

Deprem Yönetmeliklerindeki Burulma Düzensizliği Koşulları

1. Giriş

Çağdaş deprem yönetmeliklerinde, en çok göz önüne alınan düzensizlik türlerinden biri "Planda Burulma Düzensizliği"dir, [1]. Son yıllarda geliştirilen yönetmeliklerde genel olarak benimsenen yol, standart $\pm\%5$ dışmerkezlikli yüklemelerden elde edilen η_b burulma düzensizliği katsayılarının hesaplanması, bu değer belirlenen bir sınırı (1.20) aşması halinde, artırılmış dışmerkezliklere göre hesap yapılmasıdır. Mart 2007 tarihinde yürürlüğe giren "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" (DBYBHY)'te de aynı yol benimsenmiş bulunmaktadır, [2]. DBYBHY'te ayrıca, diğer çağdaş deprem yönetmeliklerinden farklı olarak, η_b burulma düzensizliği katsayılarının 2.00 üst sınır değerini aşması halinde, "Eşdeğer Deprem Yüku" yöntemi yerine "Dinamik Hesap" yöntemlerinin kullanılması öngörülmektedir.

Yurdumuzda yapılan bazı araştırmalarda, burulma düzensizliği konusu çok katlı yapılar için ele alınmış ve belirli tipteki perdeli çerçeve yapılar için bazı önemli sonuçlar elde edilmiştir, [3], [4], [5]. Yazar tarafından yürütülen ve Türkiye Deprem Vakfı tarafından desteklenen bir araştırma projesinde, burulma düzensizliği konusu yapı tipleri açısından kapsamlı bir biçimde ele alınarak uygulama bakımından yararlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır, [6]. Söz konusu projede, burulma düzensizliğini etkileyen başlıca faktörlerin

- Yapının plan geometrisi,
- Planda rijitlik dağılımı

olduğu ve planda rijitlik dağılımının düzensizliği en çok etkileyen faktör olduğu saptanmış bulunmaktadır. Yazar tarafından yürütülen bir başka araştırmada yapıların kat sayıları ile perdelerin plandaki durumlarının burulma düzensizliğine etkileri incelenmiş ve

- Kat sayıları azaldıkça,
- Asimetrik konumdaki perdeler kütle merkezine olabildiğince yaklaştıkça

burulma düzensizliği katsayılarının aşırı oranda arttığı saptanmıştır, [7], [8].

Uygulamada karşılaşılan yapılar açısından bu son çalışmalarda elde edilen sonuçların gerçek burulma düzensizliği davranışını yansıtmamasının kuşkulu olabileceği düşünülmüş ve konuyu irdelemek amacı ile yeni bir araştırma projesi geliştirilmiştir, [9]. Bu projede, yönetmeliklerdeki burulma düzensizliği katsayılarının geçerliliğini irdelemek amacı ile, bir "Sayısal Deney" yöntemi uygulanmıştır. Bunun için, plandaki perde konumları farklı olan 6 grup "Tipik Yapı" seçilmiş ve bu yapıların aks sayıları 5, 6 ve 7, kat sayıları da 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 arasında değiştirilerek burulma düzensizliği

katsayılarının değişimi incelenmiş ve sonuçlar irdelenmiştir. Yapıların yatay yük (deprem) analizleri için SAP 2000 yazılımı kullanılmıştır.

Aşağıda bu araştırmanın bazı bölümleri özetlenerek elde edilmiş olan sonuçlar açıklanacaktır.

2. Tipik Yapılar

“Sayısal Deney” yönteminin uygulanması için yapılan parametrik araştırmalarda göz önüne alınan tipik yapı grupları perdeli ve çerçevesi olarak seçilmiştir. Seçilen tüm tipik yapılar planda dikdörtgen biçiminde olup 3.50x5.00 m²’lik modüllerden oluşmaktadır. A, B, C, D, E ve F olarak adlandırılan yapı gruplarından 6 akslı 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, D, E ve F grubu yapılar ise, perde ağırlık merkezleri planda, sırası ile, 1/2, 1, 1 1/2, 2 ve 2 1/2 aks kaydırılarak elde edilmişlerdir.

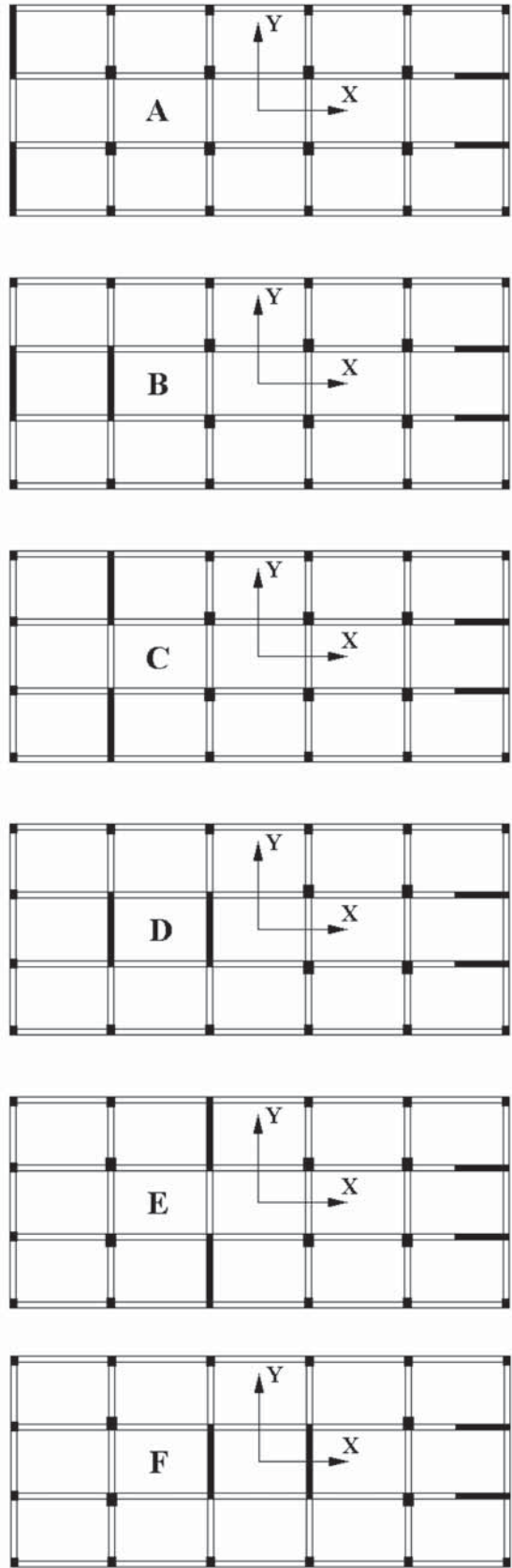
5, 6 ve 7 akslı A grubu yapıların şematik kalıp planları, Şekil 2’de gösterildiği gibidir.

Diğer yapı tipi gruplarının kalıp planları da benzer biçimde düzenlenmiştir.

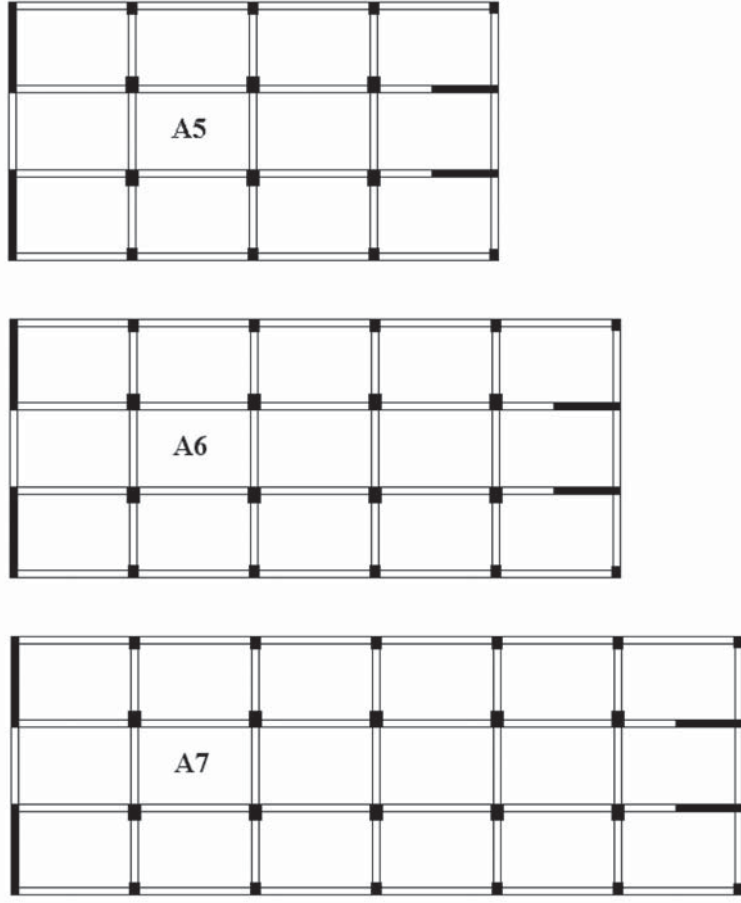
Gerçekleştirilen parametrik araştırmalar, yapıyı etkileyen deprem kuvvetlerinin büyüklüğünden bağımsız niteliktedir. Ancak, varılan sonuçların gerçekçi olabilmesi için, seçilen eleman boyutlarının uygulamada karşılaşılan yapılara yakın olmaları gerektiğinden, her gruptaki bir tipik yapının boyutlandırılması yapılmıştır. Bu boyutlandırmalarda yapıların süneklik düzeyi bakımından “Karma” oldukları kabul edilmiştir. Bu amaçla X doğrultusunda da küçük perdeler yerleştirilmiş bulunmaktadır.

Tüm katlardaki kirişler 25x50 cm² boyutundadır. Perde kalınlıkları 25cm’dir. Süneklik düzeyi “Karma” olarak boyutlandırılmış olan yapıların kolon boyutları 30x30 ~ 45x70 cm² arasında değişmektedir. Kat yükseklikleri, normal katlarda 3.00 m, en alt katta da 4.00 m’dir. Tek katlı tipik yapıların kat yükseklikleri de 4.00 m’dir. Tipik yapılar ile ilgili özelliklerin ve deprem hesabı parametrelerinin ayrıntıları ilgili araştırma projesi raporunda bulunabilir, [9]. Y doğrultusundaki özel periyot ile buna karşı gelen eşdeğer deprem yükleri sadece A tipi yapılar için hesaplanmıştır. Karşılaştırmaların sağlıklı olabilmesi için, diğer tipik yapılarda da aynı deprem yükleri kullanılmış bulunmaktadır.

Yapıların kat kütle merkezlerinin plandaki geometrik merkezlerde oldukları kabul edilmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi, tipik yapılar X eksenlerine göre



Şekil 1 - 6 akslı tipik yapıların şematik kalıp planları



Şekil 2 - A grubu tipik yapıların şematik kalıp planları

simetrik olarak seçilmiştir. Bu nedenle yapıların davranışları sadece Y eksenleri doğrultusundaki deprem yüklemeleri ve +% 5 ek dışmerkezlik durumu için incelenecektir.

Aşağıda sıra ile 5, 6 ve 7 akslı yapı grupları ele alınacak ve burulma düzensizliği özellikleri irdelenmiştir.

3. Beş Akslı Yapılar

5 akslı yapılar için E ve F grubu yapılar burulma düzensizliği bakımından elverişsiz sonuç vermediğinden bunlara ait deprem hesapları yapılmamıştır. A, B, C ve D grubu yapıların kat sayıları 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 olarak değiştirilmiştir. Böylece bu grup için 24 adet tipik yapı incelenmiştir. Aşağıda önce 10 katlı A tipi yapının Y doğrultusundaki deprem hesabı sonuçları, daha sonra tüm tipik yapılar için deprem hesabı sonuçlarının özetleri açıklanacaktır.

3.1. A Tipi 5 Akslı ve 10 Katlı Yapı

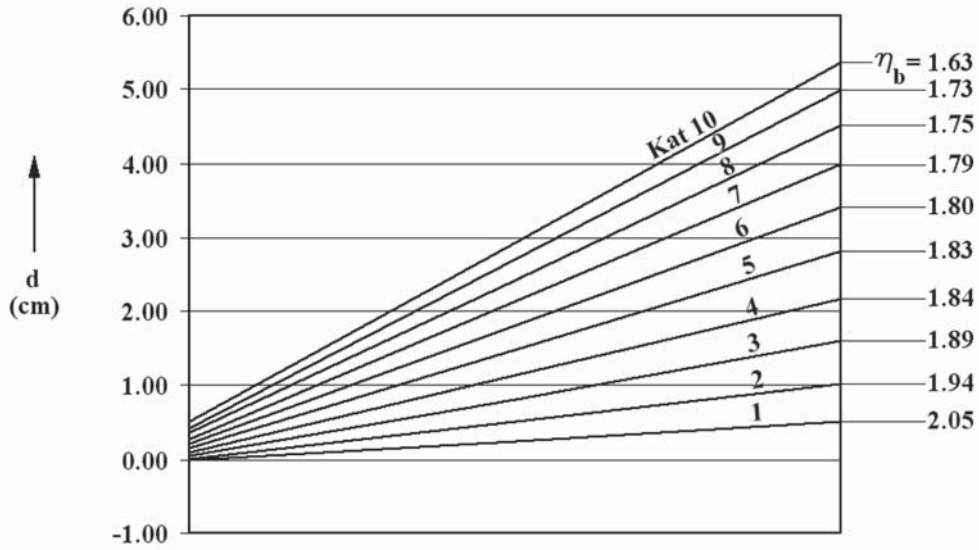
Bu yapı tipi için yapılan deprem hesaplarının ayrıntıları burada gösterilmemiştir. Y doğrultusunda +% 5 ek dışmerkezlik durumu için minimum, ortalama ve maksimum görelî kat ötelemeleri (Δ_{min} , Δ_{ort} ve Δ_{max}) ile η_{bi} burulma düzensizliği katsayıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 - Görelî kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği parametreleri

Kat No.	Δ_{\min} (cm)	Δ_{ort} (cm)	Δ_{\max} (cm)	η_b ($\Delta_{\max}/\Delta_{\text{ort}}$)	$10^3\theta$ (radyan)
9	0.075	0.280	0.485	1.73	1.83
8	0.075	0.297	0.520	1.75	1.66
7	0.068	0.331	0.593	1.79	1.49
6	0.065	0.330	0.595	1.80	1.28
5	0.057	0.342	0.627	1.83	1.06
4	0.050	0.310	0.570	1.84	0.84
3	0.033	0.306	0.578	1.89	0.63
2	0.017	0.268	0.519	1.94	0.41
1	-0.012	0.250	0.511	2.05	0.21
Max		0.342	0.627	2.05	1.94

Tablonun son kolonuna rijit diyafram olarak kabul edilmiş olan kat döşemelerinin θ dönme açılı yazılmıştır. Bunların yapının gerçek burulma davranışını yansıtan değerler olduğu açıktır. İlgî çekici olan husus DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açılı ile ters orantılı olmasıdır. Burulma düzensizliği katsayıları ile θ dönme açılılarının maksimum değerleri de farklı katlarda oluşmaktadır.

Bu yapı için rijit döşeme plaklarının yerdeğiştirme diyagramları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3 - Döşeme yerdeğiştirme diyagramları

Şekilde görüldüğu gibi, üst katlara doğru döşeme dönme açılı belirgin biçimde artmakta, buna karşın η_b burulma düzensizliği katsayıları azalmaktadır. DBYBHY esaslarına göre hesaplanan η_b katsayılarının burulma düzensizliğini gerçekçi olarak temsil etmedikleri sonucuna varılabilir.

3.2. Beş Akslı Tüm Yapı Tipleri

Benzer hesaplar 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 katlı B, C ve D grubu yapılar için yinelenmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi, hesapları yapılan tüm yapılarda A grubu yapılar için saptanan eşdeğer deprem yükleri kullanılmış bulunmaktadır. Tüm tipik yapılar için burulma düzensizliği katsayıları ile döşeme dönme açılarının maksimum değerleri, sırası ile Tablo 2 ve 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2 - 5 akslı tüm tipik yapılar için $\eta_{b,max}$ değerleri

Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D
1	2.18	2.42	3.12	3.11
2	2.17	2.37	3.02	2.94
4	2.14	2.30	2.87	2.65
6	2.11	2.25	2.73	2.47
8	2.08	2.19	2.59	2.33
10	2.05	2.16	2.45	2.22

Tablo 3 - 5 akslı tüm tipik yapılar için $10^3\theta_{max}$ değerleri

Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D
1	0.11	0.07	0.10	0.03
2	0.35	0.24	0.31	0.13
4	0.91	0.75	0.85	0.45
6	1.30	1.14	1.20	0.71
8	1.64	1.45	1.50	0.95
10	1.94	1.81	1.73	1.17

Tablo 2 ve 3'teki değerler karşılaştırılırsa, DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açıları ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Bu yapılar için η_b katsayılarının burulma düzensizliğini gerçekçi olarak temsil etmedikleri söylenebilir.

4. Altı Akslı Yapılar

Bu gruptaki tüm tipik yapıların da kat sayıları 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 olarak değiştirilmiştir. Böylece bu grup için 36 adet tipik yapı incelenmiş olmaktadır. Aşağıda önce 10 katlı A tipi yapının Y doğrultusundaki deprem hesabı sonuçları, daha sonra tüm tipik yapılar için deprem hesabı sonuçlarının özetleri açıklanacaktır.

4.1. A Tipi 6 Akslı ve 10 Katlı Yapı

Bu yapı tipi için Y doğrultusunda +% 5 ek dışmerkezlilik durumu için minimum, ortalama ve maksimum görel kat ötelemeleri (Δ_{min} , Δ_{ort} ve Δ_{max}) ile η_{bi} burulma düzensizliği katsayıları Tablo 4'te gösterilmiştir.

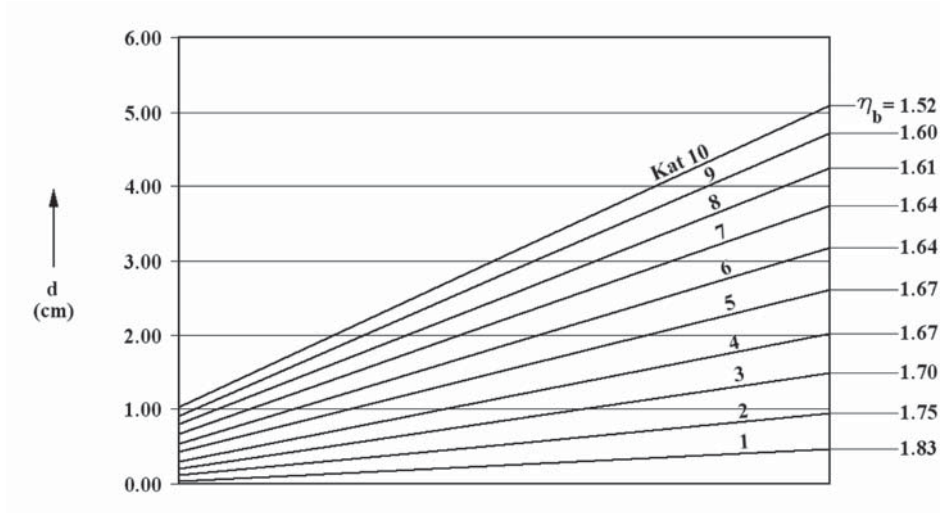
Tablonun son kolonuna yazılmış olan θ dönme açıları yapının gerçek burulma davranışını yansıtan değerlerdir. Bu yapı tipi için de DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açıları ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Burulma düzensizliği katsayıları ile θ dönme açılarının maksimum değerleri de farklı katlarda oluşmaktadır.

Bu yapı için rijit döşeme plaklarının yerdeğiştirme diyagramları Şekil 4'te gösterilmiştir.

Bu yapı tipi için de, üst katlara doğru döşeme dönme açıları artmakta, buna karşın burulma düzensizliği katsayıları azalmaktadır.

Tablo 4 - Görel kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği parametreleri

Kat No.	Δ_{\min} (cm)	Δ_{ort} (cm)	Δ_{\max} (cm)	η_b ($\Delta_{\max}/\Delta_{\text{ort}}$)	$10^3\theta$ (radyan)
10	0.115	0.237	0.360	1.52	1.62
9	0.120	0.300	0.480	1.60	1.52
8	0.122	0.311	0.500	1.61	1.38
7	0.124	0.347	0.569	1.64	1.23
6	0.123	0.343	0.563	1.64	1.05
5	0.119	0.357	0.594	1.67	0.87
4	0.106	0.317	0.529	1.67	0.68
3	0.093	0.314	0.535	1.70	0.51
2	0.069	0.274	0.479	1.75	0.34
1	0.043	0.258	0.473	1.83	0.17
Max		0.357	0.594	1.83	1.62

**Şekil 4 - Döşeme yerdeğiştirme diyagramları**

4.2. Altı Akslı Tüm Yapı Tipleri

Benzer hesaplar 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 katlı tüm yapılar için yinelenmiştir. Tüm tipik yapılar için burulma düzensizliği katsayıları ile döşeme dönme açılarının maksimum değerleri, sırası ile, Tablo 5 ve 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5 - 6 akslı tüm tipik yapılar için $\eta_{b,\max}$ değerleri

Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Tip F
1	1.96	2.11	2.49	2.72	3.79	2.07
2	1.94	2.08	2.44	2.62	3.41	1.88
4	1.92	2.04	2.36	2.46	2.96	1.72
6	1.89	2.00	2.28	2.33	2.62	1.65
8	1.86	1.95	2.18	2.20	2.35	1.59
10	1.83	1.93	2.09	2.09	2.14	1.56

Tablo 6 - 6 akslı tüm tipik yapılar için $10^3\theta_{max}$ değerleri

Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Tip F
1	0.10	0.07	0.10	0.05	0.06	0.01
2	0.32	0.26	0.32	0.20	0.20	0.05
4	0.77	0.70	0.78	0.58	0.50	0.16
6	1.09	1.03	1.10	0.85	0.71	0.27
8	1.36	1.28	1.35	1.08	0.88	0.41
10	1.62	1.59	1.57	1.28	1.05	0.57

Bu yapı grubu için de, DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açıları ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Bu yapılar için de η_b katsayılarının burulma düzensizliğini gerçekçi olarak temsil etmedikleri söylenebilir.

5. Yedi Akslı Yapılar

Bu gruptaki tüm tipik yapıların da kat sayıları 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 olarak değiştirilmiş ve 36 adet tipik yapı incelenmiştir. Aşağıda önce 10 katlı A tipi yapının Y doğrultusundaki deprem hesabı sonuçları, daha sonra tüm tipik yapılar için deprem hesabı sonuçlarının özetleri açıklanacaktır.

5.1. A Tipi 7 Akslı ve 10 Katlı Yapı

Bu yapı tipi için Y doğrultusunda +% 5 ek dışmerkezlik durumu için minimum, ortalama ve maksimum görel kat ötelemeleri (Δ_{min} , Δ_{ort} ve Δ_{max}) ile η_{bi} burulma düzensizliği katsayıları Tablo 7'de gösterilmiştir.

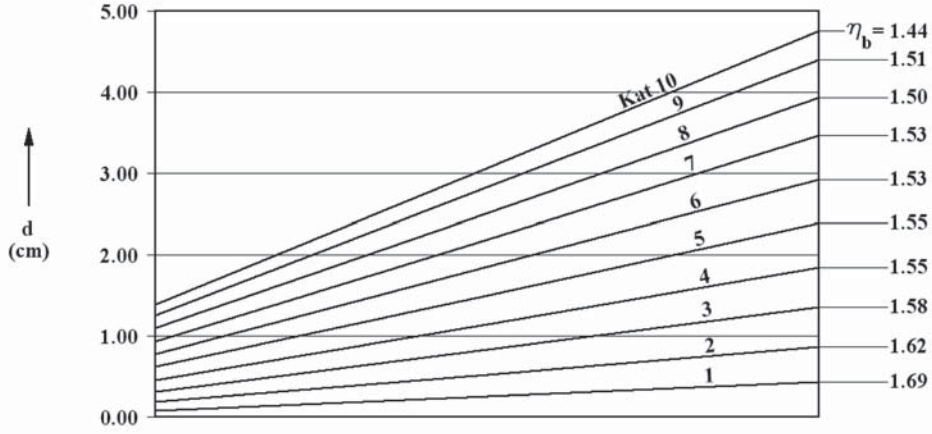
Tablo 7 - Görel kat ötelemeleri ve burulma düzensizliği parametreleri

Kat No.	Δ_{min} (cm)	Δ_{ort} (cm)	Δ_{max} (cm)	η_b ($\Delta_{max}/\Delta_{ort}$)	$10^3\theta$ (radyan)
10	0.138	0.244	0.350	1.44	1.34
9	0.154	0.311	0.469	1.51	1.26
8	0.156	0.314	0.471	1.50	1.13
7	0.163	0.349	0.536	1.53	1.01
6	0.162	0.343	0.524	1.53	0.86
5	0.160	0.357	0.555	1.55	0.71
4	0.143	0.314	0.485	1.55	0.56
3	0.131	0.311	0.491	1.58	0.42
2	0.104	0.270	0.436	1.62	0.27
1	0.079	0.256	0.432	1.69	0.14
Max		0.357	0.555	1.69	1.34

Bu yapı tipi için de DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açıları ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Burulma düzensizliği katsayıları ile θ dönme açılarının maksimum değerleri de farklı katlarda oluşmaktadır.

Bu yapı için rijit döşeme plaklarının yerdeğiştirme diyagramları Şekil 5'te gösterilmiştir.

Bu yapı tipi için de, üst katlara doğru döşeme dönme açıları artmakta, buna karşın burulma düzensizliği katsayıları azalmaktadır.



Şekil 5 - Döşeme yerdeğiştirme diyagramları

5.2. Yedi Akslı Tüm Yapı Tipleri

Benzer hesaplar 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 katlı tüm yapılar için yinelenmiştir. Tüm tipik yapılar için burulma düzensizliği katsayıları ile döşeme dönme açılarının maksimum değerleri, sırası ile, Tablo 8 ve 9'da gösterilmiştir.

Tablo 8 - 7 akslı tüm tipik yapılar için $\eta_{b,max}$ değerleri

Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Tip F
1	1.79	1.91	2.15	2.34	2.89	2.88
2	1.78	1.89	2.11	2.27	2.74	2.61
4	1.76	1.86	2.05	2.16	2.52	2.28
6	1.74	1.83	2.00	2.08	2.33	2.09
8	1.72	1.78	1.93	1.98	2.13	1.92
10	1.69	1.76	1.85	1.89	1.98	1.79

Tablo 9 - 7 akslı tüm tipik yapılar için $10^3\theta_{max}$ değerleri

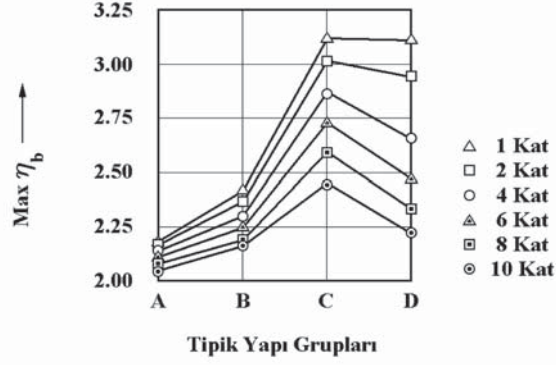
Kat sayısı	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D	Tip E	Tip F
1	0.10	0.08	0.10	0.07	0.08	0.04
2	0.29	0.26	0.30	0.23	0.25	0.13
4	0.66	0.63	0.69	0.59	0.57	0.35
6	0.93	0.90	0.96	0.84	0.78	0.52
8	1.14	1.10	1.16	1.02	0.94	0.66
10	1.34	1.35	1.34	1.19	1.09	0.80

Bu yapı grubu için de, DBYBHY esaslarına göre hesaplanmış olan η_b burulma düzensizliği katsayılarının θ açıları ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Bu yapılar için de η_b katsayılarının burulma düzensizliğini gerçekçi olarak temsil etmedikleri sonucuna varılmaktadır.

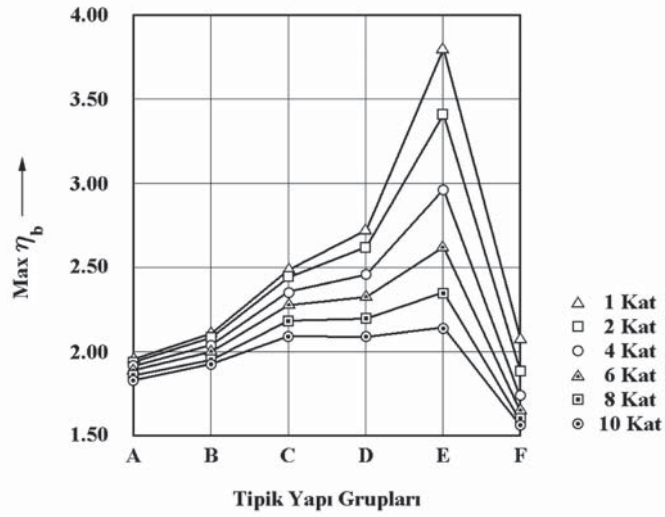
6. Genel Değerlendirme

Yukarıdaki bölümlerde toplam 96 adet tipik yapının deprem davranışları incelenmiş ve burulma özellikleri araştırılmıştır. Bu bölümde bu yapılara ait burulma düzensizliği özellikleri toplu olarak gözden geçirilecek ve yönetmelik koşulları tartışılacaktır.

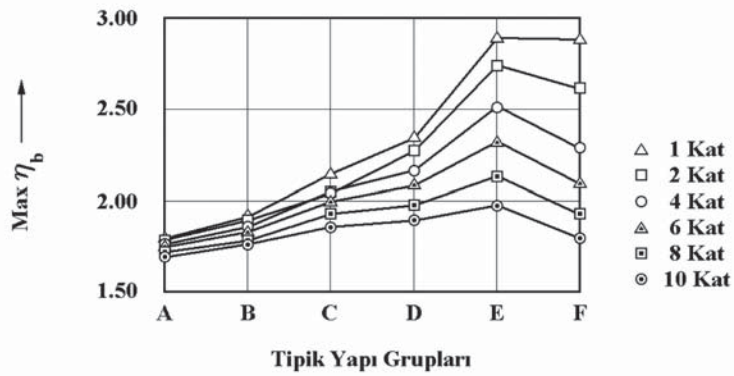
Şekil 6, 7 ve 8'de, sırası ile, 5, 6 ve 7 akslı yapılarda ait maksimum η_b katsayılarının yapı tipi gruplarına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 6 - 5 akslı yapılarda η_b katsayılarının değişimi



Şekil 7 - 6 akslı yapılarda η_b katsayılarının değişimi



Şekil 8 - 7 akslı yapılarda η_b katsayılarının değişimi

Şekil 6, 7 ve 8'in incelenmesinden tüm tipik yapı grupları için iki önemli sonuç çıkarılmaktadır.

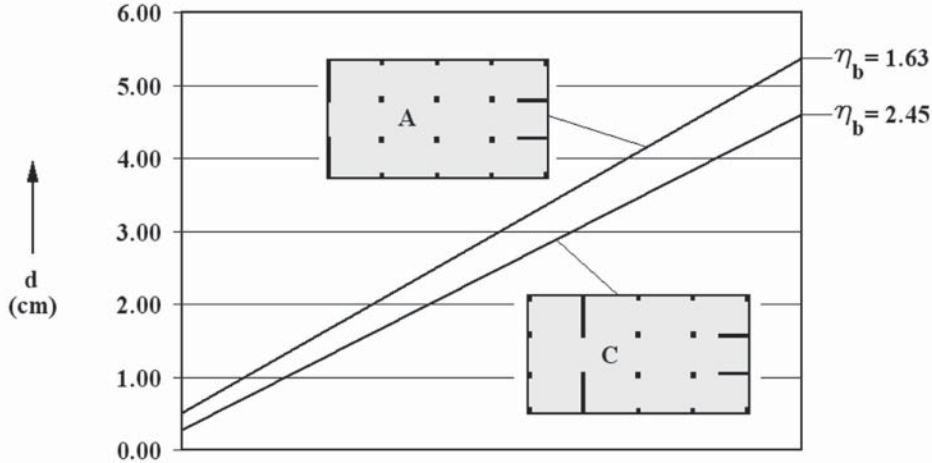
- Kat sayısı azaldıkça burulma düzensizliği katsayıları artmaktadır. En elverişsiz burulma düzensizliği durumları tek katlı yapılarda ortaya çıkmaktadır.
- Maksimum η_b değerleri asimetrik perdelerin kütle merkezlerine olabildiğince yakın konumda bulunmaları durumunda oluşmaktadır.

Belirtmek gerekir ki, UBC yönetmeliğinin uygulanması durumunda da aynı sonuçlar elde edilmektedir. "Aşırı Burulma Yapan" yapılar konusunda yapılmış olan daha önceki çalışmalarda da saptanmış bulunan bu sonuçların gerçek burulma düzensizliği davranışını yansıtmasının kuşku olabileceği düşünülmektedir.

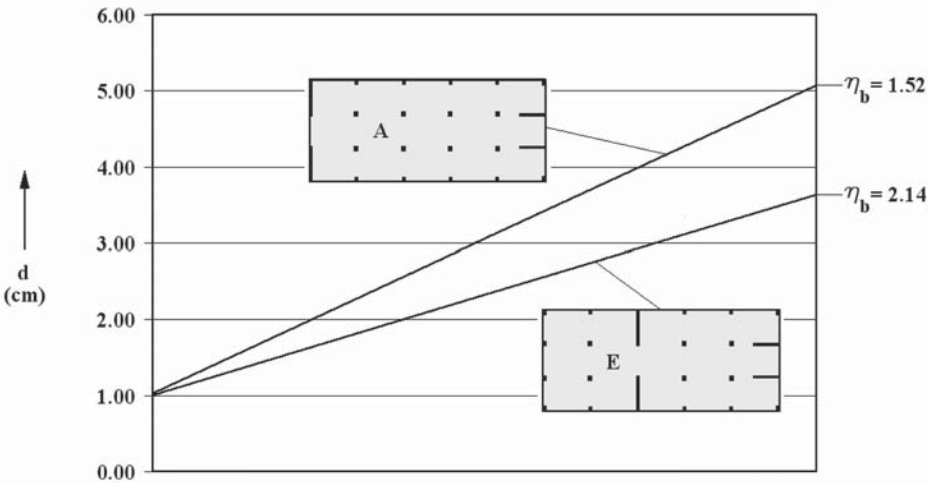
Perdeleri kenar akslarda bulunan (A tipi) 10 katlı yapıların 10'uncu kattaki öteleme durumları Şekil 9, 10 ve 11'de perdeleri ağırlık merkezlerine yakın konumdaki yapılarınkiler ile karşılaştırılmıştır.

Bu şekillerde perdeleri kenar akslarda bulunan yapıların gerek kat ötelemeleri gerekse döşeme diyaframlarının dönmeleri bakımından daha elverişsiz oldukları görülmektedir. Oysa bu yapılar için DBYBHY esaslarına göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları çok daha elverişli sonuçlar vermektedir. Değişik kat sayıları olan yapıların tüm katlarında benzer sonuçlar elde edilmektedir.

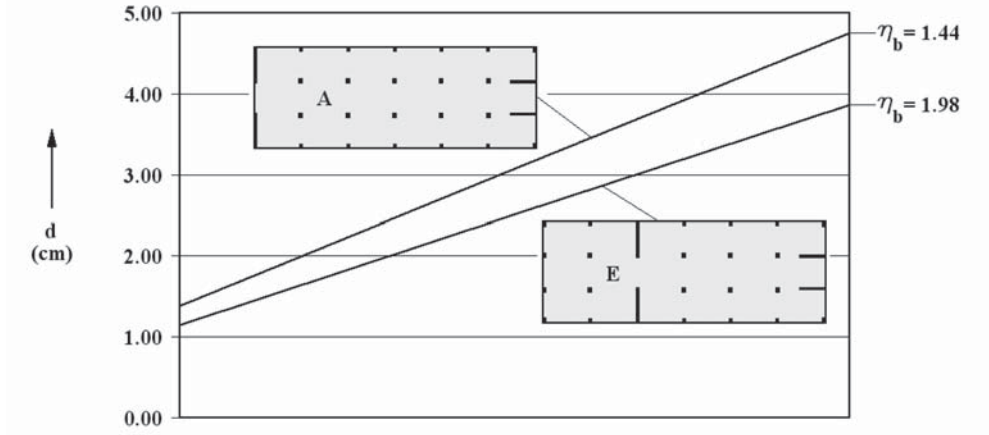
Yapıların burulma davranışlarının daha gerçekçi bir göstergesinin rijit döşeme diyaframlarının θ dönme açıları olduğu söylenebilir. Şekil 12, 13 ve 14'te, sırası ile, 5, 6 ve 7 akslı yapılara ait maksimum döşeme dönme açılarının yapı tipi gruplarına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 9 - 5 akslı yapılarda 10'uncu kat ötelemelerinin karşılaştırılması



Şekil 10 - 6 akslı yapılarda 10'uncu kat ötelemelerinin karşılaştırılması



Şekil 11 - 7 akslı yapılarda 10'uncu kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Şekil 12, 13 ve 14'teki diyagramların incelenmesinden, yukarıda burulma düzensizliği katsayıları için saptananların tam tersi olan aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

- Kat sayısı azaldıkça döşeme dönme açıları da azalmaktadır. Maksimum dönme açıları 10 katlı yapılarda ortaya çıkmaktadır.
- Maksimum döşeme dönme açıları perdelerin kütle merkezlerinden uzak konumda bulunmaları durumunda oluşmaktadır.

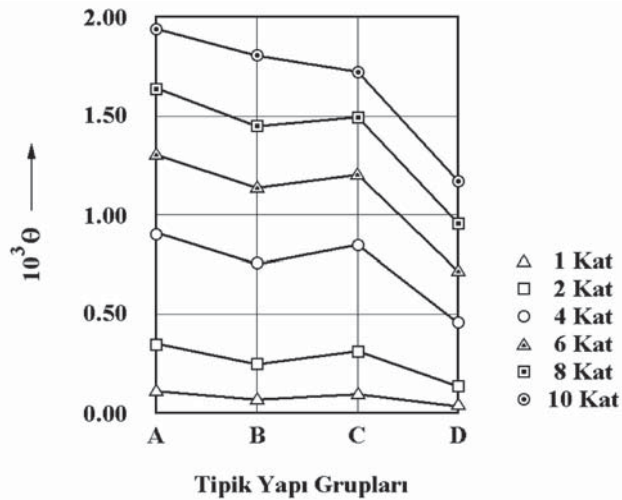
θ dönme açılarının yönetmeliklerdeki η_b katsayılarına göre dağılımı Şekil 15'te gösterilmiştir.

Şekilde görüldüğü gibi, yapıların burulma özelliklerinin gerçek göstergesi olan döşeme dönme açıları yönetmeliklere göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları ile orantılı olmaktan uzaktır. Hatta bu büyüklüklerin birbirleri ile ters orantılı oldukları bile söylenebilir. Benzer durum mutlak ve göreceli kat ötelemeleri için de söz konusudur, [9].

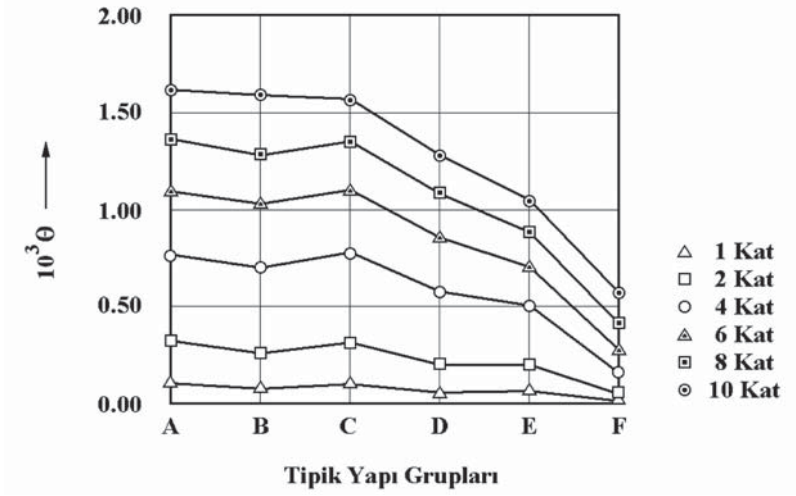
Tüm bu gözlemler

- Yönetmeliklerde tanımlanan burulma düzensizliği katsayılarının yapıların burulma karakteristiklerini gerçekçi olarak temsil etmedikleri,
- Bu katsayıların tanımlarının değiştirilmesinin zorunlu olduğu

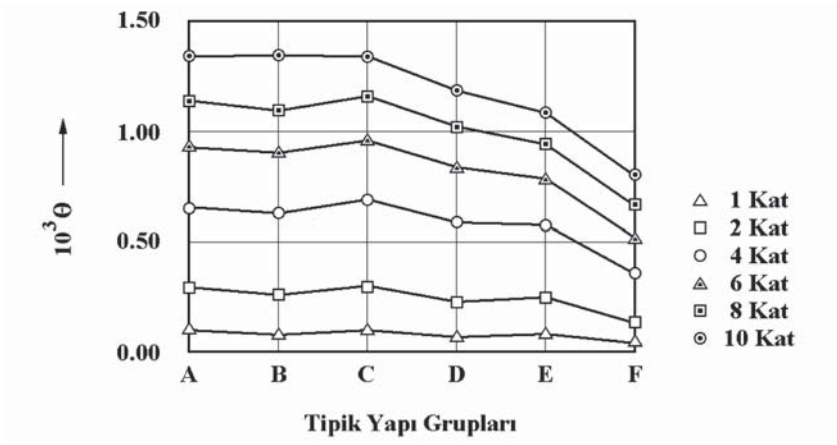
sonuçlarını doğrulamaktadır.



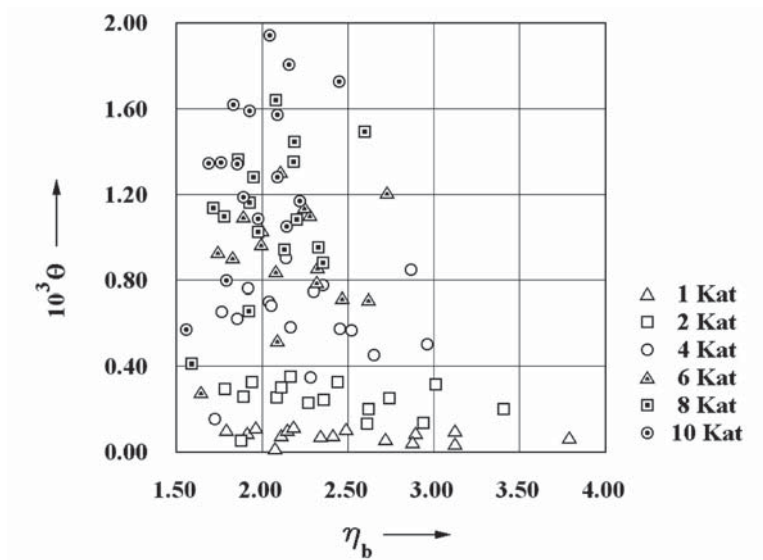
Şekil 12 - 5 akslı yapılarda θ açılarının değişimi



Şekil 13 - 6 akslı yapılarda θ açılarının değişimi



Şekil 14 - 7 akslı yapılarda θ açılarının değişimi



Şekil 15 - Dönme açıların burulma düzensizliği katsayılarına göre dağılımı

7. Yeni Bir Burulma Düzensizliği Tanımı

Yukarıdaki bölümlerde yapılan açıklamalardan yapıların burulma özelliklerini gerçekçi olarak temsil eden büyüklüğün döşeme diyaframlarının θ dönme açıları olduğu belirlenmiş bulunmaktadır. Burulma düzensizliği katsayısı için önerilen yeni tanım

$$\eta_{bi} = K|\theta_i| \quad (1)$$

biçimindedir. Burada θ_i i'inci kat döşemesinin radyan cinsinden dönmesini göstermektedir. Bu çalışmada incelenmiş olan yapılarla ilgili sonuçlar taranır ve η_{bi} katsayılarının yönetmeliğe göre hesaplanan değerler ile olabildiğince uyum içinde kalması göz önünde tutulursa, şimdilik

$$K = 1500 \quad (2)$$

alınması önerilebilir. K katsayısının saptanması için daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılması uygun olacaktır.

Bilindiği gibi deprem yönetmeliklerinde görelî kat ötelemeleri için belirli sınırlandırmalar verilmiş bulunmaktadır. θ_i döşeme dönme açıları için de makul bir sınırlandırma olması doğaldır. Dönme açıları için

$$|\theta_i| \leq 1.5 \times 10^{-3} \quad (3)$$

sınırlandırmasının uygun olduğu düşünülmektedir. (3) formülü ile ifade edilen bu sınır ile $K = 1500$ değeri ile birlikte (1) formülünde göz önüne alınırsa, burulma düzensizliği katsayıları için

$$\eta_{bi} \leq 2.25 \quad (4)$$

üst sınır bağıntısı elde edilir. Yani böyle bir sınırlandırma koşulu uygulanırsa η_{bi} burulma düzensizliği katsayıları için başka bir üst sınır tanımlanmasına gerek kalmayacaktır.

Teşekkür

Konuya ilk kez dikkat çekerek bu çalışmanın gerçekleştirilmesine yol açan değerli meslektaşım Y. Müh. Varol Karayel'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- [1] Earthquake Resistant Regulations - A World List, International Association for Earthquake Engineering, Tokyo 1996.
- [2] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Mart 2007.
- [3] G. Özmen, S. Pala, G. Gülay, E. Orakdoğan, 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).
- [4] G. Çalim, Çok Katlı Perdeli Çerçeve Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tez Çalışması, İ. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Haziran 1999.
- [5] H. Boğa, Çok Katlı Betonarme Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tez Çalışması, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Haziran 2000.
- [6] G. Özmen, Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliği, Teknik Rapor No: TDV/TR 036-61, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Ocak 2001.
- [7] G. Özmen, Aşırı Burulma Yapan Çok Katlı Yapılar, Teknik Rapor No: TDV/TR 039-68, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Temmuz 2001.
- [8] G. Özmen, Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Cilt 15, Sayı 1, Ocak 2004.
- [9] G. Özmen, Deprem Yönetmeliklerindeki Burulma Düzensizliği Koşullarının İrdelenmesi, Teknik Rapor No: TDV/TR 053-91, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Nisan 2011.