0,74                 |      | 0,18 |      |      |      |      | 0,92                         | 0,601 |       | 0,300 |       |       |       |       |
| 4A2K30E | 0,73                 |      | 0,18 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,642 |       | 0,287 |       |       |       |       |
| 4A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,92                         |       | 0,785 |       |       | 0,277 |       |       |
| 4A5K05E |                      | 0,74 | 0,05 |      | 0,12 |      |      | 0,91                         |       | 0,800 | 0,623 |       | 0,283 |       |       |
| 4A5K10E | 0,71                 |      | 0,08 | 0,11 |      |      |      | 0,90                         | 0,816 |       | 0,610 | 0,289 |       |       |       |
| 4A5K15E | 0,65                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 0,884 |       | 0,564 | 0,313 |       | 0,199 |       |
| 4A5K20E | 0,63                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 0,937 |       | 0,532 | 0,332 |       | 0,188 |       |
| 4A5K25E | 0,63                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 0,995 |       | 0,501 | 0,352 |       | 0,194 |       |
| 4A5K30E | 0,63                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 1,057 |       | 0,472 | 0,374 |       | 0,206 |       |
| 4A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90                         |       | 0,932 |       |       | 0,324 |       |       |
| 4A8K05E |                      | 0,74 | 0,04 |      | 0,11 | 0,01 |      | 0,90                         |       | 0,949 | 0,732 |       | 0,330 | 0,256 |       |
| 4A8K10E | 0,68                 |      | 0,10 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 0,991 |       | 0,701 | 0,345 |       | 0,245 | 0,196 |
| 4A8K15E | 0,64                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 1,045 |       | 0,664 | 0,364 |       | 0,232 | 0,207 |
| 4A8K20E | 0,63                 |      | 0,15 | 0,10 |      | 0,01 | 0,05 | 0,93                         | 1,107 |       | 0,627 | 0,386 |       | 0,220 | 0,218 |
| 4A8K25E | 0,63                 |      | 0,15 | 0,10 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,175 |       | 0,591 | 0,410 |       | 0,233 | 0,206 |
| 4A8K30E | 0,63                 |      | 0,15 | 0,10 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,247 |       | 0,557 | 0,435 |       | 0,248 | 0,194 |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna aittir.

Ek-5 Binaların analizlerinde y doğrultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar (devamı)

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (sn) |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 5A1K00E |                      | 1,00 |      |      |      |      |      | 1,00                         |       | 0,369 |       |       |       |       |       |
| 5A1K05E | 0,92                 |      | 0,08 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,378 |       | 0,300 |       |       |       |       |
| 5A1K10E | 0,83                 |      | 0,17 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,398 |       | 0,284 |       |       |       |       |
| 5A1K15E | 0,79                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,423 |       | 0,267 |       |       |       |       |
| 5A1K20E | 0,78                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,452 |       | 0,250 |       |       |       |       |
| 5A1K25E | 0,78                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,482 |       | 0,235 |       |       |       |       |
| 5A1K30E | 0,79                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,514 |       | 0,220 |       |       |       |       |
| 5A2K00E |                      | 0,91 |      |      | 0,09 |      |      | 1,00                         |       | 0,407 |       |       | 0,136 |       |       |
| 5A2K05E | 0,83                 |      | 0,08 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,417 |       | 0,331 |       |       |       |       |
| 5A2K10E | 0,75                 |      | 0,16 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,440 |       | 0,314 |       |       |       |       |
| 5A2K15E | 0,72                 |      | 0,19 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,468 |       | 0,295 |       |       |       |       |
| 5A2K20E | 0,71                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,499 |       | 0,277 |       |       |       |       |
| 5A2K25E | 0,71                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,533 |       | 0,259 |       |       |       |       |
| 5A2K30E | 0,72                 |      | 0,19 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,569 |       | 0,243 |       |       |       |       |
| 5A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,92                         |       | 0,791 |       |       | 0,280 |       |       |
| 5A5K05E |                      | 0,72 | 0,07 | 0,11 |      |      |      | 0,90                         |       | 0,811 | 0,645 | 0,287 |       |       |       |
| 5A5K10E | 0,65                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 0,855 |       | 0,612 | 0,303 |       | 0,216 |       |
| 5A5K15E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,91                         | 0,910 |       | 0,575 | 0,322 |       | 0,203 |       |
| 5A5K20E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,91                         | 0,971 |       | 0,575 | 0,322 |       | 0,203 |       |
| 5A5K25E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 1,037 |       | 0,504 | 0,367 |       | 0,203 |       |
| 5A5K30E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 1,106 |       | 0,473 | 0,391 |       | 0,216 |       |
| 5A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90                         |       | 0,938 |       |       | 0,326 |       |       |
| 5A8K05E | 0,72                 |      | 0,06 | 0,11 |      | 0,01 |      | 0,90                         | 0,960 |       | 0,758 | 0,334 |       | 0,265 |       |
| 5A8K10E | 0,65                 |      | 0,13 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 1,011 |       | 0,720 | 0,352 |       | 0,251 | 0,200 |
| 5A8K15E | 0,62                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 1,075 |       | 0,677 | 0,375 |       | 0,236 | 0,213 |
| 5A8K20E | 0,61                 |      | 0,17 | 0,09 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 1,146 |       | 0,635 | 0,400 |       | 0,228 | 0,221 |
| 5A8K25E | 0,61                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,222 |       | 0,595 | 0,426 |       | 0,243 | 0,208 |
| 5A8K30E | 0,62                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,90                         | 1,303 |       | 0,558 | 0,455 |       | 0,259 |       |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna aittir.

Ek-5 Binaların analizlerinde y doğrultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar (devamı)

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (SN) |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ    | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 6A1K00E |                      | 1,00 |      |      |      |      |      | 1,00 |                              | 0,371 |       |       |       |       |       |
| 6A1K05E | 0,89                 |      | 0,11 |      |      |      |      | 1,00 | 0,382                        |       | 0,308 |       |       |       |       |
| 6A1K10E | 0,80                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 1,00 | 0,406                        |       | 0,290 |       |       |       |       |
| 6A1K15E | 0,76                 |      | 0,24 |      |      |      |      | 1,00 | 0,434                        |       | 0,271 |       |       |       |       |
| 6A1K20E | 0,76                 |      | 0,24 |      |      |      |      | 1,00 | 0,465                        |       | 0,253 |       |       |       |       |
| 6A1K25E | 0,77                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 1,00 | 0,497                        |       | 0,237 |       |       |       |       |
| 6A1K30E | 0,78                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 1,00 | 0,532                        |       | 0,221 |       |       |       |       |
| 6A2K00E |                      | 0,91 |      |      | 0,09 |      |      | 1,00 |                              | 0,410 |       |       | 0,137 |       |       |
| 6A2K05E | 0,81                 |      | 0,10 |      |      |      |      | 0,91 | 0,422                        |       | 0,341 |       |       |       |       |
| 6A2K10E | 0,72                 |      | 0,19 |      |      |      |      | 0,91 | 0,448                        |       | 0,321 |       |       |       |       |
| 6A2K15E | 0,69                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 0,91 | 0,479                        |       | 0,300 |       |       |       |       |
| 6A2K20E | 0,69                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 0,91 | 0,513                        |       | 0,280 |       |       |       |       |
| 6A2K25E | 0,70                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 0,91 | 0,550                        |       | 0,261 |       |       |       |       |
| 6A2K30E | 0,71                 |      | 0,20 |      |      |      |      | 0,91 | 0,588                        |       | 0,244 |       |       |       |       |
| 6A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,91 |                              | 0,796 |       |       | 0,281 |       |       |
| 6A5K05E | 0,70                 |      | 0,09 | 0,11 |      |      |      | 0,90 | 0,820                        |       | 0,663 | 0,290 |       |       |       |
| 6A5K10E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,91 | 0,871                        |       | 0,625 | 0,308 |       | 0,221 |       |
| 6A5K15E | 0,60                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91 | 0,932                        |       | 0,584 | 0,330 |       | 0,206 |       |
| 6A5K20E | 0,60                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,02 |      | 0,90 | 0,999                        |       | 0,545 | 0,353 |       | 0,195 |       |
| 6A5K25E | 0,61                 |      | 0,18 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,91 | 1,070                        |       | 0,509 | 0,378 |       | 0,209 |       |
| 6A5K30E | 0,62                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92 | 1,145                        |       | 0,475 | 0,405 |       | 0,224 |       |
| 6A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90 |                              | 0,941 |       |       | 0,328 |       |       |
| 6A8K05E | 0,69                 |      | 0,08 | 0,11 |      | 0,01 | 0,03 | 0,93 | 0,969                        |       | 0,779 | 0,337 |       | 0,272 | 0,192 |
| 6A8K10E | 0,62                 |      | 0,16 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93 | 1,027                        |       | 0,734 | 0,358 |       | 0,256 | 0,204 |
| 6A8K15E | 0,60                 |      | 0,18 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,098                        |       | 0,687 | 0,383 |       | 0,240 | 0,218 |
| 6A8K20E | 0,59                 |      | 0,18 | 0,09 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93 | 1,176                        |       | 0,642 | 0,410 |       | 0,234 | 0,224 |
| 6A8K25E | 0,60                 |      | 0,18 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,259                        |       | 0,599 | 0,439 |       | 0,250 | 0,209 |
| 6A8K30E | 0,61                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,90 | 1,347                        |       | 0,560 | 0,470 |       | 0,267 |       |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna aittir.

Ek-5 Binaların analizlerinde y doğrultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar (devamı)

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (SN) |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ    | 1                            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 7A1K00E |                      | 1,00 |      |      |      |      |      | 1,00 |                              | 0,373 |       |       |       |       |       |
| 7A1K05E | 0,86                 |      | 0,14 |      |      |      |      | 1,00 | 0,386                        |       | 0,315 |       |       |       |       |
| 7A1K10E | 0,77                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 1,00 | 0,412                        |       | 0,295 |       |       |       |       |
| 7A1K15E | 0,75                 |      | 0,25 |      |      |      |      | 1,00 | 0,442                        |       | 0,275 |       |       |       |       |
| 7A1K20E | 0,75                 |      | 0,25 |      |      |      |      | 1,00 | 0,475                        |       | 0,275 |       |       |       |       |
| 7A1K25E | 0,76                 |      | 0,24 |      |      |      |      | 1,00 | 0,509                        |       | 0,239 |       |       |       |       |
| 7A1K30E | 0,77                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 1,00 | 0,546                        |       | 0,223 |       |       |       |       |
| 7A2K00E |                      | 0,91 |      |      | 0,09 |      |      | 1,00 |                              | 0,412 |       |       | 0,138 |       |       |
| 7A2K05E | 0,78                 |      | 0,13 |      |      |      |      | 0,91 | 0,426                        |       | 0,347 |       |       |       |       |
| 7A2K10E | 0,70                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 0,91 | 0,454                        |       | 0,326 |       |       |       |       |
| 7A2K15E | 0,68                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 0,91 | 0,488                        |       | 0,303 |       |       |       |       |
| 7A2K20E | 0,68                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 0,91 | 0,524                        |       | 0,283 |       |       |       |       |
| 7A2K25E | 0,69                 |      | 0,22 |      |      |      |      | 0,91 | 0,562                        |       | 0,263 |       |       |       |       |
| 7A2K30E | 0,70                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 0,91 | 0,603                        |       | 0,246 |       |       |       |       |
| 7A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,91 |                              | 0,798 |       |       | 0,282 |       |       |
| 7A5K05E | 0,67                 |      | 0,12 | 0,11 |      | 0,02 |      | 0,91 | 0,827                        |       | 0,676 | 0,292 |       | 0,239 |       |
| 7A5K10E | 0,60                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91 | 0,883                        |       | 0,633 | 0,312 |       | 0,224 |       |
| 7A5K15E | 0,59                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91 | 0,948                        |       | 0,590 | 0,335 |       | 0,209 |       |
| 7A5K20E | 0,60                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,92 | 1,042                        |       | 0,562 | 0,368 |       | 0,203 |       |
| 7A5K25E | 0,60                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91 | 1,093                        |       | 0,511 | 0,387 |       | 0,214 |       |
| 7A5K30E | 0,61                 |      | 0,18 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92 | 1,172                        |       | 0,477 | 0,414 |       | 0,229 |       |
| 7A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90 |                              | 0,945 |       |       | 0,329 |       |       |
| 7A8K05E | 0,67                 |      | 0,11 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93 | 0,977                        |       | 0,795 | 0,340 |       | 0,277 | 0,194 |
| 7A8K10E | 0,60                 |      | 0,18 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,042                        |       | 0,746 | 0,363 |       | 0,260 | 0,207 |
| 7A8K15E | 0,58                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,118                        |       | 0,695 | 0,389 |       | 0,242 | 0,222 |
| 7A8K20E | 0,58                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,200                        |       | 0,647 | 0,418 |       | 0,238 | 0,226 |
| 7A8K25E | 0,59                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 1,288                        |       | 0,603 | 0,449 |       | 0,256 | 0,210 |
| 7A8K30E | 0,60                 |      | 0,17 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,90 | 1,381                        |       | 0,563 | 0,481 |       | 0,274 |       |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna aittir.

Ek-5 Binaların analizlerinde y doğrultusunda dikkate alınan modlar ve bunlara ait kütle katılım oranları ile periyotlar (devamı)

| BİNA    | ETKİN KÜTLE ORANLARI |      |      |      |      |      |      | İLGİLİ MODA AİT PERİYOT (SN) |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | Mod1                 | Mod2 | Mod3 | Mod4 | Mod5 | Mod6 | Mod7 | Σ                            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 8A1K00E | 1,00                 |      |      |      |      |      |      | 1,00                         | 0,375 |       |       |       |       |       |       |
| 8A1K05E | 0,84                 |      | 0,16 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,389 |       | 0,320 |       |       |       |       |
| 8A1K10E | 0,75                 |      | 0,25 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,417 |       | 0,299 |       |       |       |       |
| 8A1K15E | 0,73                 |      | 0,27 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,448 |       | 0,278 |       |       |       |       |
| 8A1K20E | 0,74                 |      | 0,26 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,483 |       | 0,258 |       |       |       |       |
| 8A1K25E | 0,75                 |      | 0,25 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,519 |       | 0,240 |       |       |       |       |
| 8A1K30E | 0,77                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 1,00                         | 0,557 |       | 0,224 |       |       |       |       |
| 8A2K00E |                      | 0,91 |      | 0,09 |      |      |      | 1,00                         |       | 0,413 |       | 0,139 |       |       |       |
| 8A2K05E | 0,76                 |      | 0,15 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,429 |       | 0,353 |       |       |       |       |
| 8A2K10E | 0,68                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,460 |       | 0,330 |       |       |       |       |
| 8A2K15E | 0,66                 |      | 0,25 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,495 |       | 0,306 |       |       |       |       |
| 8A2K20E | 0,67                 |      | 0,24 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,532 |       | 0,285 |       |       |       |       |
| 8A2K25E | 0,68                 |      | 0,23 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,572 |       | 0,265 |       |       |       |       |
| 8A2K30E | 0,70                 |      | 0,21 |      |      |      |      | 0,91                         | 0,615 |       | 0,247 |       |       |       |       |
| 8A5K00E |                      | 0,79 |      |      | 0,12 |      |      | 0,91                         |       | 0,800 |       |       | 0,283 |       |       |
| 8A5K05E | 0,65                 |      | 0,14 | 0,10 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 0,833 |       | 0,686 | 0,295 |       | 0,243 |       |
| 8A5K10E | 0,59                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91                         | 0,892 |       | 0,640 | 0,316 |       | 0,226 |       |
| 8A5K15E | 0,57                 |      | 0,22 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91                         | 0,961 |       | 0,595 | 0,340 |       | 0,210 |       |
| 8A5K20E | 0,58                 |      | 0,21 | 0,09 |      | 0,02 |      | 0,91                         | 1,034 |       | 0,553 | 0,366 |       | 0,202 |       |
| 8A5K25E | 0,59                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 |      | 0,91                         | 1,112 |       | 0,514 | 0,393 |       | 0,218 |       |
| 8A5K30E | 0,61                 |      | 0,18 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,92                         | 1,194 |       | 0,478 | 0,422 |       | 0,234 |       |
| 8A8K00E |                      | 0,78 |      |      | 0,12 |      |      | 0,90                         |       | 0,948 |       |       | 0,330 |       |       |
| 8A8K05E | 0,65                 |      | 0,13 | 0,10 |      | 0,02 | 0,03 | 0,93                         | 0,985 |       | 0,809 | 0,343 |       | 0,282 | 0,195 |
| 8A8K10E | 0,58                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,055 |       | 0,756 | 0,368 |       | 0,263 | 0,209 |
| 8A8K15E | 0,57                 |      | 0,21 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,135 |       | 0,703 | 0,395 |       | 0,245 | 0,225 |
| 8A8K20E | 0,57                 |      | 0,20 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,221 |       | 0,653 | 0,426 |       | 0,242 | 0,228 |
| 8A8K25E | 0,59                 |      | 0,19 | 0,09 |      | 0,03 | 0,03 | 0,93                         | 1,313 |       | 0,607 | 0,458 |       | 0,261 | 0,212 |
| 8A8K30E | 0,60                 |      | 0,18 | 0,10 |      | 0,03 |      | 0,90                         | 1,409 |       | 0,566 | 0,491 |       | 0,280 |       |

Not : Bos olan etkin kütle oranları ve periyot değerleri "x" doğrultusuna aittir.

## Ek-6 Binalara ait deprem talepleri

| Bina    | Bina<br>Ağırlığı<br>(wi=gi+nqi)<br>kN | Deprem Yüğü |         |                | Taban Kesme<br>Kuvveti |         | Hedef Deplesman |         |
|---------|---------------------------------------|-------------|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|---------|
|         |                                       | Modal       | Eşdeğer | Madde<br>2.8.5 | 1.Mod                  | Uniform | 1.Mod           | Uniform |
|         |                                       | kN          | kN      | kN             | kN                     | kN      | m               | m       |
| 3A1K00E |                                       |             |         |                | 792                    | 781     | 0,039           | 0,039   |
| 3A1K05E |                                       |             |         |                | 773                    | 769     | 0,042           | 0,042   |
| 3A1K10E |                                       |             |         |                | 752                    | 752     | 0,043           | 0,043   |
| 3A1K15E | 1802                                  | 235         | 235     | 235            | 634                    | 725     | 0,051           | 0,045   |
| 3A1K20E |                                       |             |         |                | 591                    | 695     | 0,058           | 0,048   |
| 3A1K25E |                                       |             |         |                | 561                    | 661     | 0,064           | 0,052   |
| 3A1K30E |                                       |             |         |                | 533                    | 626     | 0,070           | 0,056   |
| 3A2K00E |                                       |             |         |                | 1156                   | 1275    | 0,083           | 0,075   |
| 3A2K05E |                                       |             |         |                | 1131                   | 1253    | 0,086           | 0,077   |
| 3A2K10E |                                       |             |         |                | 1106                   | 1255    | 0,093           | 0,079   |
| 3A2K15E | 3656                                  | 444         | 477     | 444            | 1117                   | 1325    | 0,098           | 0,076   |
| 3A2K20E |                                       |             |         |                | 1076                   | 1284    | 0,106           | 0,079   |
| 3A2K25E |                                       |             |         |                | 1023                   | 1231    | 0,116           | 0,086   |
| 3A2K30E |                                       |             |         |                | 967                    | 1170    | 0,121           | 0,093   |
| 3A5K00E |                                       |             |         |                | 2260                   | 2740    | 0,165           | 0,144   |
| 3A5K05E |                                       |             |         |                | 2271                   | 2780    | 0,168           | 0,145   |
| 3A5K10E |                                       |             |         |                | 2387                   | 2960    | 0,174           | 0,146   |
| 3A5K15E | 9578                                  | 1014        | 1247    | 1122           | 2467                   | 3190    | 0,183           | 0,148   |
| 3A5K20E |                                       |             |         |                | 2382                   | 3215    | 0,191           | 0,154   |
| 3A5K25E |                                       |             |         |                | 2396                   | 3306    | 0,201           | 0,160   |
| 3A5K30E |                                       |             |         |                | 2265                   | 3125    | 0,217           | 0,169   |
| 3A8K00E |                                       |             |         |                | 3766                   | 4512    | 0,191           | 0,165   |
| 3A8K05E |                                       |             |         |                | 3872                   | 4652    | 0,194           | 0,166   |
| 3A8K10E |                                       |             |         |                | 4107                   | 4982    | 0,201           | 0,169   |
| 3A8K15E | 16999                                 | 1719        | 2160    | 1944           | 4067                   | 5113    | 0,203           | 0,173   |
| 3A8K20E |                                       |             |         |                | 3907                   | 5169    | 0,215           | 0,180   |
| 3A8K25E |                                       |             |         |                | 3949                   | 5371    | 0,231           | 0,188   |
| 3A8K30E |                                       |             |         |                | 3850                   | 5210    | 0,243           | 0,197   |
| 4A1K00E |                                       |             |         |                | 999                    | 999     | 0,041           | 0,041   |
| 4A1K05E |                                       |             |         |                | 907                    | 969     | 0,043           | 0,044   |
| 4A1K10E |                                       |             |         |                | 809                    | 935     | 0,050           | 0,046   |
| 4A1K15E | 2337                                  | 305         | 305     | 305            | 739                    | 891     | 0,057           | 0,049   |
| 4A1K20E |                                       |             |         |                | 692                    | 839     | 0,064           | 0,053   |
| 4A1K25E |                                       |             |         |                | 658                    | 789     | 0,072           | 0,058   |
| 4A1K30E |                                       |             |         |                | 627                    | 740     | 0,080           | 0,065   |



Ek-6 Binalara ait deprem talepleri (devamı)

| Bina    | Bina<br>Ağırlığı<br>(wi=gi+nqi)<br>kN | Deprem Yüğü |         |                | Taban Kesme<br>Kuvveti |         | Hedef Deplesman |         |
|---------|---------------------------------------|-------------|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|---------|
|         |                                       | Modal       | Eşdeğer | Madde<br>2.8.5 | 1.Mod                  | Uniform | 1.Mod           | Uniform |
|         |                                       | kN          | kN      | kN             | kN                     | kN      | kN              | m       |
| 4A2K00E |                                       |             |         |                | 1451                   | 1607    | 0,086           | 0,078   |
| 4A2K05E |                                       |             |         |                | 1458                   | 1650    | 0,090           | 0,077   |
| 4A2K10E |                                       |             |         |                | 1418                   | 1716    | 0,097           | 0,076   |
| 4A2K15E | 4738                                  | 576         | 619     | 576            | 1312                   | 1630    | 0,108           | 0,081   |
| 4A2K20E |                                       |             |         |                | 1234                   | 1543    | 0,120           | 0,088   |
| 4A2K25E |                                       |             |         |                | 1189                   | 1462    | 0,125           | 0,095   |
| 4A2K30E |                                       |             |         |                | 1127                   | 1390    | 0,133           | 0,106   |
| 4A5K00E |                                       |             |         |                | 2786                   | 3380    | 0,169           | 0,147   |
| 4A5K05E |                                       |             |         |                | 2981                   | 3691    | 0,170           | 0,146   |
| 4A5K10E |                                       |             |         |                | 3099                   | 3956    | 0,175           | 0,146   |
| 4A5K15E | 12393                                 | 1313        | 1616    | 1454           | 2845                   | 3972    | 0,189           | 0,153   |
| 4A5K20E |                                       |             |         |                | 2768                   | 3885    | 0,203           | 0,160   |
| 4A5K25E |                                       |             |         |                | 2668                   | 3741    | 0,217           | 0,168   |
| 4A5K30E |                                       |             |         |                | 2646                   | 3718    | 0,221           | 0,179   |
| 4A8K00E |                                       |             |         |                | 4893                   | 5853    | 0,194           | 0,167   |
| 4A8K05E |                                       |             |         |                | 5069                   | 6126    | 0,198           | 0,169   |
| 4A8K10E |                                       |             |         |                | 5143                   | 6592    | 0,208           | 0,172   |
| 4A8K15E | 21962                                 | 2201        | 2764    | 2485           | 4814                   | 6574    | 0,215           | 0,179   |
| 4A8K20E |                                       |             |         |                | 4752                   | 6567    | 0,228           | 0,188   |
| 4A8K25E |                                       |             |         |                | 4583                   | 6336    | 0,245           | 0,197   |
| 4A8K30E |                                       |             |         |                | 4523                   | 6188    | 0,263           | 0,203   |
| 5A1K00E |                                       |             |         |                | 1211                   | 1206    | 0,042           | 0,042   |
| 5A1K05E |                                       |             |         |                | 1058                   | 1170    | 0,046           | 0,045   |
| 5A1K10E |                                       |             |         |                | 929                    | 1117    | 0,054           | 0,048   |
| 5A1K15E | 2871                                  | 375         | 375     | 375            | 862                    | 1047    | 0,062           | 0,052   |
| 5A1K20E |                                       |             |         |                | 802                    | 976     | 0,070           | 0,057   |
| 5A1K25E |                                       |             |         |                | 761                    | 917     | 0,079           | 0,064   |
| 5A1K30E |                                       |             |         |                | 724                    | 863     | 0,089           | 0,072   |
| 5A2K00E |                                       |             |         |                | 2220                   | 2470    | 0,065           | 0,058   |
| 5A2K05E |                                       |             |         |                | 2166                   | 2514    | 0,070           | 0,059   |
| 5A2K10E |                                       |             |         |                | 2052                   | 2580    | 0,078           | 0,061   |
| 5A2K15E | 5921                                  | 713         | 773     | 713            | 1923                   | 2500    | 0,087           | 0,066   |
| 5A2K20E |                                       |             |         |                | 1851                   | 2427    | 0,098           | 0,072   |
| 5A2K25E |                                       |             |         |                | 1773                   | 2297    | 0,109           | 0,080   |
| 5A2K30E |                                       |             |         |                | 1727                   | 2214    | 0,121           | 0,088   |

Ek-6 Binalara ait deprem talepleri (devamı)

| Bina    | Bina<br>Ağırlığı<br>( $w_i=gi+nq_i$ ) | Deprem Yüğü |         |                | Taban Kesme<br>Kuvveti |         | Hedef Deplesman |         |
|---------|---------------------------------------|-------------|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|---------|
|         |                                       | Modal       | Eşdeğer | Madde<br>2.8.5 | 1.Mod                  | Uniform | 1.Mod           | Uniform |
|         |                                       | kN          | kN      | kN             | kN                     | kN      | m               | m       |
| 5A5K00E |                                       |             |         |                | 3496                   | 4243    | 0,168           | 0,146   |
| 5A5K05E |                                       |             |         |                | 3678                   | 4680    | 0,173           | 0,146   |
| 5A5K10E |                                       |             |         |                | 3396                   | 4772    | 0,184           | 0,150   |
| 5A5K15E | 15207                                 | 1613        | 1984    | 1786           | 3379                   | 4854    | 0,197           | 0,155   |
| 5A5K20E |                                       |             |         |                | 3235                   | 4651    | 0,211           | 0,164   |
| 5A5K25E |                                       |             |         |                | 3154                   | 4558    | 0,217           | 0,174   |
| 5A5K30E |                                       |             |         |                | 3033                   | 4340    | 0,234           | 0,186   |
| 5A8K00E |                                       |             |         |                | 6075                   | 7258    | 0,195           | 0,168   |
| 5A8K05E |                                       |             |         |                | 6169                   | 7623    | 0,202           | 0,170   |
| 5A8K10E |                                       |             |         |                | 5894                   | 8056    | 0,206           | 0,175   |
| 5A8K15E | 26924                                 | 2682        | 3367    | 3030           | 5586                   | 7903    | 0,221           | 0,182   |
| 5A8K20E |                                       |             |         |                | 5545                   | 7926    | 0,238           | 0,192   |
| 5A8K25E |                                       |             |         |                | 4592                   | 7791    | 0,259           | 0,204   |
| 5A8K30E |                                       |             |         |                | 3662                   | 7656    | 0,287           | 0,213   |
| 6A1K00E |                                       |             |         |                | 1376                   | 1455    | 0,041           | 0,042   |
| 6A1K05E |                                       |             |         |                | 1210                   | 1381    | 0,050           | 0,046   |
| 6A1K10E |                                       |             |         |                | 1065                   | 1300    | 0,058           | 0,049   |
| 6A1K15E | 3406                                  | 445         | 445     | 445            | 985                    | 1207    | 0,066           | 0,053   |
| 6A1K20E |                                       |             |         |                | 917                    | 1123    | 0,075           | 0,060   |
| 6A1K25E |                                       |             |         |                | 867                    | 1061    | 0,085           | 0,067   |
| 6A1K30E |                                       |             |         |                | 822                    | 998     | 0,096           | 0,076   |
| 6A2K00E |                                       |             |         |                | 2598                   | 2886    | 0,066           | 0,059   |
| 6A2K05E |                                       |             |         |                | 2473                   | 2891    | 0,073           | 0,060   |
| 6A2K10E |                                       |             |         |                | 2312                   | 3013    | 0,082           | 0,062   |
| 6A2K15E | 7019                                  | 845         | 917     | 845            | 2162                   | 2865    | 0,093           | 0,068   |
| 6A2K20E |                                       |             |         |                | 2047                   | 2706    | 0,105           | 0,076   |
| 6A2K25E |                                       |             |         |                | 1977                   | 2595    | 0,117           | 0,084   |
| 6A2K30E |                                       |             |         |                | 1932                   | 2494    | 0,129           | 0,093   |
| 6A5K00E |                                       |             |         |                | 4144                   | 5030    | 0,169           | 0,147   |
| 6A5K05E |                                       |             |         |                | 4103                   | 5459    | 0,176           | 0,148   |
| 6A5K10E |                                       |             |         |                | 3773                   | 5509    | 0,188           | 0,152   |
| 6A5K15E | 18021                                 | 1913        | 2352    | 2117           | 3734                   | 5565    | 0,201           | 0,158   |
| 6A5K20E |                                       |             |         |                | 3541                   | 5238    | 0,217           | 0,167   |
| 6A5K25E |                                       |             |         |                | 3448                   | 5065    | 0,224           | 0,179   |
| 6A5K30E |                                       |             |         |                | 3460                   | 4960    | 0,245           | 0,192   |

Ek-6 Binalara ait deprem talepleri (devamı)

| Bina    | Bina Ağırlığı<br>(wi=gi+nqi)<br>kN | Deprem Yüğü |         |             | Taban Kesme Kuvveti |         | Hedef Deplesman |         |
|---------|------------------------------------|-------------|---------|-------------|---------------------|---------|-----------------|---------|
|         |                                    | Modal       | Eşdeğer | Madde 2.8.5 | 1.Mod               | Uniform | 1.Mod           | Uniform |
|         |                                    | kN          | kN      | kN          | kN                  | kN      | kN              | m       |
| 6A8K00E |                                    |             |         |             | 7114                | 8514    | 0,196           | 0,169   |
| 6A8K05E |                                    |             |         |             | 6986                | 9126    | 0,205           | 0,171   |
| 6A8K10E |                                    |             |         |             | 6378                | 9190    | 0,209           | 0,176   |
| 6A8K15E | 31887                              | 3           | 3970    | 3573        | 6300                | 9194    | 0,225           | 0,184   |
| 6A8K20E |                                    |             |         |             | 6122                | 8918    | 0,247           | 0,195   |
| 6A8K25E |                                    |             |         |             | 4984                | 8644    | 0,254           | 0,202   |
| 6A8K30E |                                    |             |         |             | 4642                | 8176    | 0,286           | 0,219   |
| 7A1K00E |                                    |             |         |             | 1671                | 1671    | 0,043           | 0,043   |
| 7A1K05E |                                    |             |         |             | 1348                | 1587    | 0,052           | 0,047   |
| 7A1K10E |                                    |             |         |             | 1190                | 1481    | 0,061           | 0,050   |
| 7A1K15E | 3940                               | 516         | 516     | 516         | 1092                | 1371    | 0,070           | 0,055   |
| 7A1K20E |                                    |             |         |             | 1028                | 1283    | 0,080           | 0,062   |
| 7A1K25E |                                    |             |         |             | 972                 | 1196    | 0,090           | 0,070   |
| 7A1K30E |                                    |             |         |             | 958                 | 1157    | 0,100           | 0,080   |
| 7A2K00E |                                    |             |         |             | 2977                | 3310    | 0,067           | 0,060   |
| 7A2K05E |                                    |             |         |             | 2720                | 3425    | 0,076           | 0,060   |
| 7A2K10E |                                    |             |         |             | 2510                | 3348    | 0,086           | 0,064   |
| 7A2K15E | 8118                               | 978         | 1061    | 978         | 2372                | 3194    | 0,098           | 0,070   |
| 7A2K20E |                                    |             |         |             | 2283                | 3056    | 0,110           | 0,078   |
| 7A2K25E |                                    |             |         |             | 2217                | 2927    | 0,122           | 0,087   |
| 7A2K30E |                                    |             |         |             | 2150                | 2798    | 0,134           | 0,098   |
| 7A5K00E |                                    |             |         |             | 4802                | 5835    | 0,169           | 0,147   |
| 7A5K05E |                                    |             |         |             | 4544                | 6328    | 0,178           | 0,148   |
| 7A5K10E |                                    |             |         |             | 4197                | 6272    | 0,191           | 0,153   |
| 7A5K15E | 20836                              | 2212        | 2721    | 2449        | 4069                | 6172    | 0,206           | 0,161   |
| 7A5K20E |                                    |             |         |             | 4110                | 6134    | 0,217           | 0,175   |
| 7A5K25E |                                    |             |         |             | 3902                | 5773    | 0,230           | 0,182   |
| 7A5K30E |                                    |             |         |             | 3903                | 5155    | 0,251           | 0,194   |
| 7A8K00E |                                    |             |         |             | 8058                | 9634    | 0,197           | 0,170   |
| 7A8K05E |                                    |             |         |             | 7690                | 10393   | 0,206           | 0,172   |
| 7A8K10E |                                    |             |         |             | 7062                | 10396   | 0,213           | 0,178   |
| 7A8K15E | 36850                              | 3645        | 4574    | 4116        | 6902                | 10241   | 0,231           | 0,187   |
| 7A8K20E |                                    |             |         |             | 5506                | 9960    | 0,248           | 0,198   |
| 7A8K25E |                                    |             |         |             | 5093                | 9824    | 0,278           | 0,207   |
| 7A8K30E |                                    |             |         |             | 5177                | 9538    | 0,299           | 0,225   |

Ek-6 Binalara ait deprem talepleri (devamı)

| Bina    | Bina<br>Ağırlığı<br>( $w_i=gi+nq_i$ ) | Deprem Yüğü |         |                | Taban Kesme<br>Kuvveti |         | Hedef Deplesman |         |
|---------|---------------------------------------|-------------|---------|----------------|------------------------|---------|-----------------|---------|
|         |                                       | Modal       | Eşdeğer | Madde<br>2.8.5 | 1.Mod                  | Uniform | 1.Mod           | Uniform |
|         |                                       | kN          | kN      | kN             | kN                     | kN      | m               | m       |
| 8A1K00E |                                       |             |         |                | 1888                   | 1890    | 0,043           | 0,043   |
| 8A1K05E |                                       |             |         |                | 1476                   | 1790    | 0,052           | 0,047   |
| 8A1K10E |                                       |             |         |                | 1313                   | 1656    | 0,061           | 0,051   |
| 8A1K15E | 4475                                  | 586         | 586     | 586            | 1212                   | 1535    | 0,071           | 0,057   |
| 8A1K20E |                                       |             |         |                | 1140                   | 1433    | 0,081           | 0,064   |
| 8A1K25E |                                       |             |         |                | 1081                   | 1342    | 0,093           | 0,073   |
| 8A1K30E |                                       |             |         |                | 1070                   | 1300    | 0,102           | 0,082   |
| 8A2K00E |                                       |             |         |                | 3356                   | 3730    | 0,068           | 0,061   |
| 8A2K05E |                                       |             |         |                | 2979                   | 3864    | 0,077           | 0,061   |
| 8A2K10E |                                       |             |         |                | 2758                   | 3769    | 0,088           | 0,064   |
| 8A2K15E | 9216                                  | 1111        | 1205    | 1111           | 2594                   | 3538    | 0,101           | 0,071   |
| 8A2K20E |                                       |             |         |                | 2486                   | 3346    | 0,114           | 0,080   |
| 8A2K25E |                                       |             |         |                | 2433                   | 3226    | 0,126           | 0,089   |
| 8A2K30E |                                       |             |         |                | 2371                   | 3101    | 0,136           | 0,100   |
| 8A5K00E |                                       |             |         |                | 5417                   | 6594    | 0,169           | 0,148   |
| 8A5K05E |                                       |             |         |                | 4979                   | 7196    | 0,180           | 0,149   |
| 8A5K10E |                                       |             |         |                | 4596                   | 7022    | 0,194           | 0,154   |
| 8A5K15E | 23650                                 | 2512        | 3089    | 2780           | 4548                   | 6949    | 0,209           | 0,161   |
| 8A5K20E |                                       |             |         |                | 4313                   | 6578    | 0,214           | 0,172   |
| 8A5K25E |                                       |             |         |                | 3683                   | 6445    | 0,238           | 0,185   |
| 8A5K30E |                                       |             |         |                | 4246                   | 6180    | 0,256           | 0,200   |
| 8A8K00E |                                       |             |         |                | 9187                   | 10991   | 0,198           | 0,170   |
| 8A8K05E |                                       |             |         |                | 8208                   | 11830   | 0,208           | 0,173   |
| 8A8K10E |                                       |             |         |                | 7665                   | 11553   | 0,215           | 0,179   |
| 8A8K15E | 41938                                 | 4134        | 5187    | 4669           | 7660                   | 1582    | 0,233           | 0,188   |
| 8A8K20E |                                       |             |         |                | 5445                   | 11133   | 0,263           | 0,200   |
| 8A8K25E |                                       |             |         |                | 5675                   | 10787   | 0,300           | 0,210   |
| 8A8K30E |                                       |             |         |                | 6025                   | 9490    | 0,301           | 0,235   |

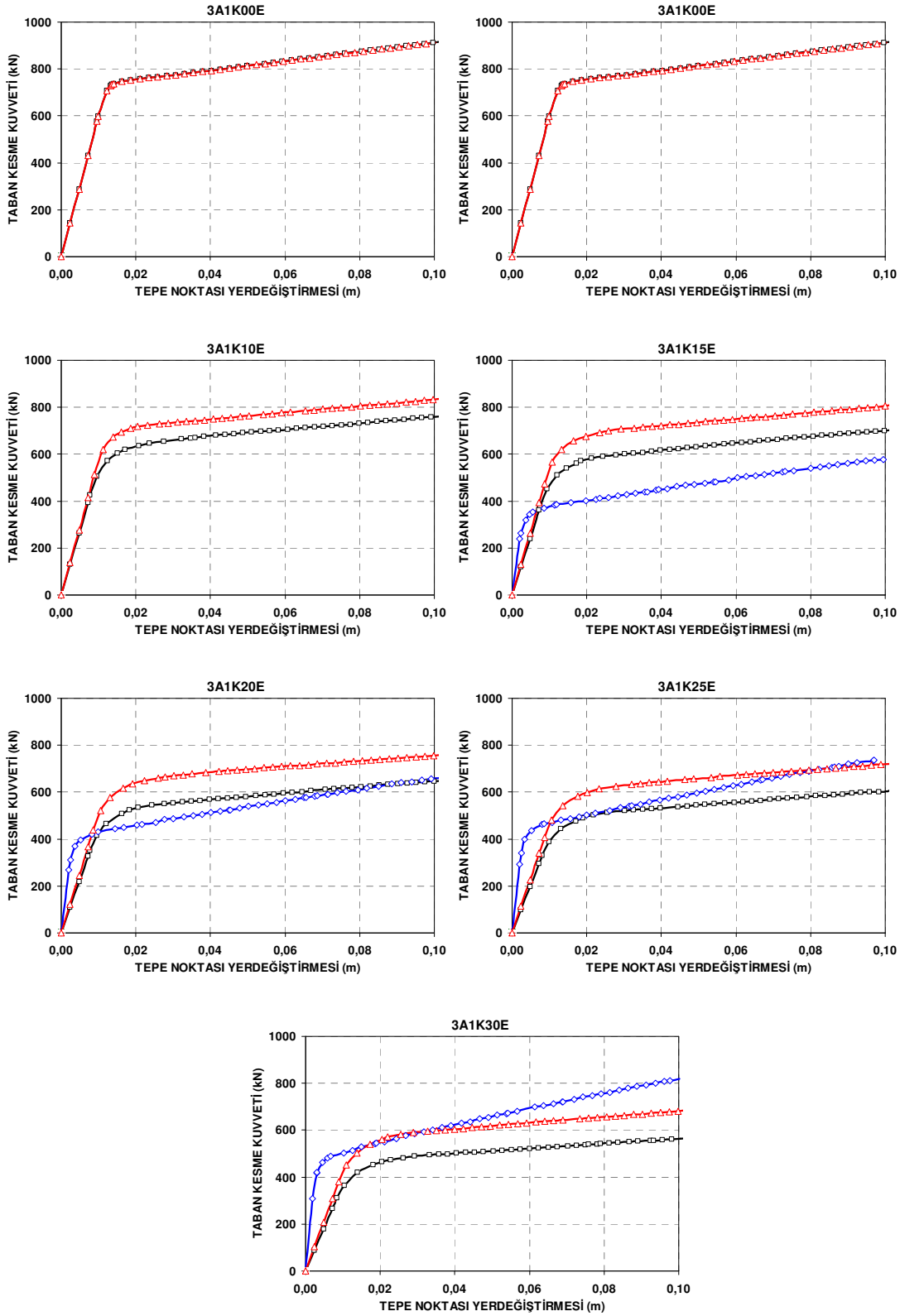
**Not:** Yukarıda verilen Ek-6'da;

*Madde 2.8.5.* : Modal analizden elde edilen deprem yükünün eşdeğer deprem yüküne oranının belli bir  $\beta$  sayısından küçük olması durumunda,  $B_D$  büyütme sayısı ile artırılmış deprem yükünü, (D.B.Y.B.H.E.2007)

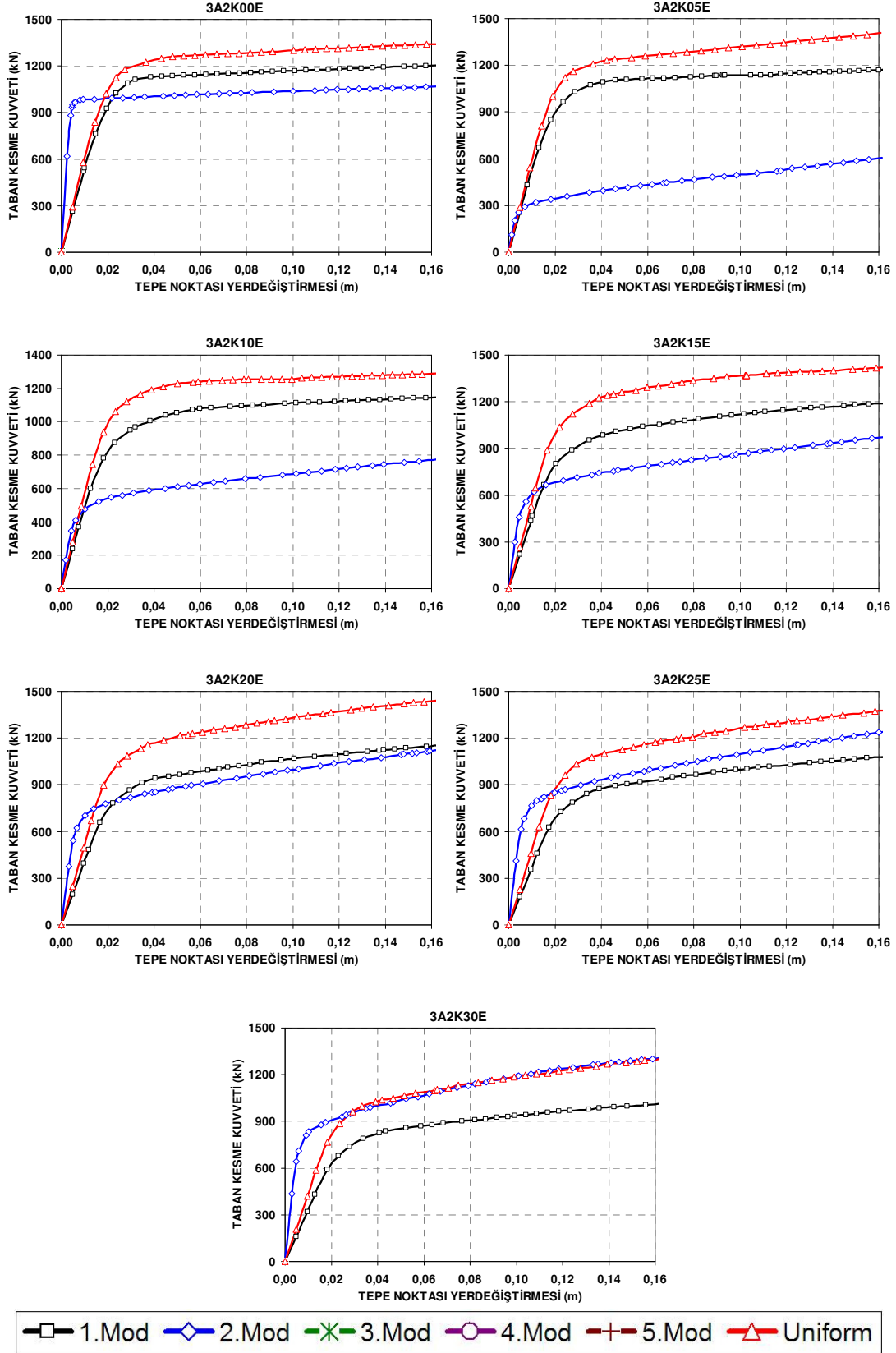
*1.Mod* : Birinci mod şekli ile orantılı yük dağılımı kullanılan doğrusal olmayan statik itme analizini

*Uniform* : Uniform yük dağılımı kullanılan doğrusal olmayan statik itme analizini ifade etmektedir.

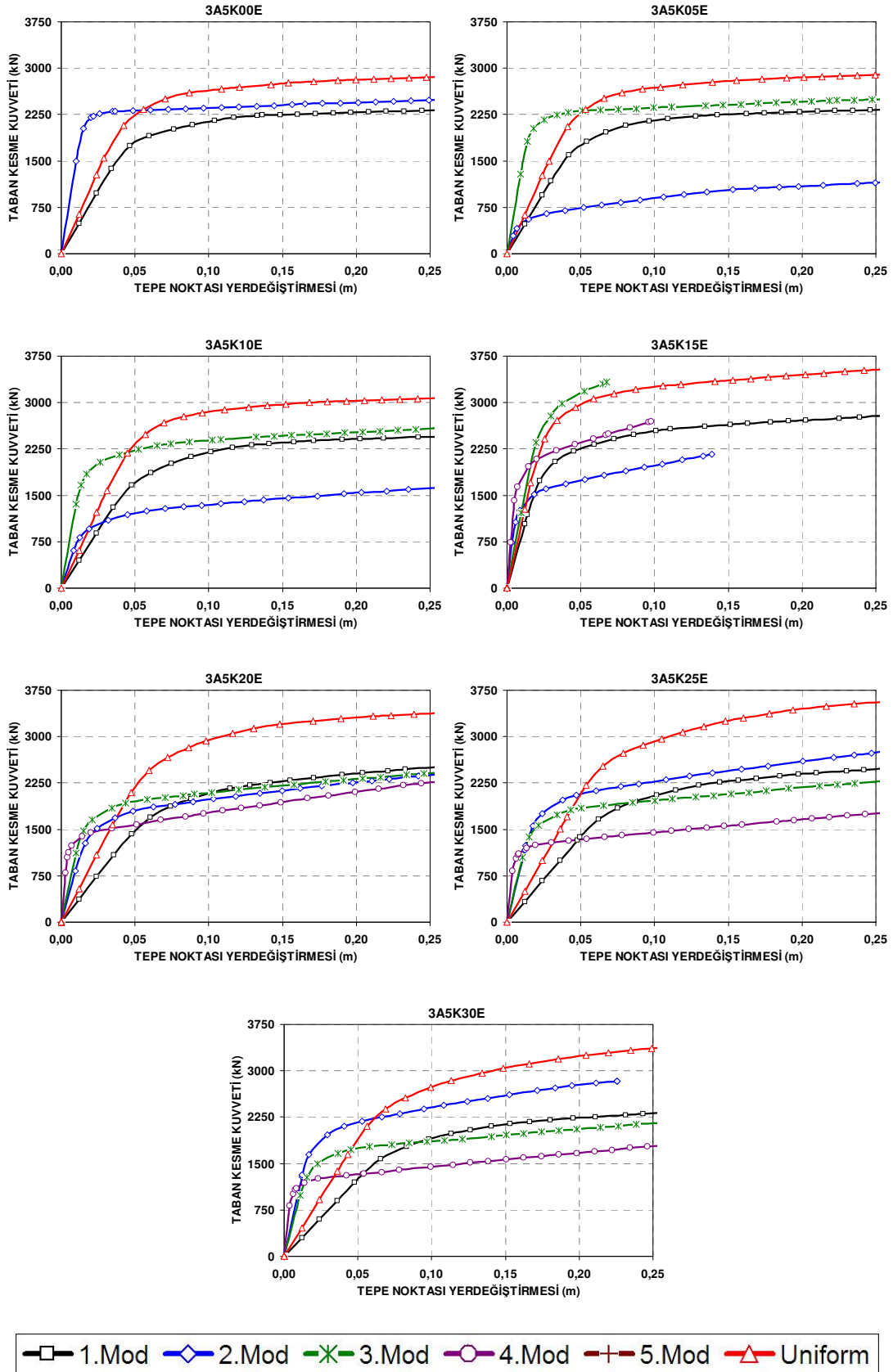
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri



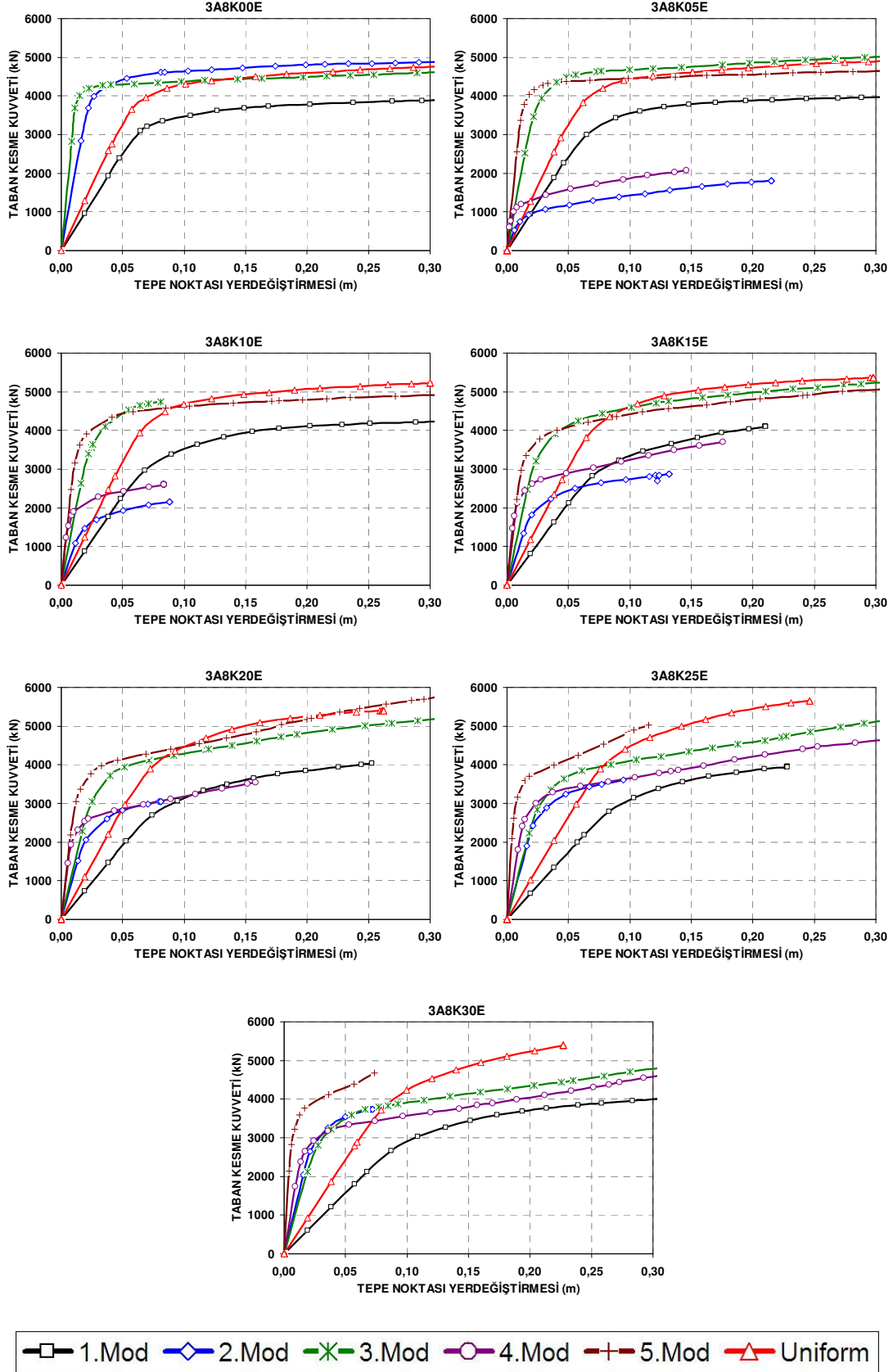
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

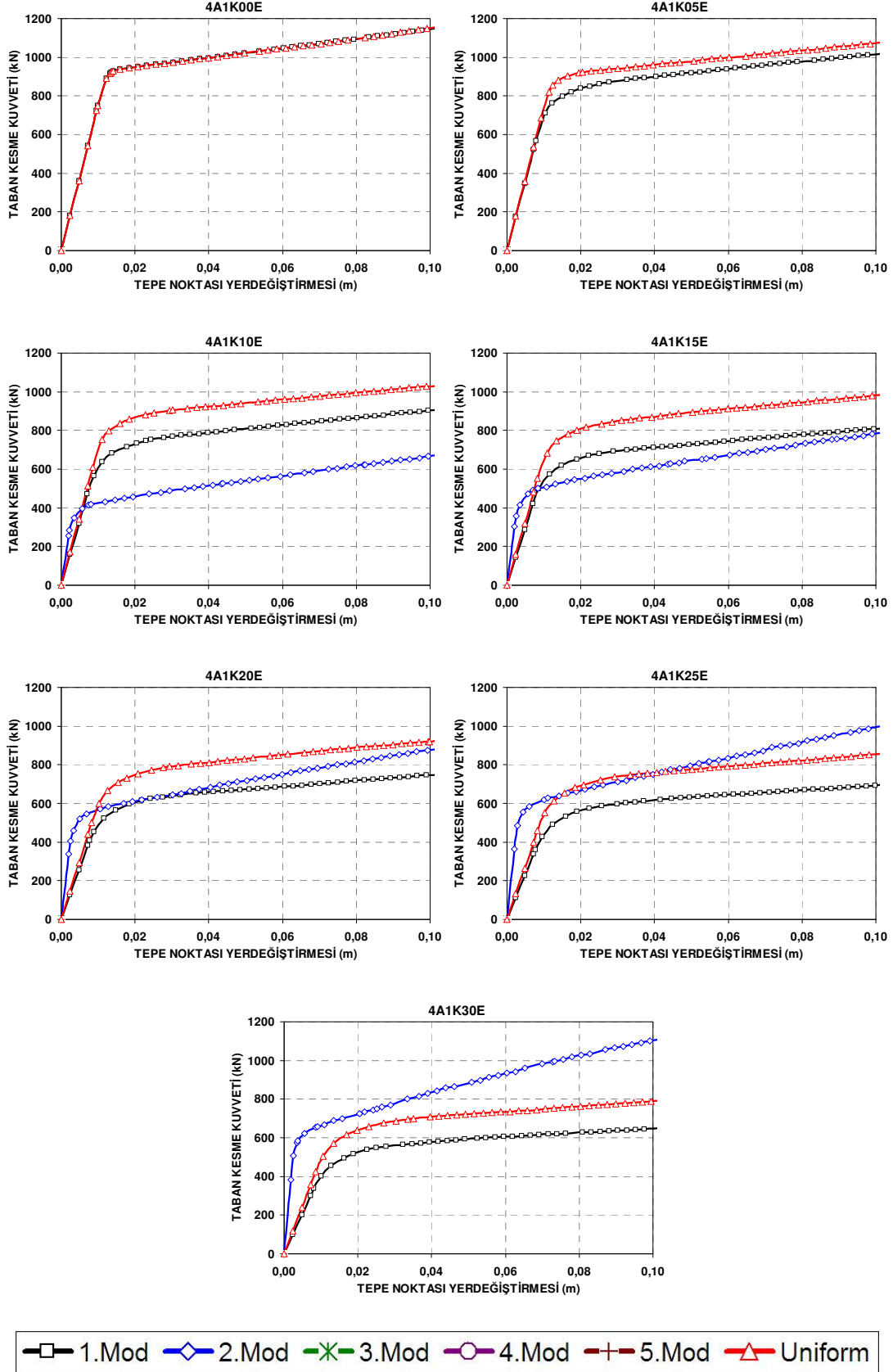


Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

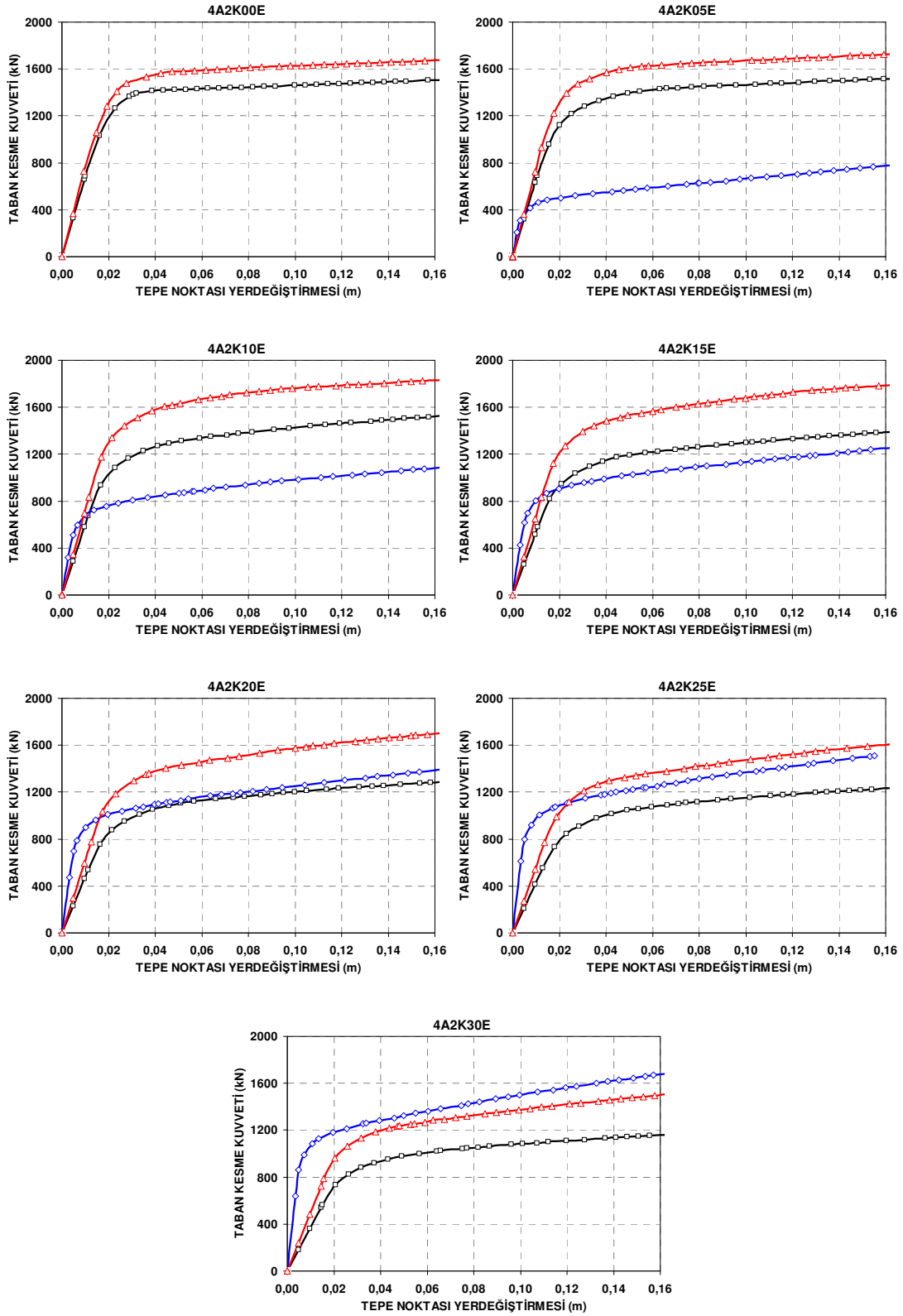




Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

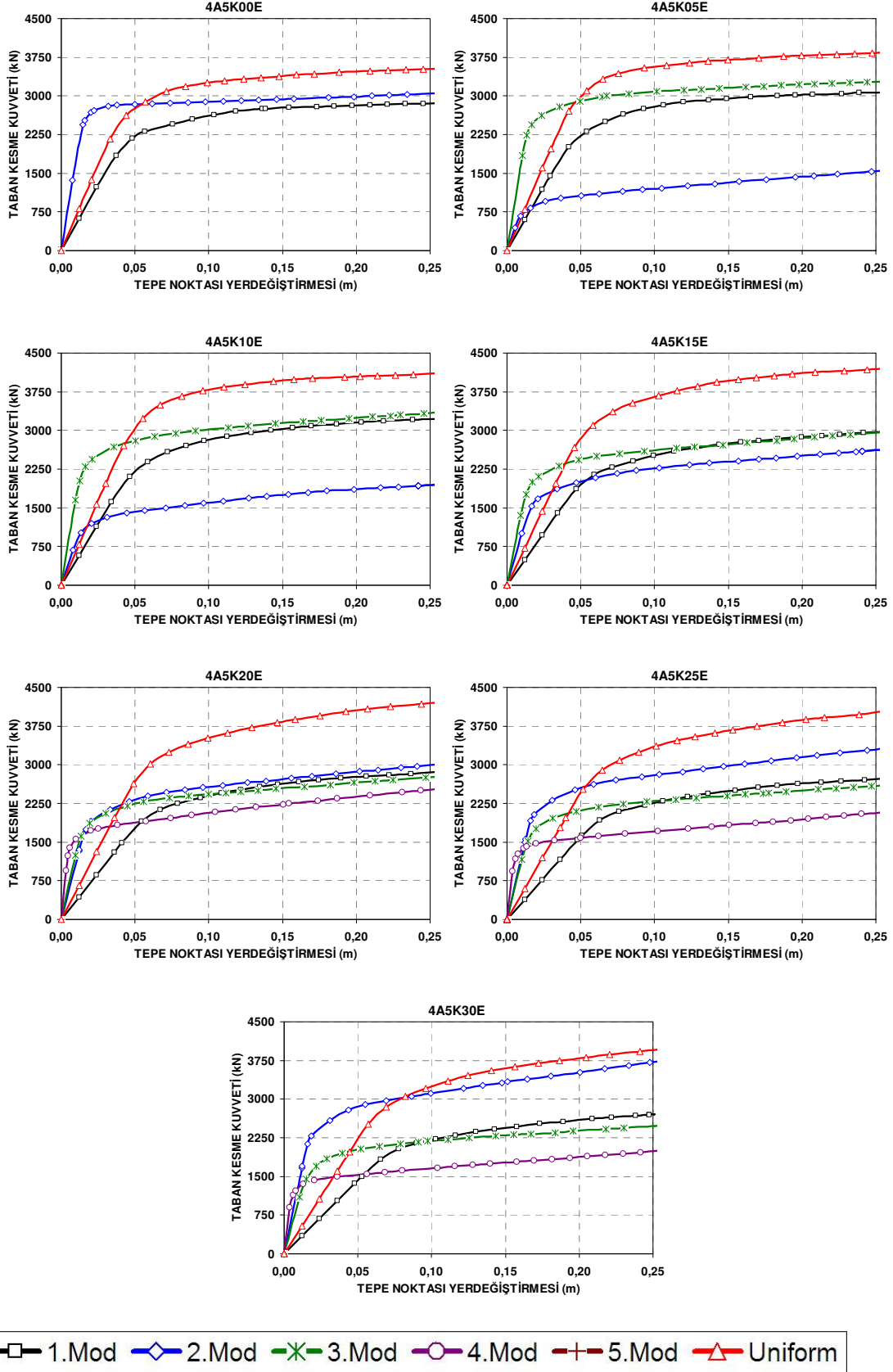


Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

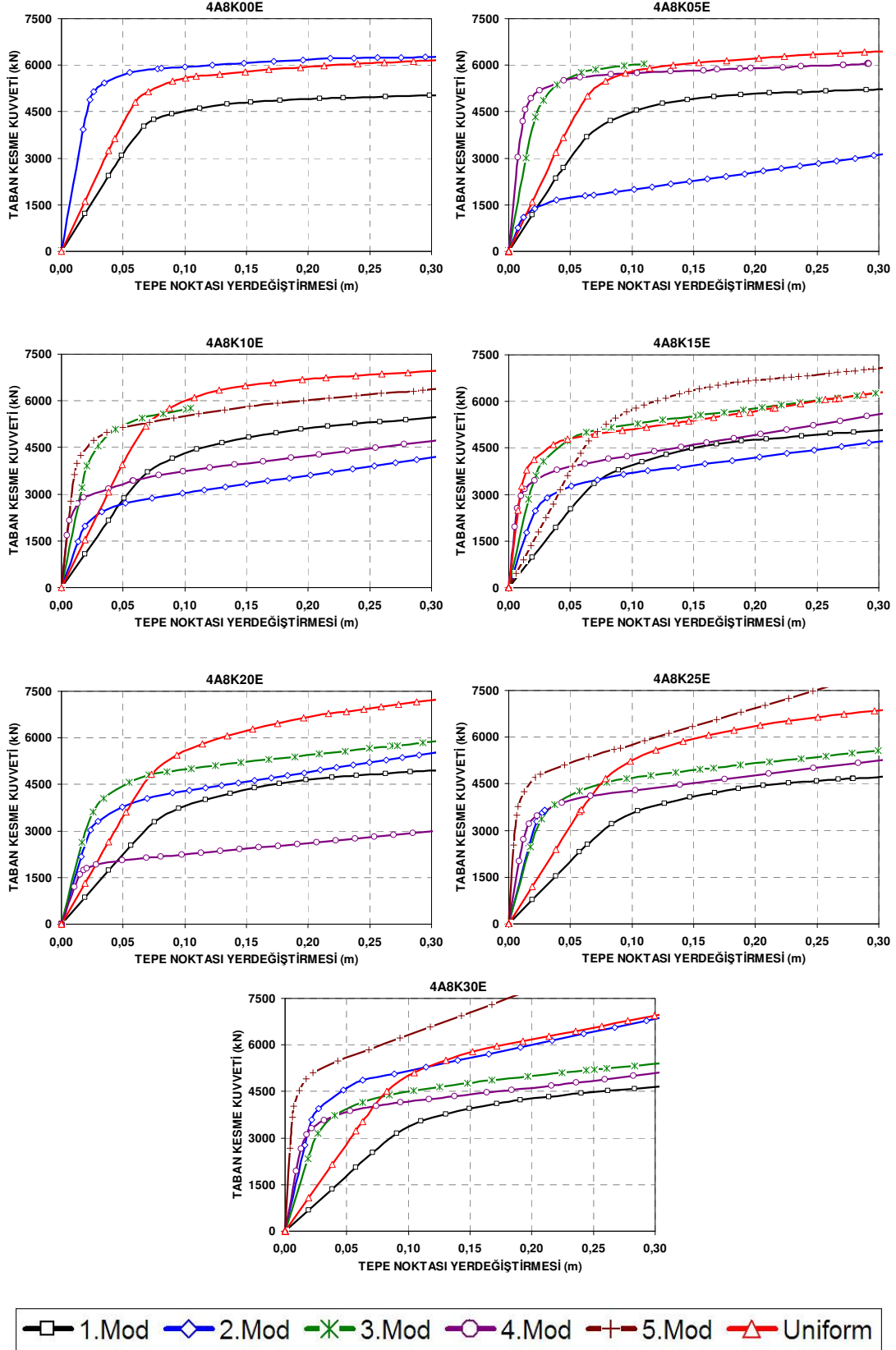


1.Mod
  2.Mod
  3.Mod
  4.Mod
  5.Mod
  Uniform

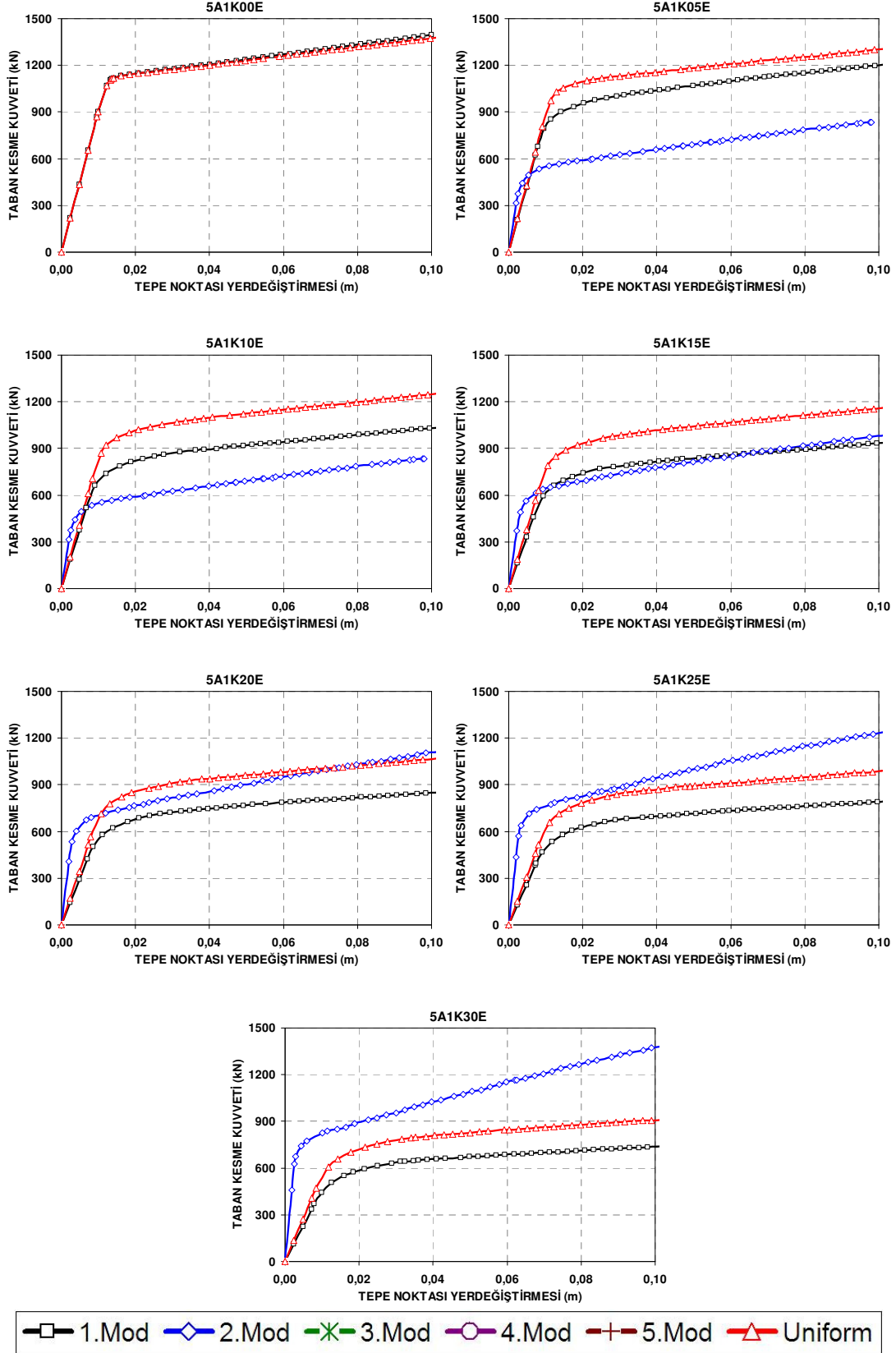
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



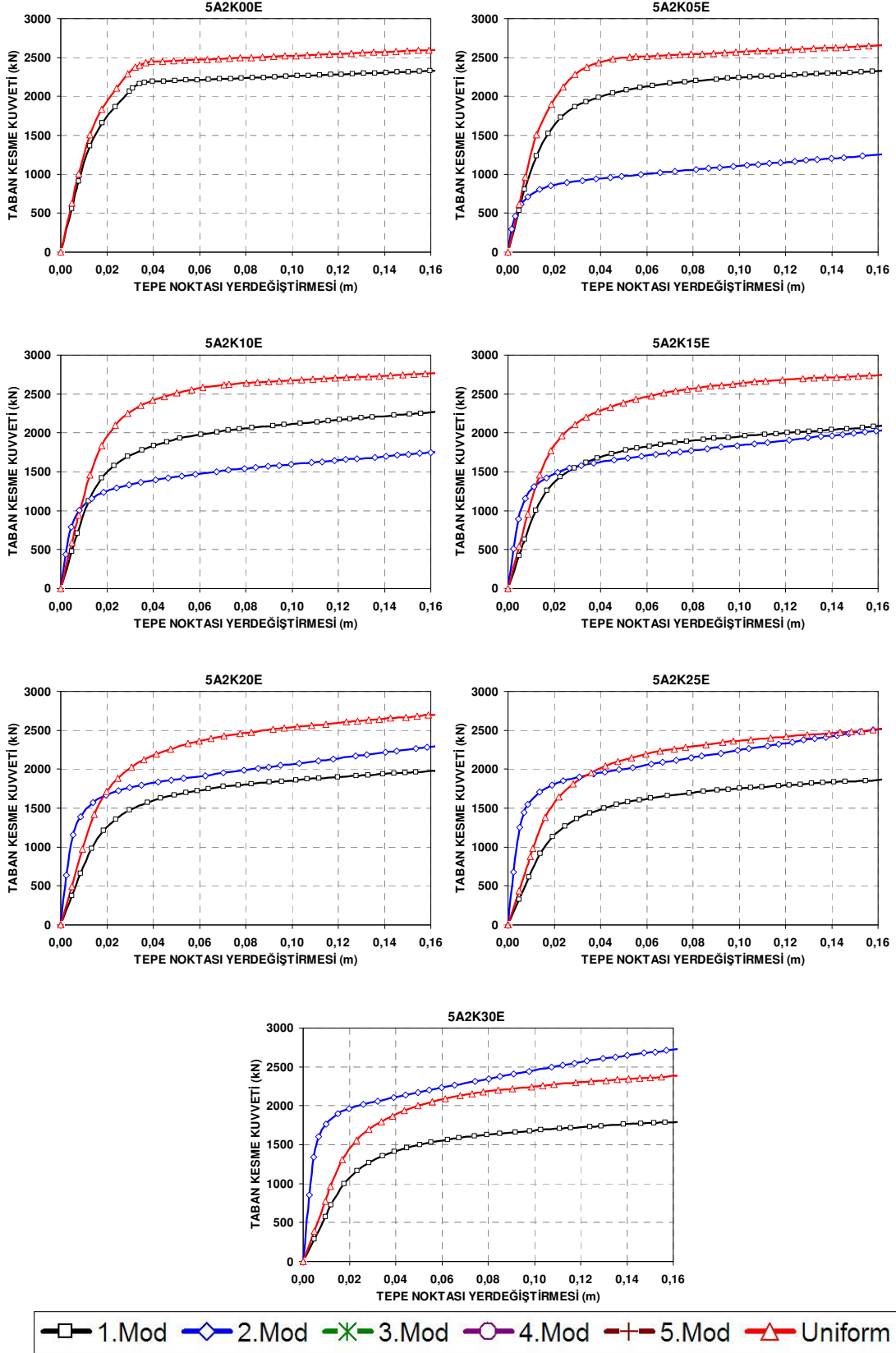
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



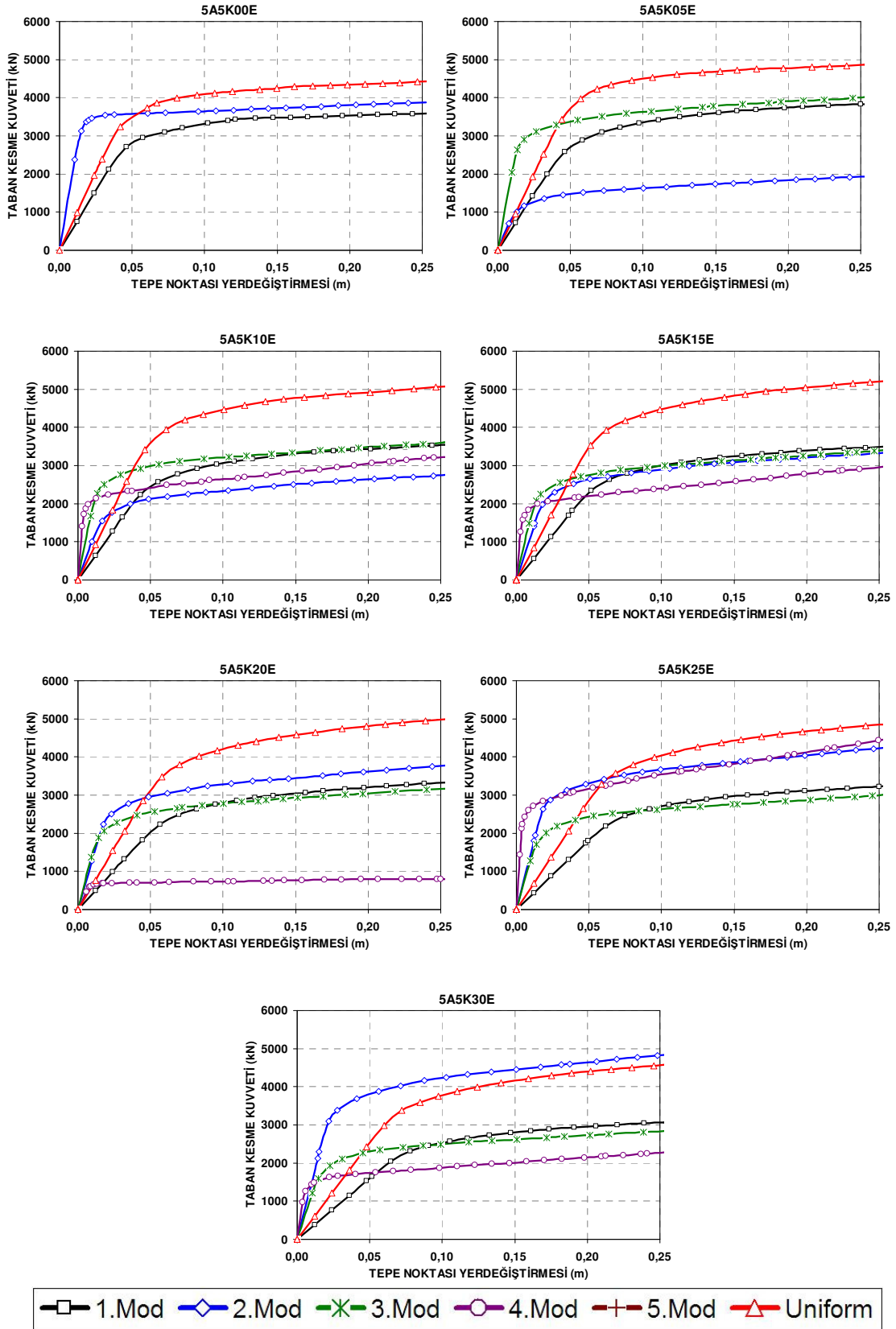
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



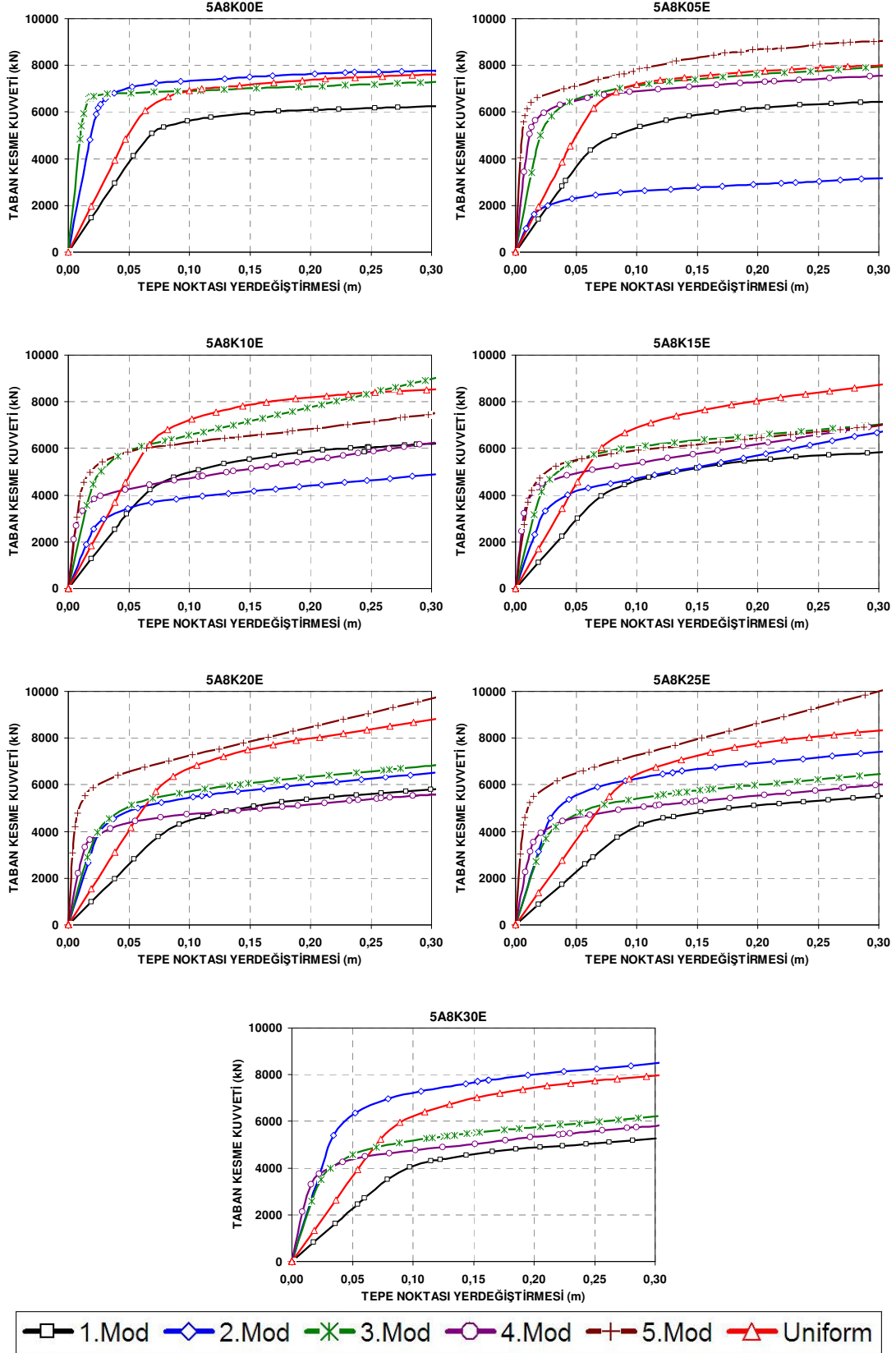
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

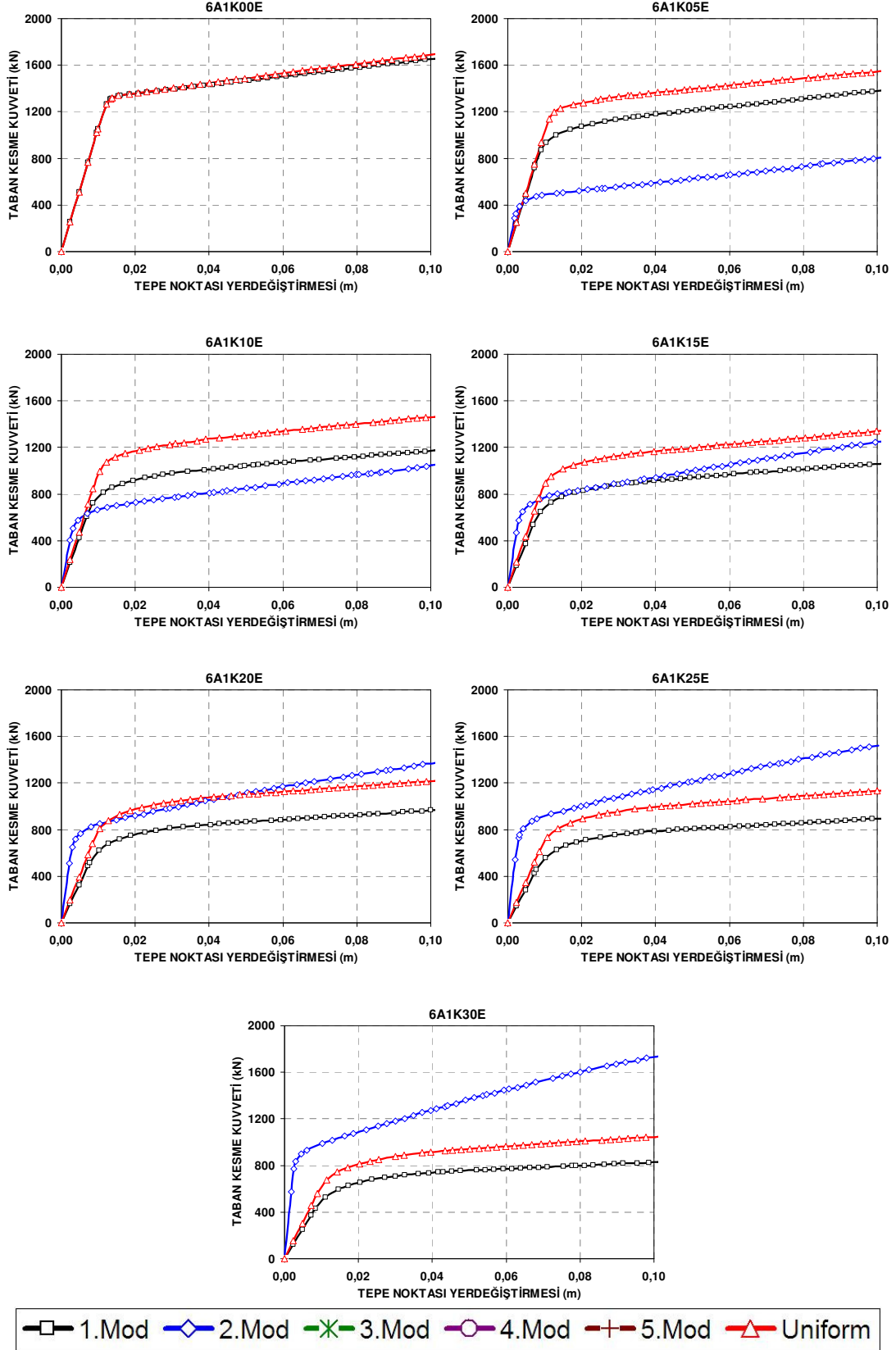


Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

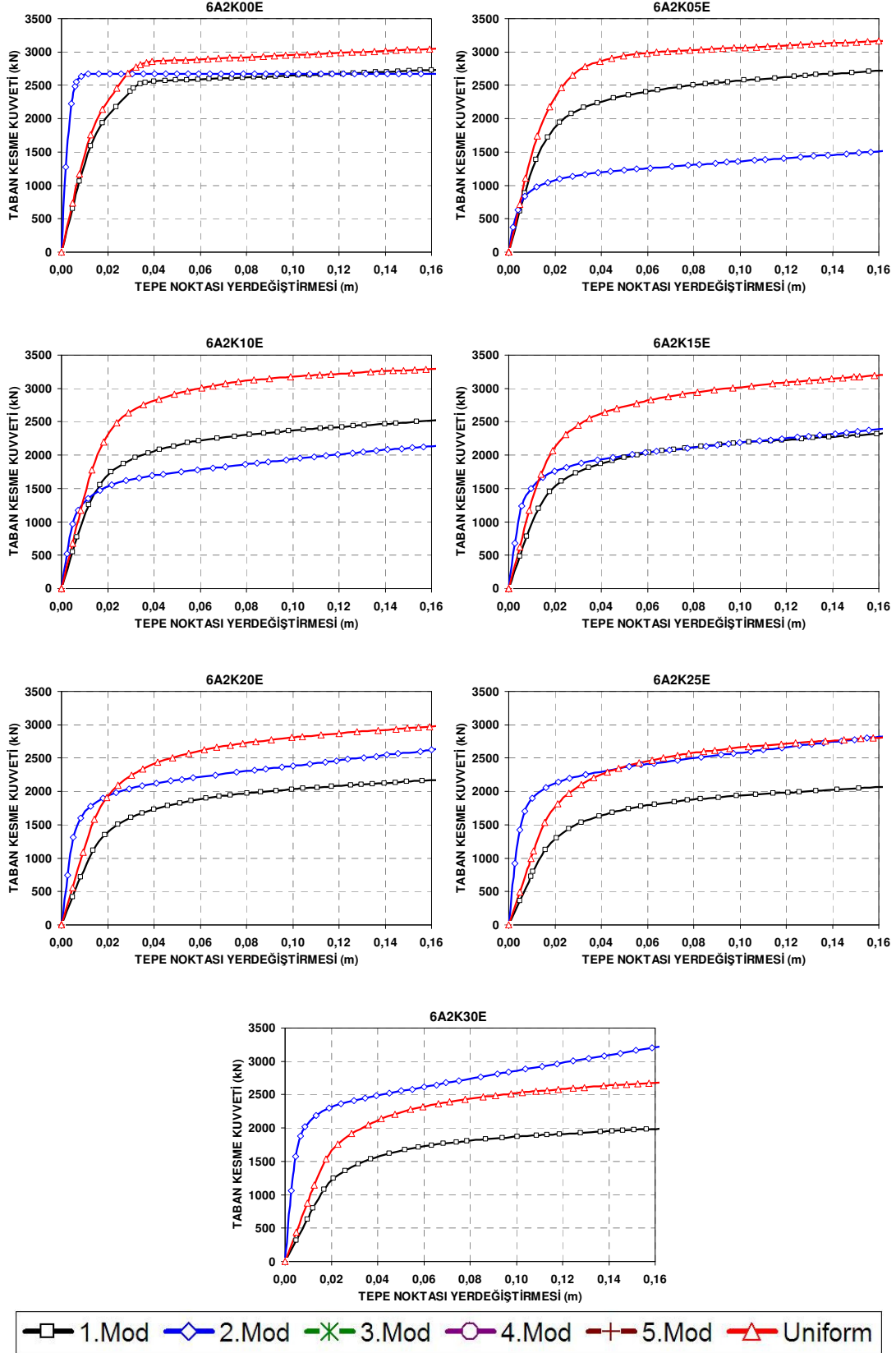




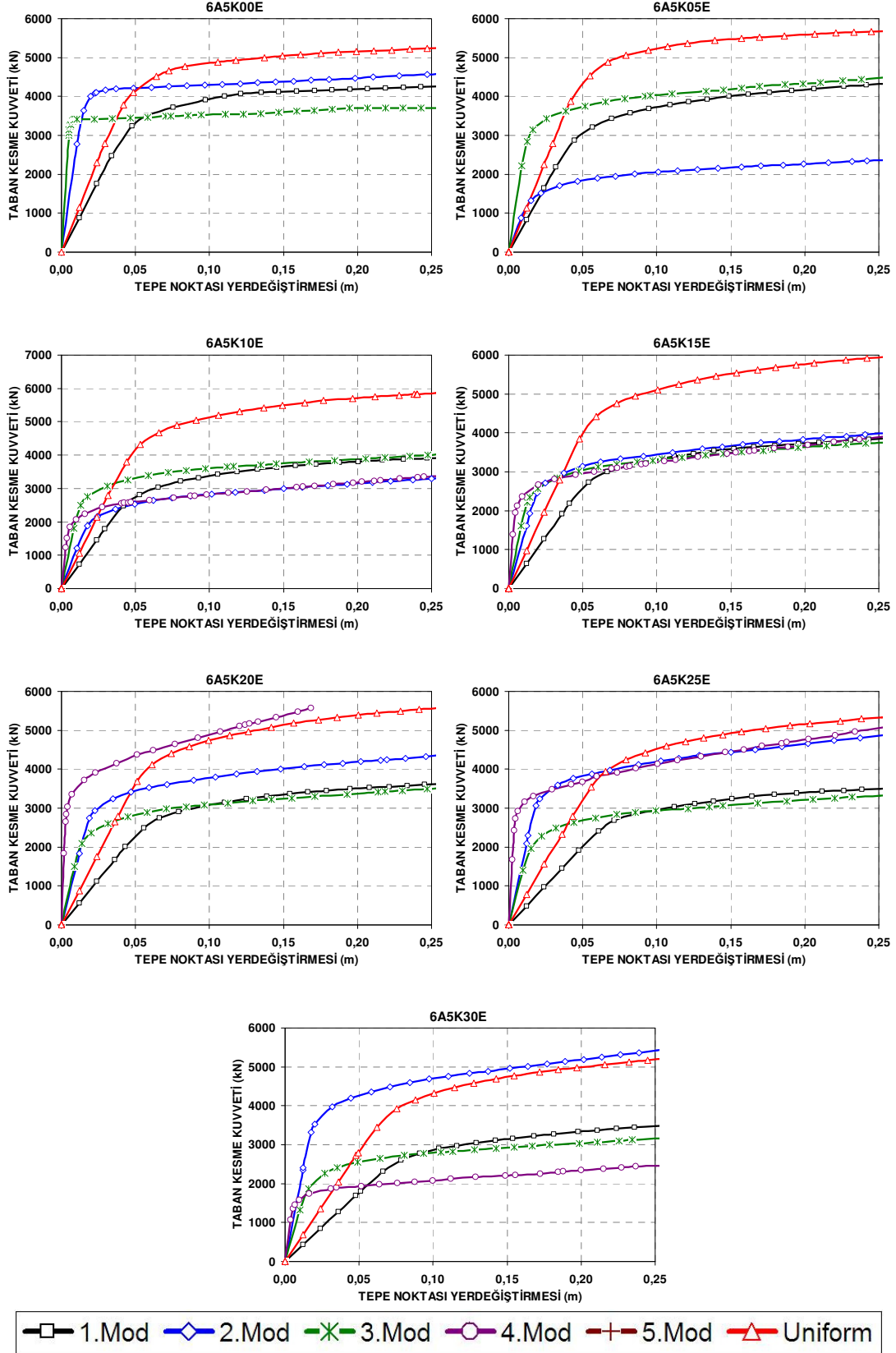
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



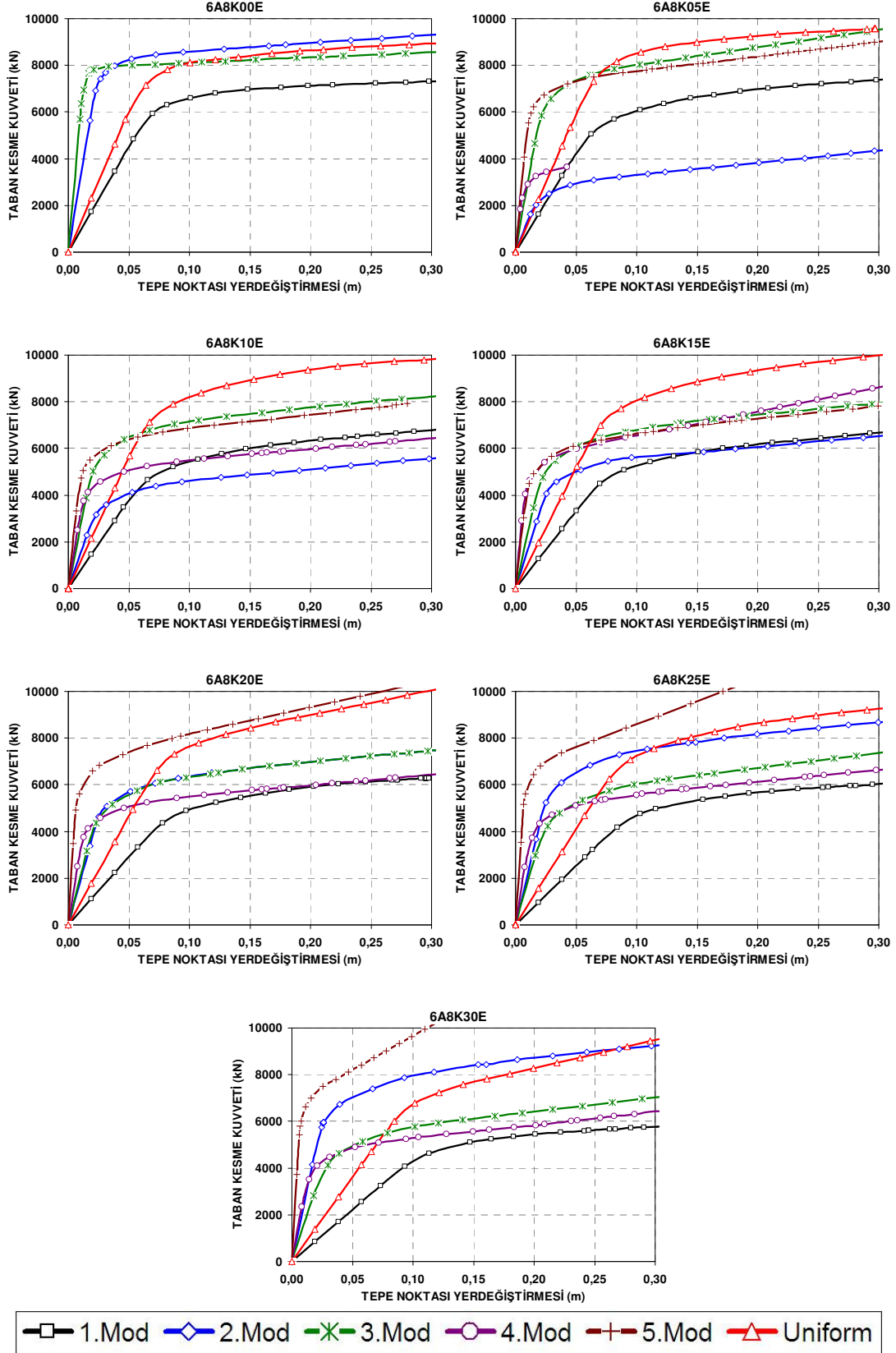
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



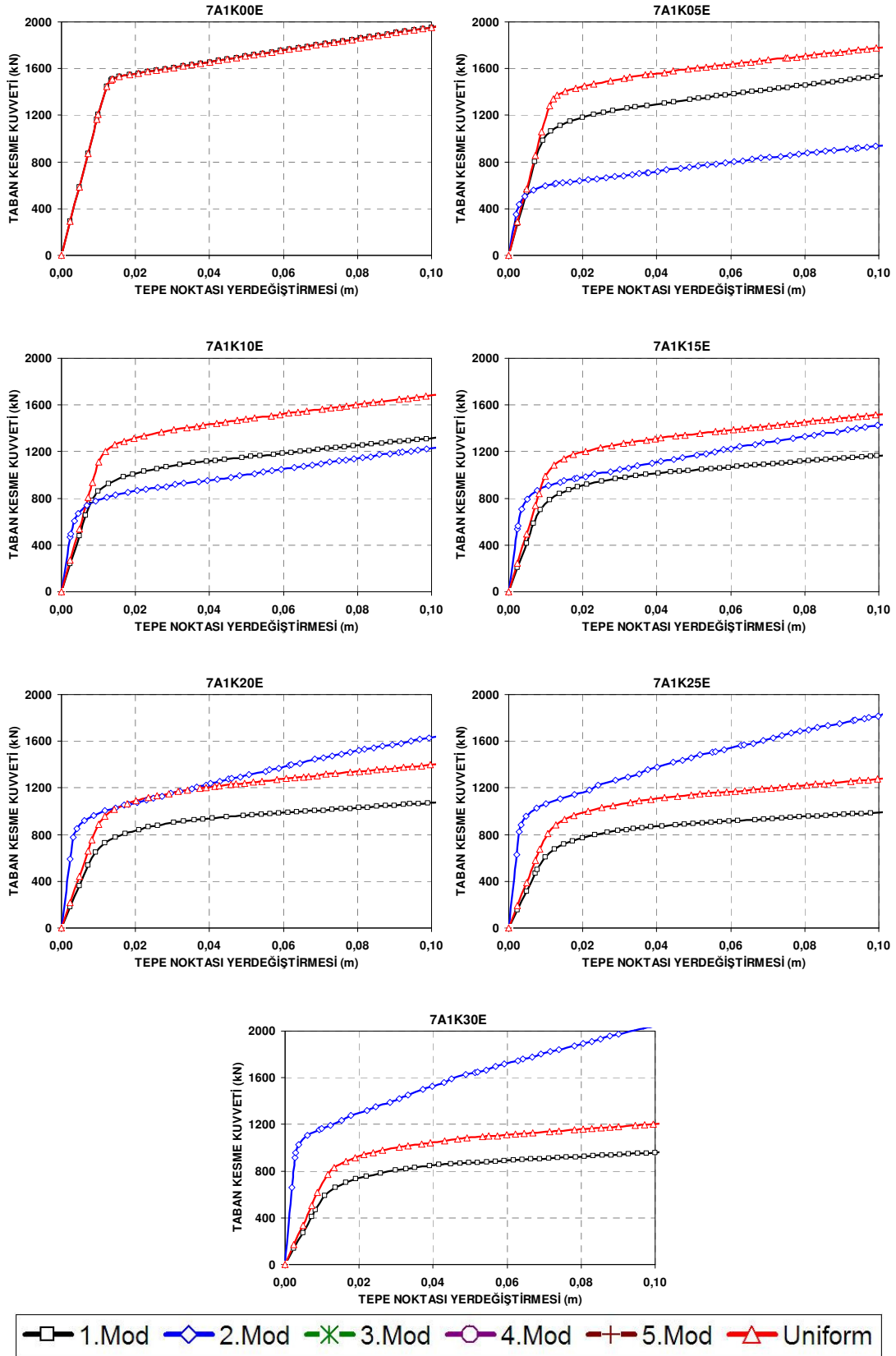
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



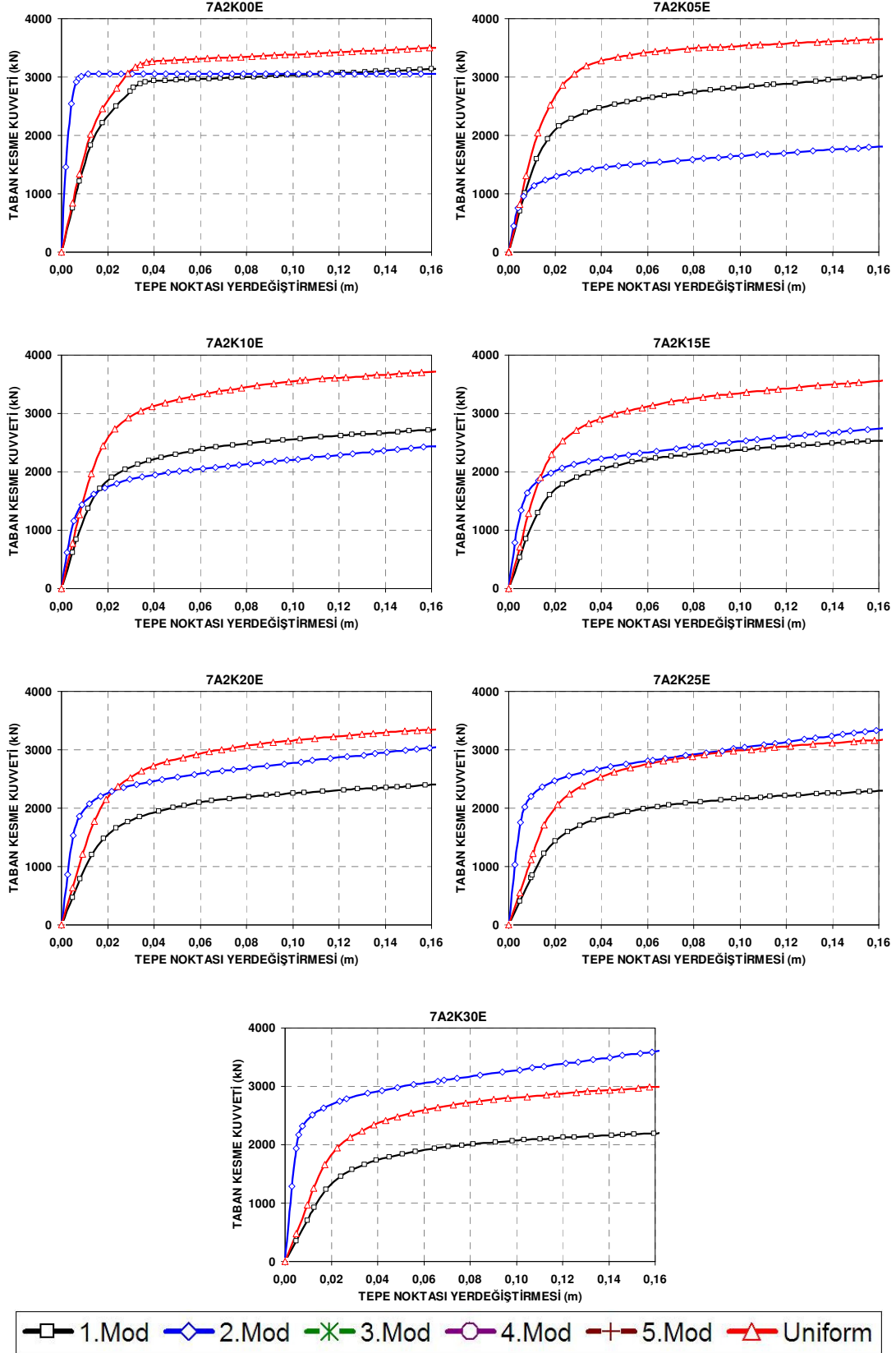
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



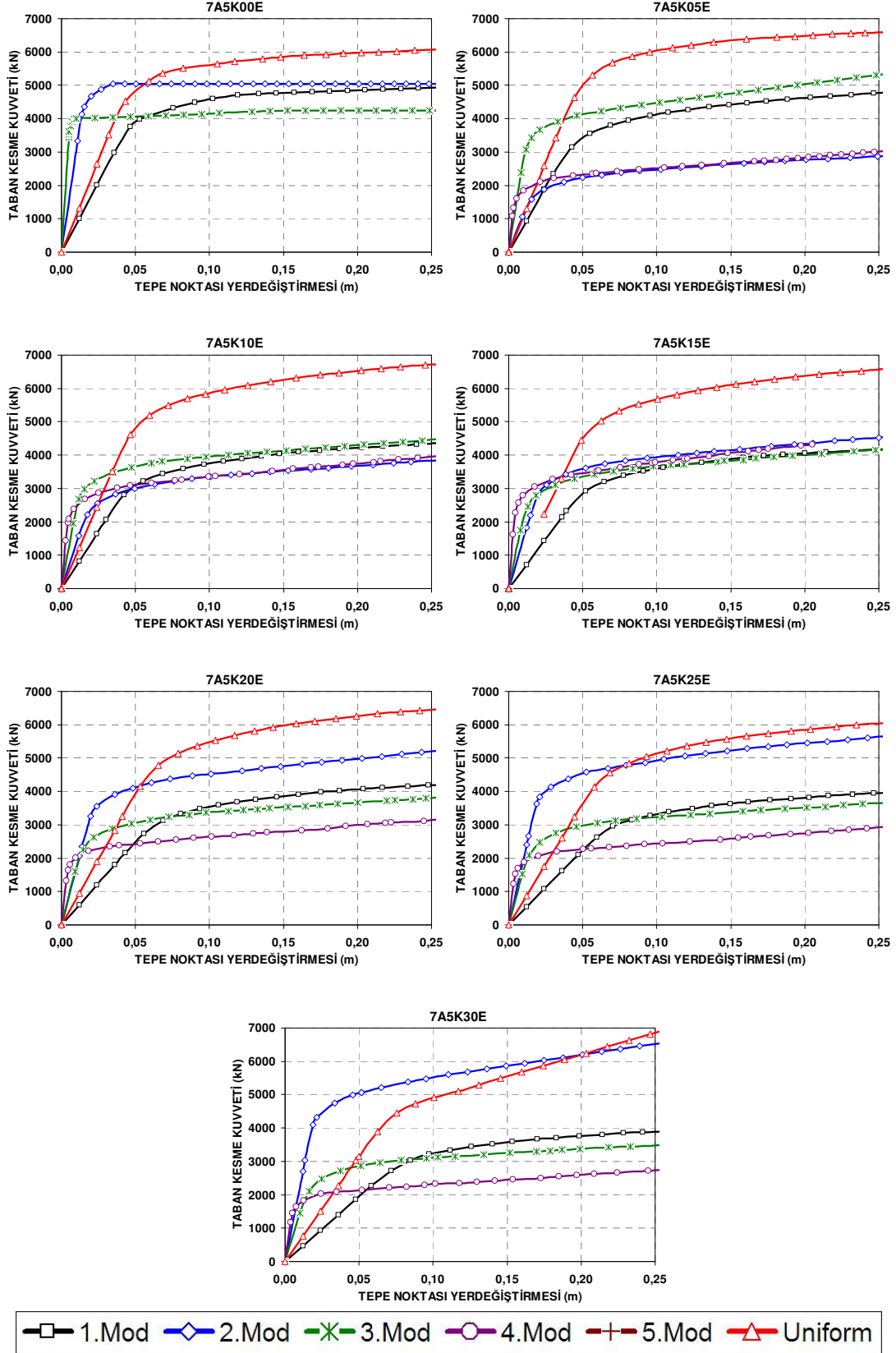
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



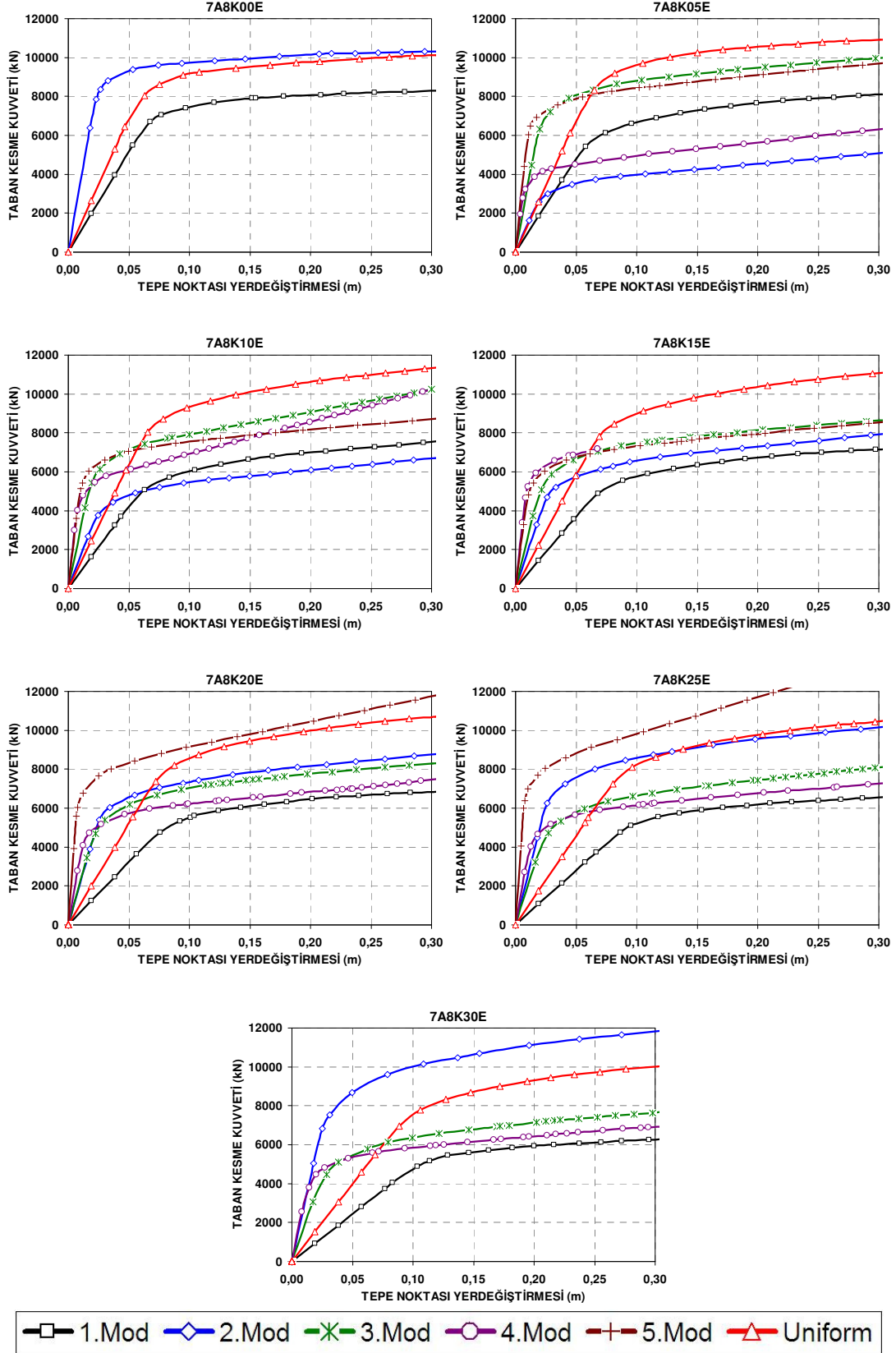
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

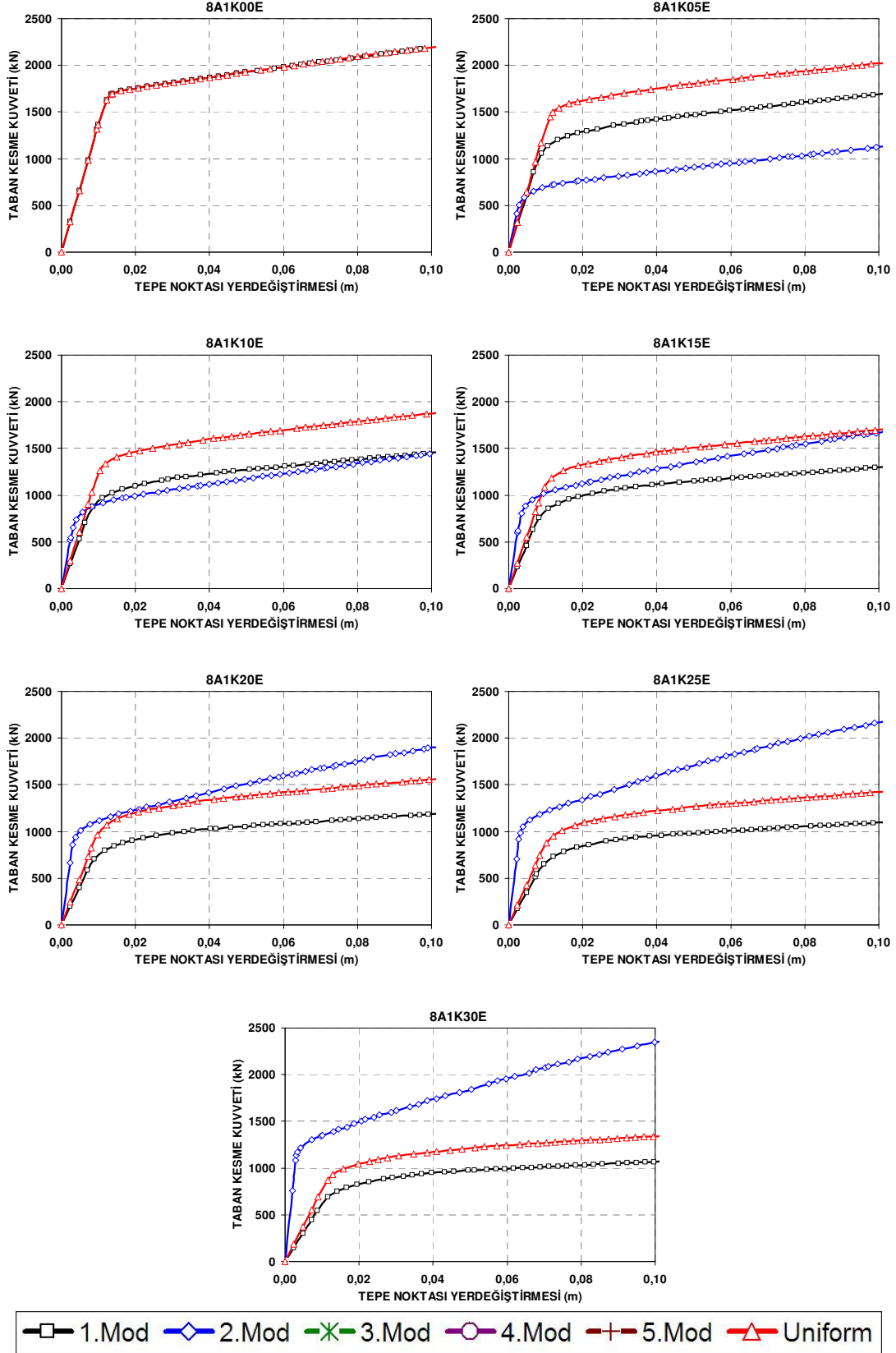


Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

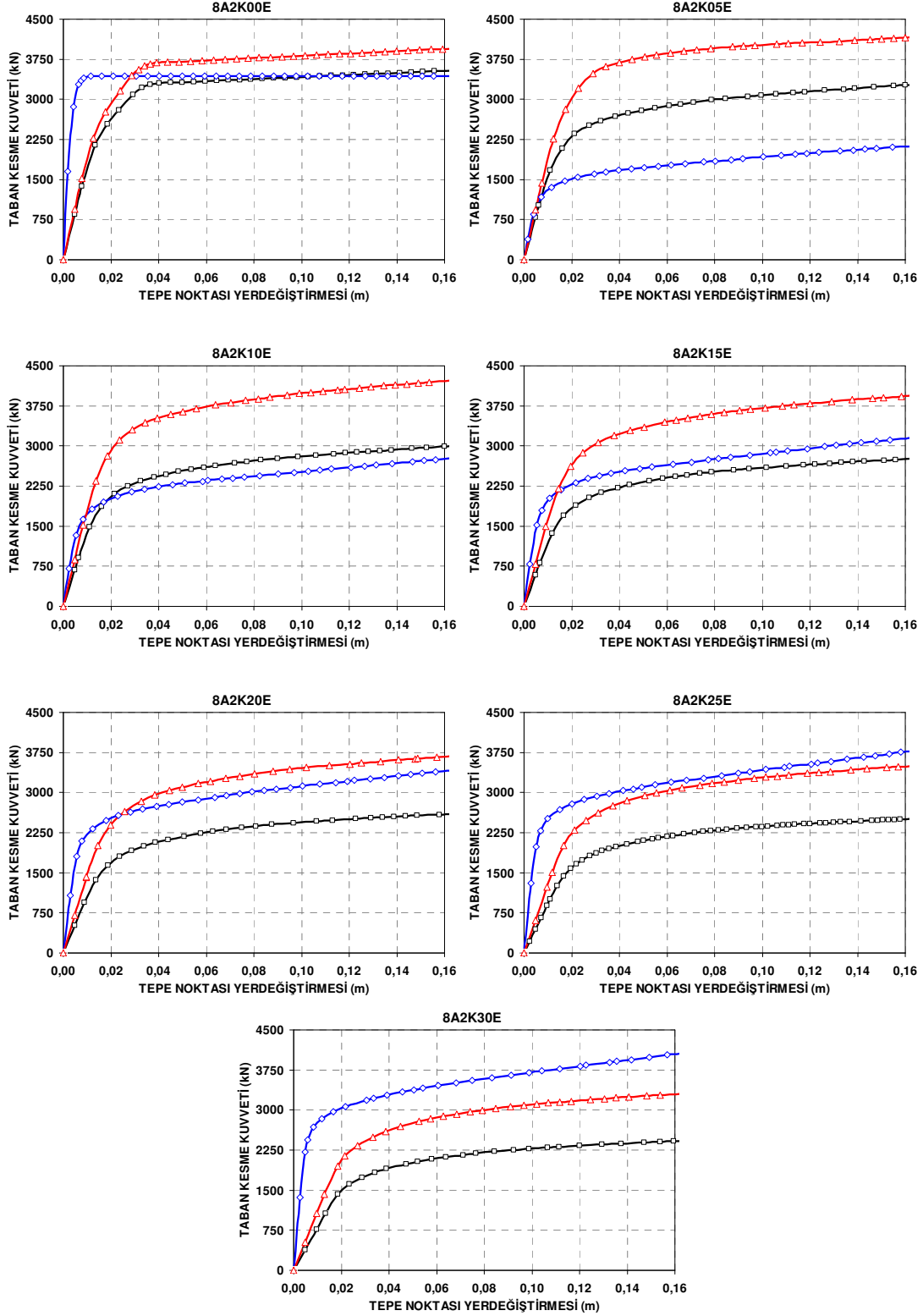




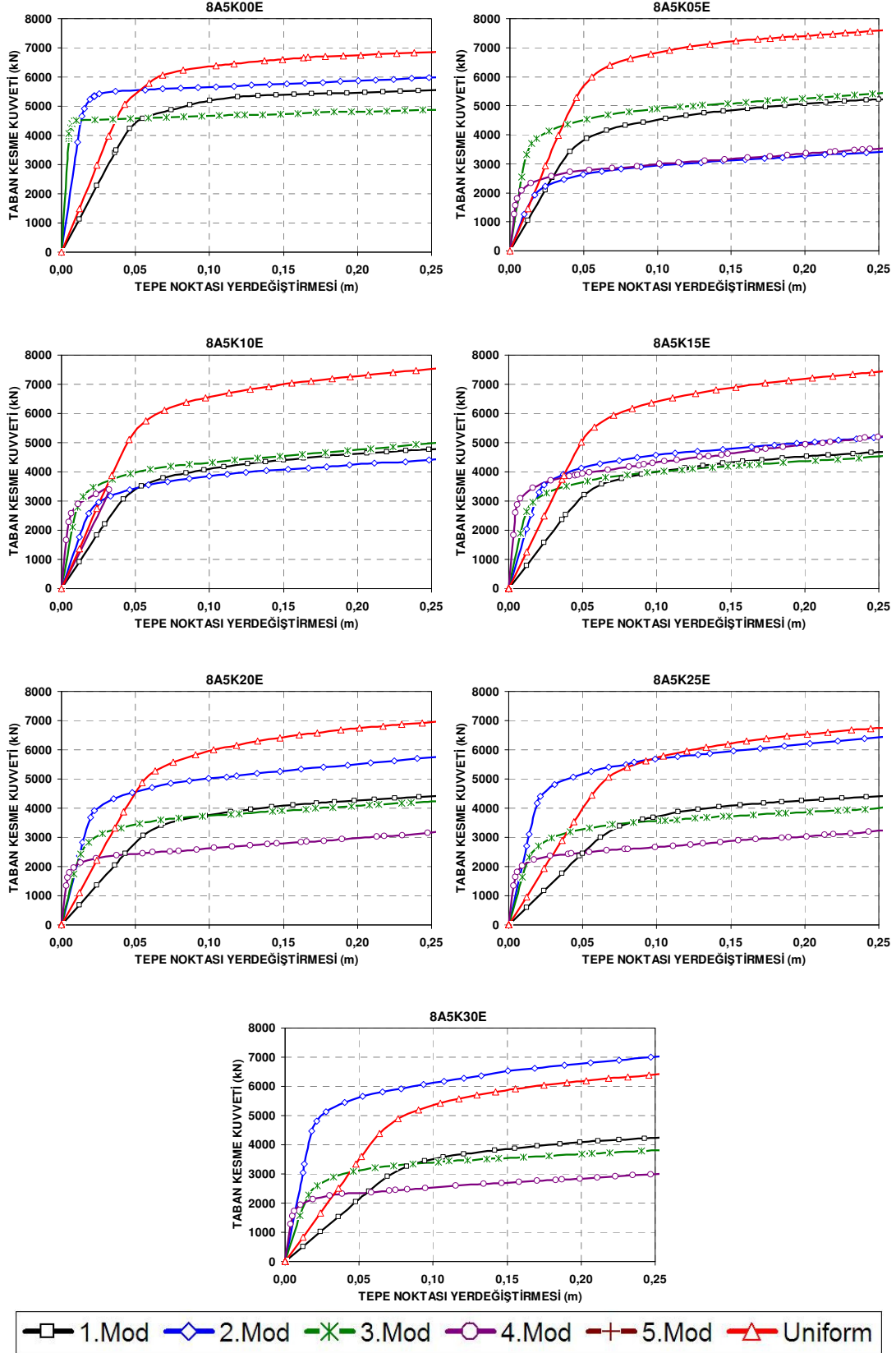
Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)



Ek-7 Binalara ait statik itme eğrileri (devamı)

