

Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği

Günay ÖZMEN*

ÖZ

Burulma düzensizliği, herhangi bir katta, maksimum görelî yerdeğiştirmenin ortalama görelî yerdeğiştirmeye oranı olarak hesaplanan bir burulma düzensizliği katsayısına bağlı olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, burulma düzensizliği katsayısının 2.00 üst sınırını aşması için gerekli olan koşullar, parametrik bir araştırma yöntemi ile incelenmiştir. Araştırmanın amacını gerçekleştirmek amacı ile, perdeleri değişik konumlarda olan 8 tipik yapı grubu seçilmiş ve bunların deprem yükleri altındaki davranışları incelenerek sonuçlar irdelenmiştir. Araştırmada ele alınan tipik yapıların aks sayıları ile kat sayıları da parametrik olarak değiştirilmiş bulunmaktadır. Sonuç olarak, burulma düzensizliği katsayılarının maksimum olabilmesi için, hem aks sayısının hem de kat sayısının düşük olması gerektiği saptanmıştır. Ayrıca perdelerin yapı ağırlık merkezi ile çakışmamak koşulu ile, asimetric fakat ağırlık merkezine olabildiğince yakın olarak yerleştirilmeleri durumunda, burulma düzensizliği katsayılarının maksimum değerlere eriştikleri görülmüştür. Çalışmanın sonunda, aşırı burulma yapan yapılar ile ilgili yönetmelik kuralları da irdelenmiş bulunmaktadır.

ABSTRACT

Excessive Torsional Irregularity in Multi-Story Structures

Torsional irregularity is defined by means of the torsional irregularity coefficient, which is computed as the ratio of the maximum and average relative displacements at an individual story. In this paper, the conditions, which cause the torsional irregularity coefficient to exceed the upper bound value of 2.00, are examined by means of a parametric investigation procedure. In order to achieve the goal of the investigation, a series of eight walled and framed sample structures with different structural wall configurations is chosen, and their behaviour under earthquake loading is investigated and discussed. The number of axes as well as the number of stories of the chosen structures is varied parametrically. It is concluded that, maximum values for torsional irregularity coefficient are obtained when both the number of axes and the number of stories are low. Furthermore it has been observed that, torsional irregularity coefficients assume maximum values when the structural walls are placed as close as possible to the gravity centres without coinciding with them. Lastly, code rules governing the structures with excessive torsional irregularity have been interpreted and discussed.

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 22.08.2002 günü ulaşmıştır.
- 30 Nisan 2004 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Bilsar A.Ş., İstanbul – gunayozmen@hotmail.com

1. GİRİŞ

Hemen tüm çağdaş deprem yönetmeliklerinde, burulma düzensizliği η_b burulma düzensizliği katsayısına bağlı olarak tanımlanmaktadır. 1998 yılında yürürlüğe giren “Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” (ABYYHY)’te de burulma düzensizliği, her katta hesaplanan

$$\eta_b = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_{\text{ort}}} \quad (1)$$

burulma düzensizliği katsayısına bağlı olarak tanımlanmaktadır, [1]. Burada Δ_{\max} ve Δ_{ort} , sırası ile, herhangi bir kattaki maksimum ve ortalama görelî kat yerdeğiştirmelerini göstermektedir. Yönetmelikte, herhangi bir kat için hesaplanan η_b değerinin 1.20’yi geçmesi halinde burulma düzensizliği oluştuğu belirtilmektedir. Bu durumda, her kattaki $\pm\% 0.05$ ek dışmerkezlikler

$$D = \left(\frac{\eta_b}{1.20} \right)^2 \quad (2)$$

katsayısı ile çarpılarak arttırılıp deprem hesapları tekrarlanır. Yönetmelikte, aşırı burulma düzensizliği olan, yani herhangi bir katta hesaplanan η_b katsayısı 2.00 üst sınır değerinden büyük olarak hesaplanan yapılarda, eşdeğer deprem yükü uygulamasının geçerli olmadığı ve “Dinamik Hesap” uygulanmasının gerekli olduğu belirtilmiş bulunmaktadır.

Uygulamada, burulma düzensizliği olan yapıların büyük çoğunluğunda, η_b katsayılarının 1.20 ~ 2.00 değerleri arasında kaldığı gözlenmektedir. Ancak bazı durumlarda, özellikle perdelerin kenar akslardan uzaklaşmaları halinde, burulma düzensizliği katsayılarının 2.00 üst sınır değerini aştığı gözlenmiştir, [2], [3], [4]. Yazar tarafından yönetilen iki araştırma projesinde, genel olarak burulma düzensizliği ile özel olarak burulma düzensizliği katsayılarının 2.00 üst sınırını aşması için gerekli olan koşullar, ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve irdelenmiş bulunmaktadır, [5], [6]. Bu araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre, burulma düzensizliği katsayılarının yüksek değerler almasında etkin olan faktörler aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir:

1. Yapının plan geometrisi,
2. Perdelerle paralel aksların sayısı,
3. Kat sayısı,
4. Perdelerin plandaki konumları.

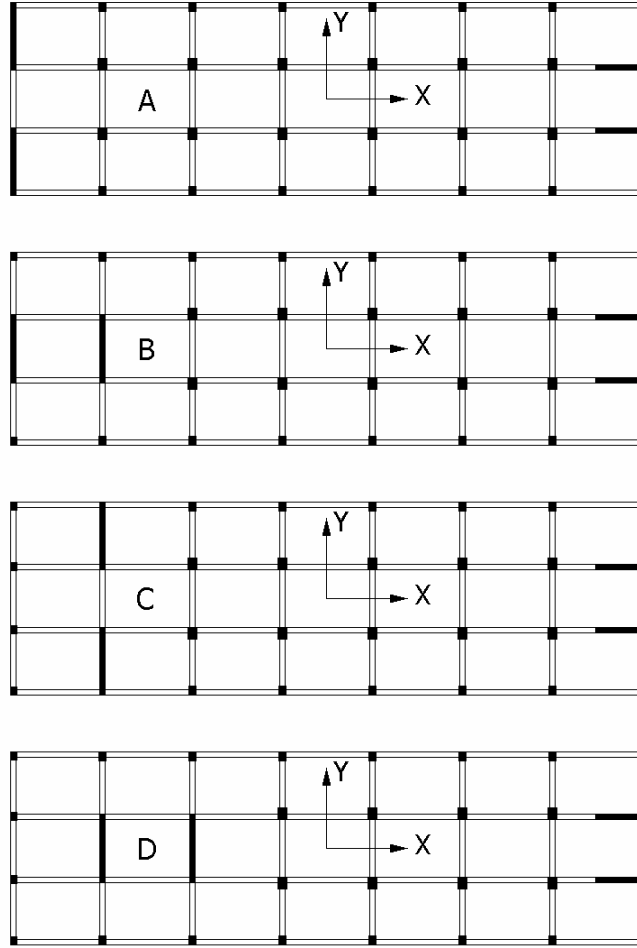
Aşağıda bu faktörlerden son üçünün etkileri ayrıntılı olarak incelenip irdelenecektir. Plan geometrisinin burulma düzensizliğine etkisi bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

2. TİPİK YAPILAR

Aşağıdaki bölümlerde yer alan parametrik araştırmalarda incelenen “Tipik Yapı” grupları perdeli ve çerçevesi olarak seçilmiştir. Seçilen tüm tipik yapılar planda dikdörtgen biçiminde olup 3.50×5.00 m² lik modüllerden oluşmaktadır. A, B, C ve D olarak

isimlendirilen yapı gruplarından Y eksenine paralel akslarının sayısı 8 olanların şematik kalıp planları, Şekil 1’de gösterilmiştir.

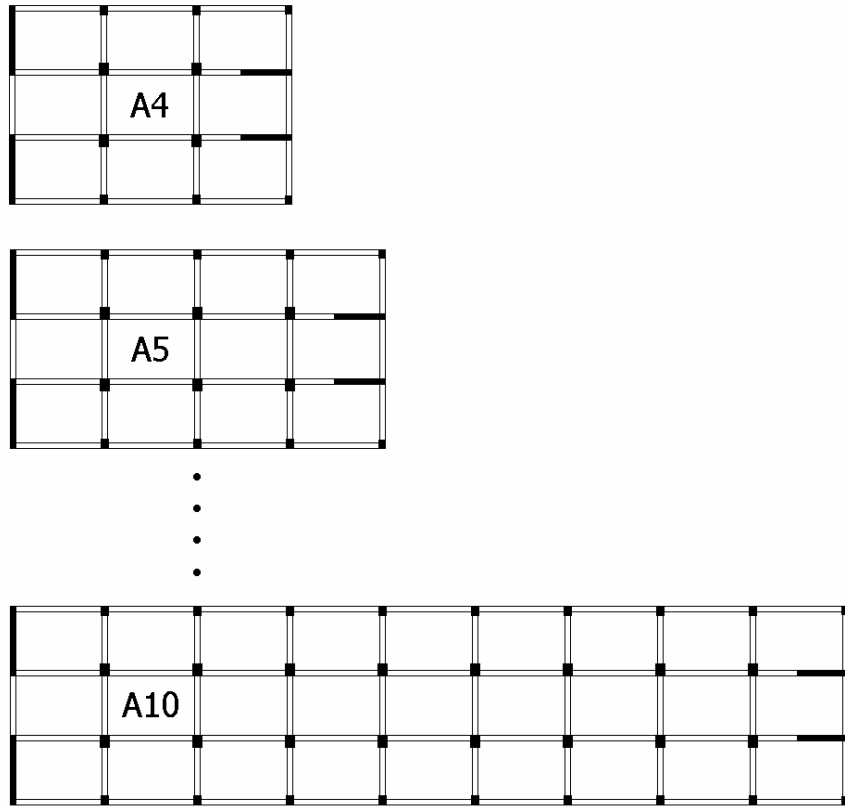
Şekilde görüldüğü gibi, tüm tipik yapılar X eksenine göre simetriktir. Y eksenine paralel olan perdeler, A grubu yapılarda soldaki en kenar akstadır. B, C ve D grubu yapılar ise, perde ağırlık merkezleri planda, sırası ile, $\frac{1}{2}$, 1 ve $1\frac{1}{2}$ modül kaydırılarak elde edilmişlerdir. Tüm tipik yapılar için kat yükseklikleri, normal katlarda 3.00 m, en alt katta da 4.00 m’dir. Tüm perde kalınlıkları 25 cm olarak seçilmiştir. Kiriş boyutları 25×50 cm² dir. Kolon boyutları 30×30 cm² ile 45×70 cm² arasında değişmektedir. Tipik yapılar ile ilgili özelliklerin ve deprem hesabı parametrelerinin ayrıntıları ilgili araştırma projesi raporunda bulunabilir, [6].



Şekil 1: 8 Akslı Tipik Yapıların Şematik Kalıp Planları

3. BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN AKS SAYISINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Burulma düzensizliği katsayılarının Y doğrultusundaki aksların sayısına göre değişimini inceleyebilmek amacı ile, tipik yapı gruplarının her birinde aks sayıları değiştirilerek Y doğrultusunda deprem analizleri yapılmış ve burulma düzensizliği katsayıları hesaplanmıştır. Aks sayıları A, B, C ve D tipi yapılar için, sırası ile, 4~10, 4~9, 3~8 ve 5~10 arasında değiştirilmiştir. Bu bölümde ele alınan tüm tipik yapılar 10 katlı olarak seçilmiş bulunmaktadır. Örnek olarak, A tipi yapıların değişik aks sayılarına göre düzenlenmiş bulunan kalıp planları, şematik olarak, Şekil 2’de gösterilmiştir.

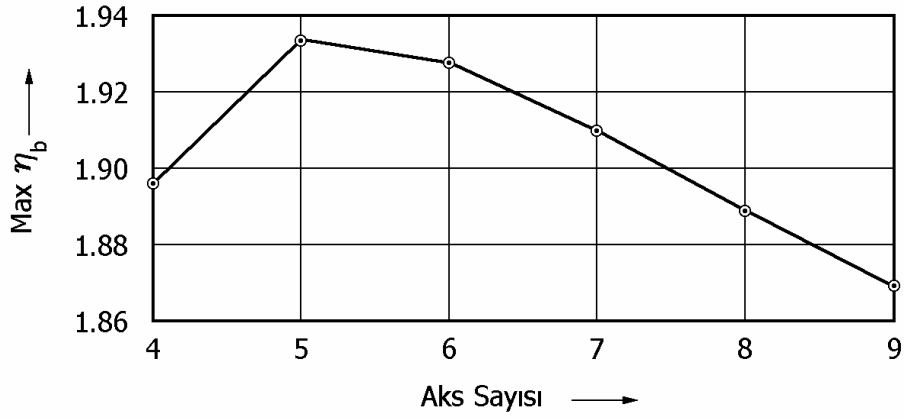


Şekil 2: Değişik Aks Sayıları Olan A Tipi Yapılar

Diğer yapı tipi grupları da benzer biçimde düzenlenmiş bulunmaktadır. A, B, C ve D tipi yapı grupları için, burulma düzensizliği katsayılarının aks sayısına göre değişimi, sırası ile, Şekil 3, 4, 5 ve 6’da gösterilmiştir.

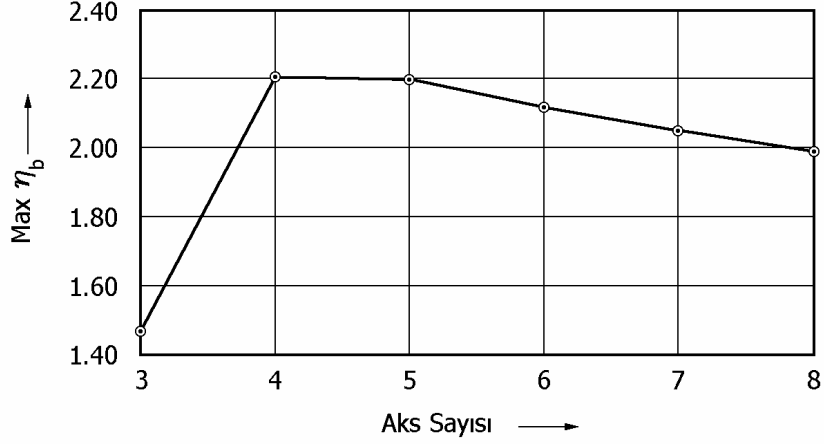


Şekil 3: 10 Katlı A Tipi Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Değişimi

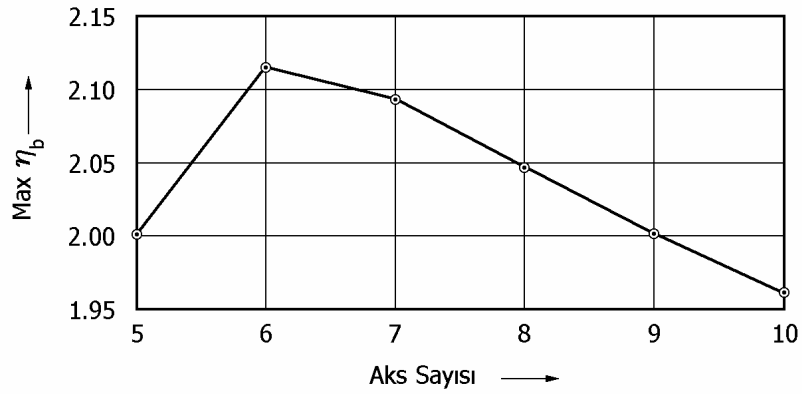


Şekil 4: 10 Katlı B Tipi Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Değişimi

Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği



Şekil 5: 10 Katlı C Tipi Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Değişimi



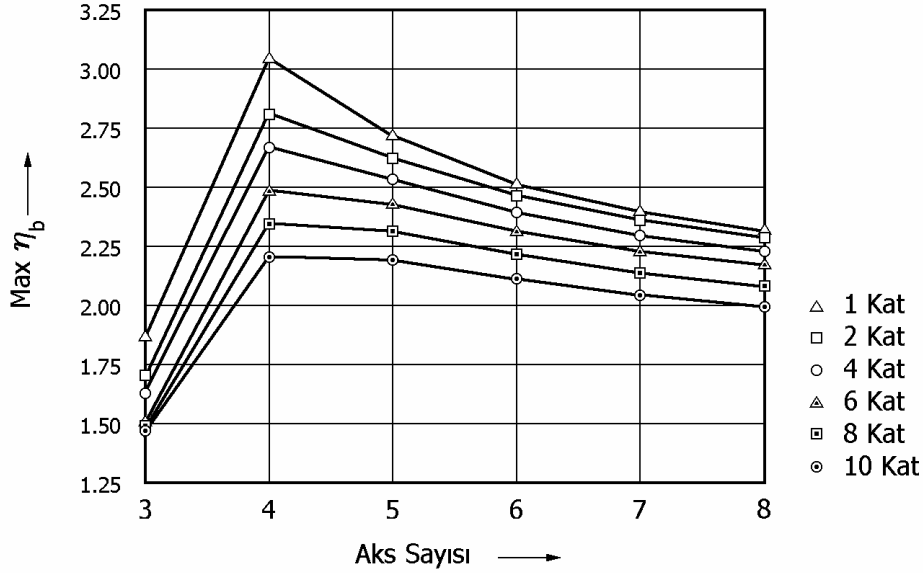
Şekil 6: 10 Katlı D Tipi Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Değişimi

Şekillerde görüldüğü gibi, burulma düzensizliği katsayıları, sınır durum olarak kabul edilebilen minimum aks sayılı sistemler için nisbeten küçük bir değer almakta, daha sonra maksimum değere ulaşmış, aks sayısının artması ile azalmaktadır.

4. BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN KAT SAYISINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Yukarıda belirtildiği gibi, burulma düzensizliğinin aks sayısına göre değişimini incelemek üzere seçilmiş olan tipik yapı grupları 10 katlıdır. Daha önce yapılan araştırmalarda ele alınan tüm örnek yapılar da 10 veya daha çok katlıdır, [2], [3], [4]. Yapılan ön çalışmalarda, daha az katlı yapılarda daha elverişsiz burulma düzensizliği katsayılarının elde edilebileceği saptanmış bulunmaktadır. Bu nedenle, A, B, C ve D grubu yapılar ayrı ayrı ele alınarak, kat

sayıları 1, 2, 4, 6, 8 arasında değiştirilip burulma düzensizliği katsayıları incelenmiştir. Örnek olarak, C grubu yapılarda Max η_b değerlerinin aks ve kat sayılarına göre değişimi Şekil 7’de gösterilmiştir.



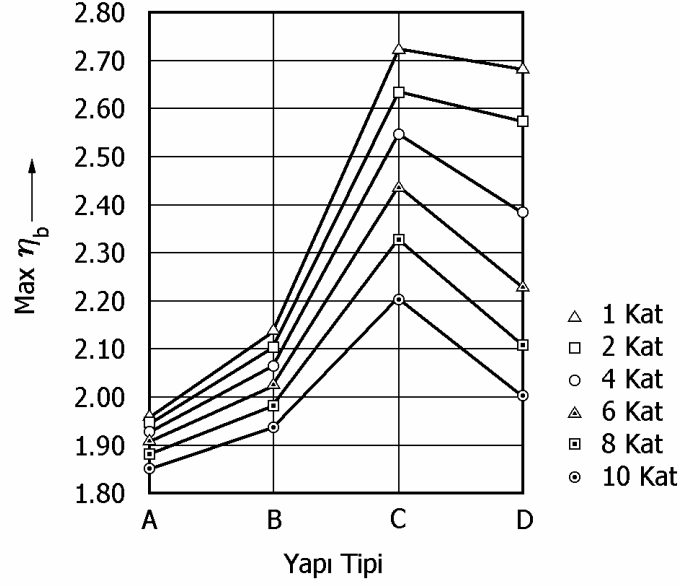
Şekil 7: C Tipi Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Kat Sayısına Göre Değişimi

Kat sayısı azaldıkça burulma düzensizliği katsayılarının arttığı görülmektedir. Diğer yapı grupları için de benzer sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır. Az katlı yapılarda aşırı burulma düzensizliği oluşmasının nedeni, perdelerin elverişsiz konumda bulunmaları ile birlikte, perde alanlarının az katlı yapılar için gerekli olan değerlerden daha yüksek olmasıdır. Yapıların depreme karşı davranışlarında perdelerin varlığının olumlu katkısı yadsınamaz. Ancak, perdelerin hem olumsuz konumda hem de aşırı oranda olmaları, burulma düzensizliğini arttırmaktadır.

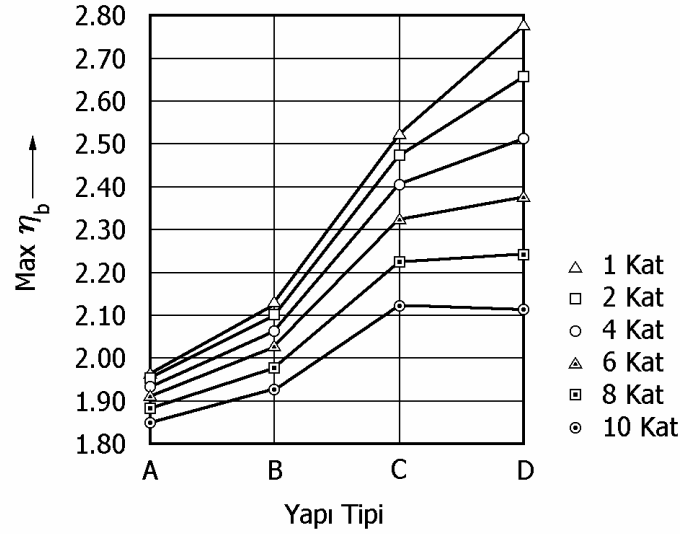
5. BURULMA DÜZENSİZLİĞİNİN PERDELERİN KONUMLARINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Çeşitli yapı tipi grupları üzerinde yapılan incelemelerden, perdelerin iç akslarda olmaları durumunda, kenar akslarda olmaları durumuna göre, daha elverişsiz burulma düzensizliği katsayıları değerleri elde edilebileceği anlaşılmıştır. Bu bölümde, perdelerin plandaki konumlarının η_b katsayılarının değişimine etkisi incelenecektir. Bu amaçla önce, A, B, C ve D grubu tipik yapılarından, aynı sayıda aksları olanlar bir araya getirilerek η_b katsayılarının perde konumlarına göre değişimi araştırılmıştır. Şekil 8 ve 9’da, sırası ile, 5 ve 6 akslı yapılara ait η_b katsayılarının yapı tipi gruplarına göre değişimi gösterilmiştir. Şekillerde tipik yapı grupları, yatay eksen üzerinde, A, B, C, D sırası ile gösterilmiş bulunmaktadır. Böylece perde ağırlık merkezlerinin sağa doğru kaymaları grafik olarak ifade edilmiştir.

Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği



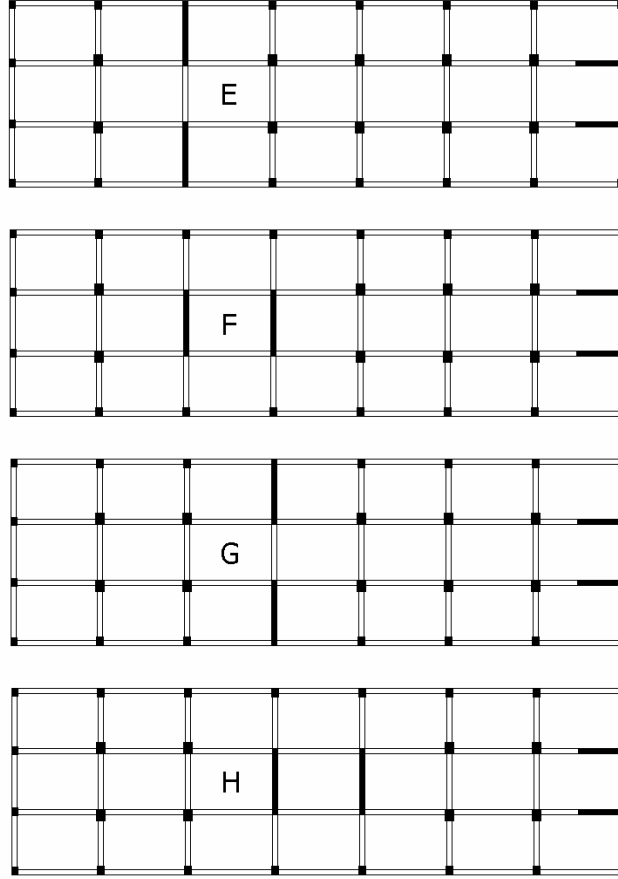
Şekil 8: 5 Akslı Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Yapı Tiplerine Göre Değişimi



Şekil 9: 6 Akslı Yapılar İçin Max η_b Değerlerinin Yapı Tiplerine Göre Değişimi

Şekil 8’de görüldüğü gibi, 5 akslı yapılar içinde, maksimum η_b değerleri Yapı Tip C için elde edilmektedir. Ancak 6 akslı yapılarda maksimumların elde edilebilmesi için, perdelerin daha da sağa kaydırılmalarının gerekli olduğu anlaşılmıştır. 7 ve 8 akslı yapılar için de

benzer durumla karşılaşılmaktadır. 6, 7 ve 8 akslı yapılarda maksimum değerleri veren perde konumlarının saptanabilmesi için, yeni tipik yapı gruplarının oluşturulması gerekmektedir. E, F, G ve H olarak adlandırılan ek yapı gruplarından 8 akslı olanların şematik kalıp planları Şekil 10'da gösterilmiştir.

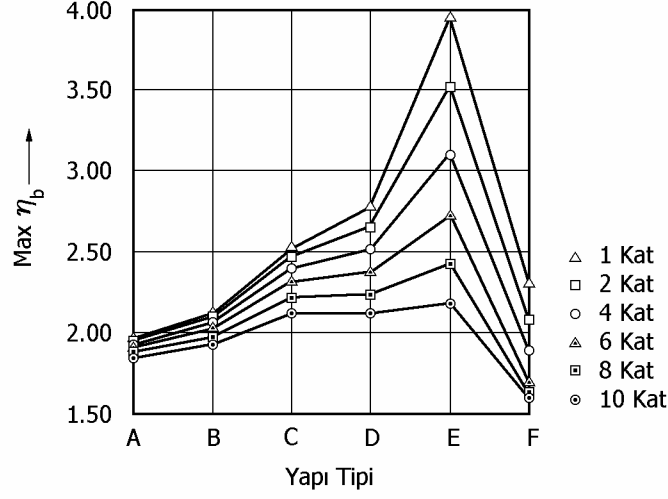


Şekil 10: 8 Akslı Ek Tipik Yapıların Şematik Kalıp Planları

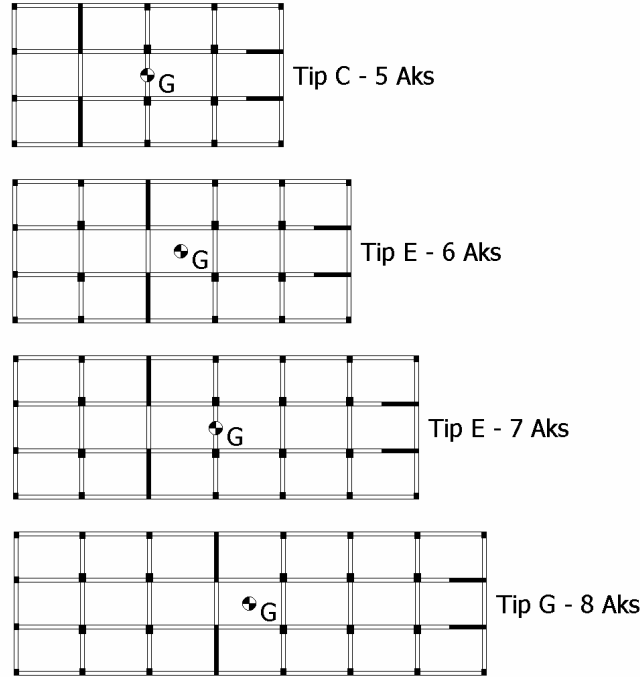
İlk tipik yapı grupları için yapıldığı gibi, tüm ek yapı tipleri de 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 katlı olarak düzenlenmiş ve her bir tipik yapının Y doğrultusunda deprem hesapları yapıldıktan sonra, maksimum η_b burulma düzensizliği katsayıları hesaplanmıştır. 6 akslı yapılar için, ek yapı tipleri de göz önüne alınarak düzenlenmiş olan, η_b katsayılarının yapı tipi gruplarına göre değişimi, Şekil 11'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, 6 akslı yapılarda, maksimum η_b değerleri Yapı Tip E için elde edilmektedir.

Yapılan benzer hesaplar sonunda, 7 ve 8 akslı yapı tipleri için de, en elverişsiz yapı tiplerinin, sırası ile, E ve G tipi yapılar olduğu saptanmış bulunmaktadır, [6]. 5, 6, 7 ve 8 akslı yapılar için max η_b değerlerinin olduğu yapı tipleri Şekil 12'de gösterilmiştir.

Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği



Şekil 11: 6 Akslı Yapılar İçin $\text{Max } \eta_b$ Değerlerinin Yapı Tiplerine Göre Değişimi

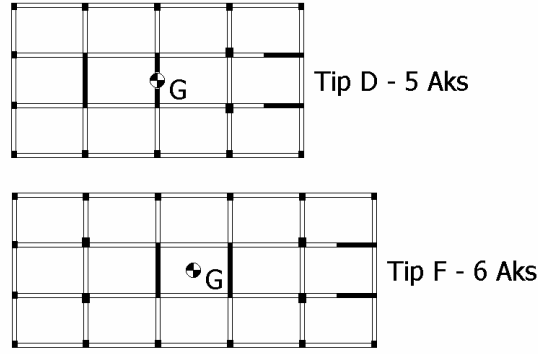


Şekil 12: Çeşitli Aks Sayıları İçin Maksimum η_b Değerlerini Veren Yapı Tipleri

Şekilde kat kütle merkezleri de G olarak belirtilmiş bulunmaktadır. Görüldüğü gibi, maksimum η_b değerleri, perdelerin kütle merkezlerine olabildiğince yakın konumda bulunmaları durumunda oluşmaktadır. Şekil 1 ve 10'da gösterilmiş olan, şematik kalıp planları incelenirse, tüm tipik yapıların iki kategoride toplanabilecekleri görülür:

- Perdeleri aynı aks üzerinde bulunan yapılar,
- Perdeleri komşu iki aks üzerinde bulunan yapılar.

Tüm aks sayıları için, maksimum η_b değerlerinin birinci kategoriye giren, yani perdeleri aynı aks üzerinde bulunan yapılarda oluşması ilgi çekici bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, ikinci kategoriye giren yapılarda, perdelerin kütle merkezine en yakın buldukları konumların Şekil 13'te gösterildiği biçimde olmalarıdır.



Şekil 13: Perdeleri Komşu Akslar Üzerinde Bulunan Yapılar İçin Elverişsiz Perde Konumları

Görüldüğü gibi, bu kategorideki yapılarda, perdelerin kütle merkezine yaklaşmaları halinde, ya perdelerden biri kütle merkezi ile çakışmakta, veya iki perde Y eksenine göre simetrik konuma gelmektedir. Her iki düzenleme tipinin de burulma düzensizliğini elverişsiz biçimde etkilemeyecekleri açıktır.

6. YÖNETMELİK KOŞULLARININ İRDELENMESİ

Yukarıda belirtildiği gibi ABYYHY'te, herhangi bir kat için (1) denklemi ile hesaplanan η_b değerinin 1.20'yi geçmesi halinde burulma düzensizliği olduğu ve bu durumda her kattaki $\pm\% 0.05$ ek dışmerkezliliklerin (2) denklemi ile hesaplanan D katsayısı ile çarpılarak artırılmaları gerektiği belirtilmektedir. $\eta_b > 2.00$ olması durumunda, yani aşırı burulma yapan yapılarda da "Dinamik Hesap" uygulanması gerekmektedir, [1].

Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği

Burulma düzensizliği ile ilgili bu koşullar, biraz değiştirilerek, Amerika Birleşik Devletlerinde yaygın olarak kullanılmakta olan UBC yönetmeliğinden alınmışlardır. Yalnız, UBC yönetmeliğinde görelî kat yerdeğıştirmeleri yerine mutlak yerdeğıştirmeler kullanılmakta ve D katsayısının hesabında bir üst sınır değeri ($D = 3.00$) öngörülmektedir, [7]. Yani UBC yönetmeliğinde, η_b değeri ne kadar büyük olursa olsun, D katsayısının 3.00 değerinden daha büyük alınmaması gerektiğı belirtilmektedir.

Çeşitli deprem sonrası gözlemlerinde, burulma düzensizliği olan yapıların daha elverişsiz etkiler altında kaldıkları ve bir çok göçme durumunda bu düzensizliğin önemli rol oynadığı gözlenmiştir. Bu bakımdan ek dışmerkezliklerin artırılması, bu tür yapıların deprem etkileri altındaki elverişsiz davranışlarını, yaklaşık da olsa, yansıtan bir “Yaptırım” niteliğindedir. Ancak bu yaptırımın ne ölçüde gerçekçi olduğunun ve özellikle aşırı burulma yapan yapılar ile ilgili koşulların “Yaptırım” niteliklerinin tartışılıp irdelenmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki bölümlerde, çeşitli faktörlerin burulma düzensizliğine etkisini araştırmak amacı ile, 198 adet çok katlı yapının deprem yüklemeleri altındaki davranışları incelenmiş bulunmaktadır. Araştırmanın amacına uygun olarak seçilmiş olan bu yapıların 117 tanesinin aşırı burulma etkisi altında bulunduğu saptanmıştır. Bu bölümde aşırı burulma yapan yapılardan tipik iki tanesi seçilerek yönetmelik koşulları irdelenecektir. D5-8 ve G8-4 olarak nitelendirilen bu yapıların karakteristiklerine ve deprem hesaplarına ait ayrıntılar Kaynak [6]’da verilmiş ve Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1: Yapı Tip D5-8 ve G8-4 Karakteristikleri

Tip	Aks Sayısı	Kat Sayısı	η_b
D5-8	5	8	1.330 ~ 2.109
G8-4	8	4	1.545 ~ 3.126

Bu yapıların deprem analizleri önce eşdeğer statik yüklere göre, daha sonra mod birleştirme yöntemi uygulanarak yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki yapının deprem hesaplarında ABYYHY ve UBC kuralları ayrı ayrı uygulanmış ve elde edilen sonuçlar da karşılaştırılmış bulunmaktadır. Bu hesapların ve karşılaştırmaların ayrıntıları Kaynak [6]’da verilmiştir. Bu karşılaştırmaların sonunda, aşağıda özetlenen sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır:

- Arttırılmış dışmerkezlik uygulamasının etkisi en çok % 20 mertebesindedir. Bu konudaki yönetmelik koşullarının yetersiz olduğu söylenebilir.
- Boyutlandırma bakımından önemsiz olan bir kaç kesit dışında, dinamik hesap uygulaması eşdeğer statik yüklere göre ortalama % 15-20 düşük sonuçlar vermektedir. Yani, dinamik hesap uygulamasının bir “Yaptırım” niteliğinde olmadığı anlaşılmaktadır. Diğer bazı düzensizlik durumlarında da benzer sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır, [8], [9].
- ABYYHY ve UBC uygulamaları sonucunda bulunan uç momentleri arasındaki farklar ortalama % 5 mertebesindedir. Bu farkların uygulama bakımından önemli mertebede olmadığı söylenebilir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yukarıdaki bölümlerin her birinin sonunda, o bölümle ilgili sonuçlar verilmiş bulunmaktadır. Burada çeşitli bölümlerde elde edilen sonuçların en önemli olanları sıralanacak ve gerek yönetmelik gerekse uygulama ile ilgili öneriler sunulacaktır.

7.1. Sonuçlar

1. Tüm tipik yapı grupları için, toplam kat sayısı azaldıkça burulma düzensizliği katsayılarının arttığı gözlenmektedir.
2. Maksimum η_b değerleri, asimetrik konumdaki perdelerin, kütle merkezi üzerinde olmamak koşuluyla, kütle merkezine olabildiğince yakın konumda bulunmaları durumunda oluşmaktadır.
3. Arttırılmış dışmerkezlik uygulamasının etkisi, aşırı burulma yapan yapılarda bile, en çok % 20 mertebesindedir.
4. ABYYHY’te aşırı burulma yapan yapılar için öngörülen dinamik hesap uygulamasının bir “Yaptırım” niteliğinde olmadığı anlaşılmaktadır.
5. Aşırı burulma yapan yapılar için, UBC’de öngörülen uygulama biçiminin de uygun olmadığı saptanmıştır.
6. ABYYHY ve UBC uygulamaları sonucunda bulunan uç momentleri arasındaki farklar ortalama % 5 mertebesindedir. Bu farkların uygulama bakımından önemli mertebede olmadığı söylenebilir.

7.2. Öneriler

1. Perdelerin yapının kenarlarına yakın olması, burulma düzensizliğini olumlu yönde etkilemektedir. Uygulamada, yapıların orta bölgelerine yakın konumda perdelerin tercih edilmemesi, hiç değilse bu konumdaki perde ve çekirdeklerin kenarlardaki perdelerle dengelenmesi uygun olacaktır.
2. Yapıların depreme karşı davranışlarında perdelerin varlığının olumlu katkısı yadsınamaz. Ancak, özellikle az katlı yapılarda aşırı oranda perde kullanılması, burulma bakımından olumsuz sonuçlar verebilmektedir. Perdelerin hem olumsuz konumda hem de aşırı oranda olmaları, burulma düzensizliğini arttırmaktadır.
3. Arttırılmış dışmerkezlik uygulamasının etkisi çok elverişsiz sonuçlar vermemektedir. Bu konudaki yönetmelik koşullarının yetersiz olduğu söylenebilir.
4. Aşırı burulma yapan yapılar için, ABYYHY’te öngörülen dinamik hesap uygulaması gerçekçi değildir. Bunun yerine, burulma düzensizliği katsayısına bir üst sınır getirilmesi ve bu sınırın aşılması için yapı sisteminde gerekli değişikliklerin yapılmasının zorunlu kılınması daha uygun olacaktır.

Kaynaklar

- [1] *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Ağustos 1997.
- [2] G. Çalim, *Çok Katlı Perdeli Çerçeve Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tez Çalışması, İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Haziran 1999.
- [3] H. Boğa, *Çok Katlı Betonarme Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Haziran 2000.
- [4] G. Özmen, G. Gülay, An Investigation of Torsionally Irregular Multi-Story Buildings Under Earthquake Loading, *Structural Engineering and Mechanics*, An International Journal, No. 14 (2), 2002.
- [5] G. Özmen, *Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliği*, Teknik Rapor No: TDV/TR 036-61, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Ocak 2001.
- [6] G. Özmen, *Aşırı Burulma Yapan Yapılar*, Teknik Rapor No: TDV/TR 039-68, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Temmuz 2001.
- [7] *Earthquake Resistant Regulations – A World List*, International Association for Earthquake Engineering, Tokyo 1996.
- [8] G. Özmen, S. Pala, G. Gülay, E. Orakdöğen, *Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi*, Teknik Rapor No: TDV/TR 017-28, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Kasım 1998, (TÜBİTAK - INTAG 546 No.lu araştırmanın kesin raporu).
- [9] G. Özmen, S. Pala, G. Gülay, E. Orakdöğen, *Investigations of Mass and Soft-Story Irregularities in Multistory Structures*, European Workshop on the Seismic Behaviour of Asymmetric and Set-Back Structures, Capri, İtalya, Ekim 1996.