

Deprem etkisindeki betonarme binaların taşıyıcı sistem maliyetine yapısal düzensizliklerin etkisi

Erdal İRTEM*

Balıkesir Üniversitesi MMF İnşaat Müh. Bl., 10145, Çağış Kampüsü, Balıkesir

Özet

Antalya yöresinde sıkça görülen düzensiz binalarda 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'nde (TDY-2007) zorunlu kılınan önlemlerin alınması ile taşıyıcı sistem maliyetindeki değişimin irdelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle, TDY-2007'de tanımlanan zayıf kat ve yumuşak kat düzensizliklerinin olduğu ve her iki doğrultuda simetrik yedi katlı betonarme bir bina ele alınarak boyutlandırılmıştır. Daha sonra ele alınan binada oluşan düzensizlikleri gidereceği öngörülen üç farklı tip alternatif düzenleme ve mevcut düzensizliği daha da arttıracak şekilde düzenlenen binanın tekrar boyutlandırması yapılmıştır. Boyutlandırması yapılan betonarme binanın beş farklı durumu için elde edilen analiz sonuçlarına göre kat ve bina ağırlıkları, deprem yükleri, titreşim periyotları, düzensizlik durumları, kat yanıl deplasmanları, görelî kat ötelemeleri, taşıyıcı sistem için gerekli beton ve donatı miktarları karşılaştırılarak, yapısal düzensizliklerin yapı davranışı ve taşıyıcı sistem maliyetine etkileri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Betonarme bina tasarımı, deprem analizi, düzensiz binalar

Effect of structural irregularities to structural system cost of r/c buildings under earthquake effect

Abstract

It is aimed that investigated of increasing on structural cost in irregular buildings that frequently meet in the vicinity of Antalya, with taking measures entailed in Turkish Earthquake Code-2007 (TEC-2007). Primarily, in this scope, reinforcement concrete building, which have soft story irregularity from irregularities defined in TEC-2007 and symmetric in both directions, are designed. Then, in order to remove these irregularities in the building, this building that is carried our four different type alternative arrangements is again designed. According to results of design analysis of investigated buildings, it was investigated effects to structural behavior and structural system cost of irregularities by comparing considered various parameters which are story and building weights, earthquake loads, natural vibration periods, irregularity states, story displacements, interstory drifts, required concrete and reinforcement quantities for structural system.

Keywords: Design of rc buildings, earthquake analysis, irregular buildings

* Erdal İRTEM

Makalenin basım kararı 31.07.2007 tarihinde alınmıştır.

1. Giriş

Ülkemizin diğer yerleşim yerlerinde olduğu gibi Antalya yöresinde de, çok katlı betonarme binalarda Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’de (TDY’2007) [1] tanımlanan düzensizlik durumlarının birçoğunu görmek mümkün olmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Antalya’daki düzensiz betonarme binalardan örnekler

Antalya ilinin 1.,2.,3. ve 4. derece deprem bölgelerinde yerleşim alanları olduğu göz önünde bulundurulduğunda özellikle düzensiz binaların deprem etkisi altındaki davranışının kestirilebilmesi ve karşılaşılabilecek sorunlar ile alınması gereken önlemlerin bilinmesi önem arz etmektedir. Düzensiz binaların deprem davranışındaki karmaşıklık ve belirsizlikler nedeniyle, birçok ülke yönetmeliğinde olduğu gibi ülkemizde yürürlükteki TDY-2007’ de de güvenlik katsayıları arttırılmış ve yapı davranışı ile ilgili belirli sınırlamalar konulmuştur. Analizler sonucunda TDY-2007’de verilen belirli koşulları sağlamayan betonarme binaların deprem analizi için statik hesap yöntemi (eşdeğer deprem yükü yöntemi) yerine dinamik hesap yönteminin uygulanması zorunluluğu da getirilmiştir. TDY-2007’de caydırıcı bir önlem olarak algılanması

gereken önlemlere rağmen, düzensiz betonarme binaların yapımına halen devam ediliyorsa, çok önemli gerekçelerin olduğu düşünülmektedir.

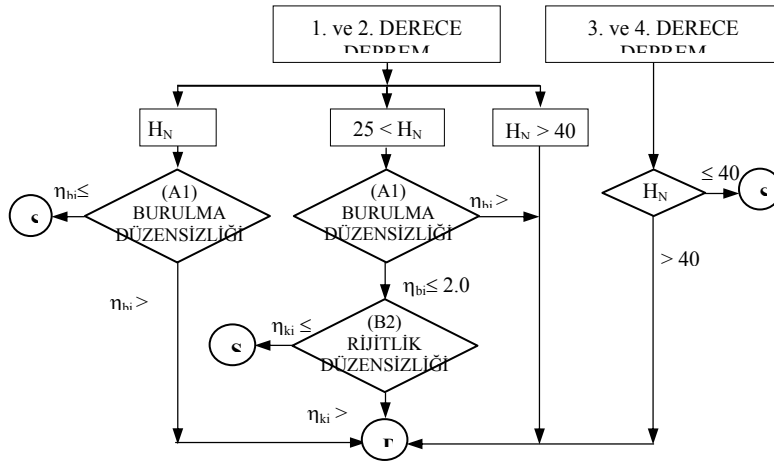
1.1 Çalışmanın amacı ve kapsamı

Bu çalışmada, özellikle zayıf ve yumuşak kat düzensizliklerinin yapıların deprem etkisi altındaki davranışına ve taşıyıcı sistem maliyetine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında, Antalya yöresinde sıklıkla karşılaşılan zayıf ve yumuşak kat düzensizliklerinin oluşacağı betonarme bir bina boyutlandırılmıştır. Ayrıca, binadaki düzensizlikleri giderecek alternatif düzenlemeler yapılarak elde edilen üç farklı tip bina ile düzensizliğin artırıldığı farklı bir tip bina daha boyutlandırılmıştır. Analiz sonuçlarının karşılaştırılması ve yorumlanması ile zayıf ve yumuşak kat düzensizliklerinin olduğu betonarme binaların deprem etkisi altındaki davranışlarındaki ve taşıyıcı sistem maliyetlerindeki olumsuz etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Betonarme binalardaki yapısal düzensizliğin ve etkilerinin araştırıldığı değerli çalışmalar ülkemizdeki araştırmacılar tarafından daha önce de yapılmıştır [2-9]. Ancak bu konuda daha birçok araştırmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir.

2. Çalışmanın yöntemi

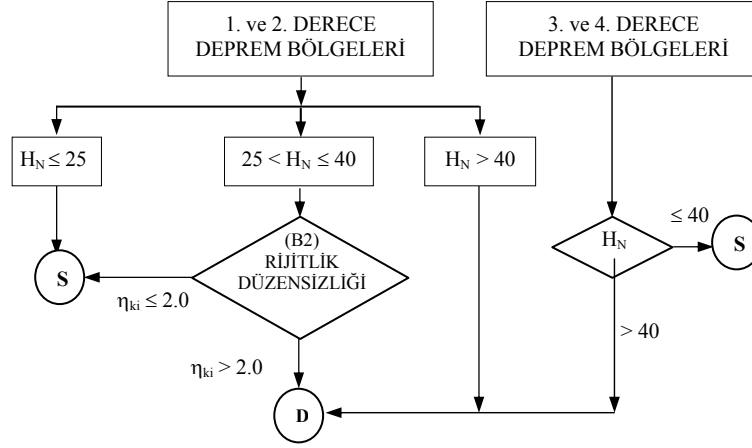
Bu çalışmada, TDY-2007’de [1] tanımlanan zayıf kat ve yumuşak kat düzensizliklerinin oluşacağı betonarme bir bina ele alınarak, ülkemizde yürürlükteki TS500 [10], TS498 [11] ve TDY-2007’ye göre boyutlandırılmıştır. Binaların deprem yüklemesine ait analizleri bildiği gibi, TDY-2007’de verilen koşulların sağlanması durumunda eşdeğer deprem yükü yöntemi, koşulların sağlanmaması durumunda ise dinamik analiz yöntemi kullanılması gerekmektedir. TDY-2007’ye göre binalarda deprem yüklemesinde hesap yönteminin belirlenmesinde, eşdeğer deprem yükü (eşdeğer statik hesap) yönteminin ve dinamik hesap yönteminin uygulanacağı durumlara ait koşullar Şekil 2’deki akış şemasında verilmiştir, [2, 7, 8].



D : Dinamik Hesap Yöntemi
S : Esdeğer Deprem Yükü

Şekil 2. Deprem yüklemesinde hesap yönteminin belirlenmesi için akış şeması

Betonarme binaların sayısal uygulama örnekleri üzerinde yapılan incelemeler, η_{bi} ile gösterilen burulma düzensizliği katsayısının değerinin 2.00'den daha büyük ($\eta_{bi} > 2.0$) olmasının oldukça zayıf bir olasılık olduğunu göstermiştir [9]. Bu durumda, betonarme binaların deprem analizine ait hesap yönteminin belirlenmesi için uygulamada kolaylık sağlaması bakımından yeterli olan akış şeması Şekil 3'de gösterilmiştir [2, 7, 8].



Şekil 3. Deprem yüklemesinde hesap yönteminin belirlenmesi için yeterli akış şeması

3. Örnek betonarme binaların sayısal analizleri

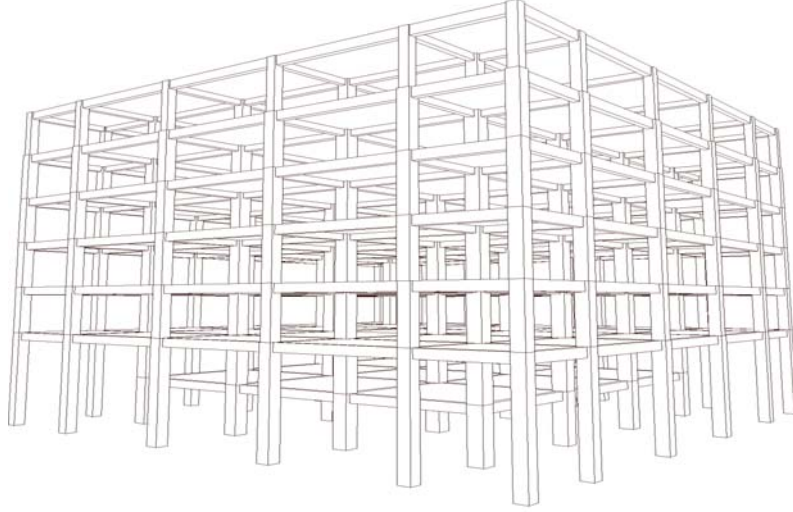
Görünüşü ve kalıp planı Şekil 4'de verilen her iki doğrultuda simetrik, beş açıklıklı ve yedi katlı düzensiz bir betonarme bina (Tip 1) incelenecektir. 2. derece deprem bölgesinde yer alan Antalya Merkez İlçede inşa edileceği düşünülen konut tipi binanın yapı önem katsayısı $I=1$, taşıyıcı sistem davranış katsayısının $R=8$, yerel zemin sınıfının Z2 olarak kabul edilmiştir. Binanın taşıyıcı sistemi çerçeve sistem olarak seçilmiş ve alt kat çevresinde taşıyıcı perde duvarlarının olmadığı öngörülmüştür. Tip 1 olarak isimlendirilen binanın kat yükseklikleri birbirine eşit ve 3.00m dir. Ancak, en dış kolonları birbirine ve iç kolonlara bağlayan kirişlerin ve döşemelerin bulunmadığı düşünüldüğünden, dıştaki bu kolonların boyları 6.00 m.'dir (Şekil 4). Tip 1 olarak isimlendirilen bu bina zayıf kat düzensizliği (B1) oluşacak şekilde boyutlandırılmıştır. Bu çalışmada zayıf kat düzensizliğinin yapı davranışına ve taşıyıcı sistem maliyetine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece zayıf kat düzensizliklerine sahip bir binanın boyutlandırılması ile ortaya çıkacak yapısal davranışın ve taşıyıcı sistem maliyetinin karşılaştırılabilmesi mümkün olabilecektir. Şekil 4'deki düzensiz betonarme binanın (Tip 1) boyutlandırma analizi sonucunda elde edilen kat ağırlıkları, toplam bina ağırlığı, birinci doğal titreşim periyodu, spektrum katsayısı, spektral ivme katsayısı, deprem yükü azaltma katsayısı, katlara etkiyecek eşdeğer deprem yükleri, taban kesme kuvveti, kat yanal deplasmanları, görelî kat ötelemeleri, düzensizlik durumları ve taşıyıcı sistemde gerekli beton ve beton çeliği Tablo 1'de verilmiştir.

Tip 1 olarak tanımlanan binanın boyutlandırma analizi sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için oluşan zayıf kat düzensizliğinin giderilmesi öngörülerek Şekil 4'teki binanın (Tip 1) en alt katında yapılan düzenlemelerle Tip 2, 3, 4 olarak isimlendirilen ve Şekil 5, 6, 7'de görünüşleri ve en alt kat planları verilen binaların da boyutlandırma analizleri yapılmıştır. Ayrıca, Tip 1'deki binanın en alt katındaki döşemelerin ve kirişlerin kaldırılarak iç kolonların da yükseklikleri 6.00m olan binanın da (Tip 5) boyutlandırma analizleri yapılmıştır. Tablo 1'de, Tip 1 ve Tip 2, 3, 4, 5'in boyutlandırma analizi sonuçları sunulmuştur. Tablo 1'deki boyutlandırma analizi sonuçlarına göre incelenen

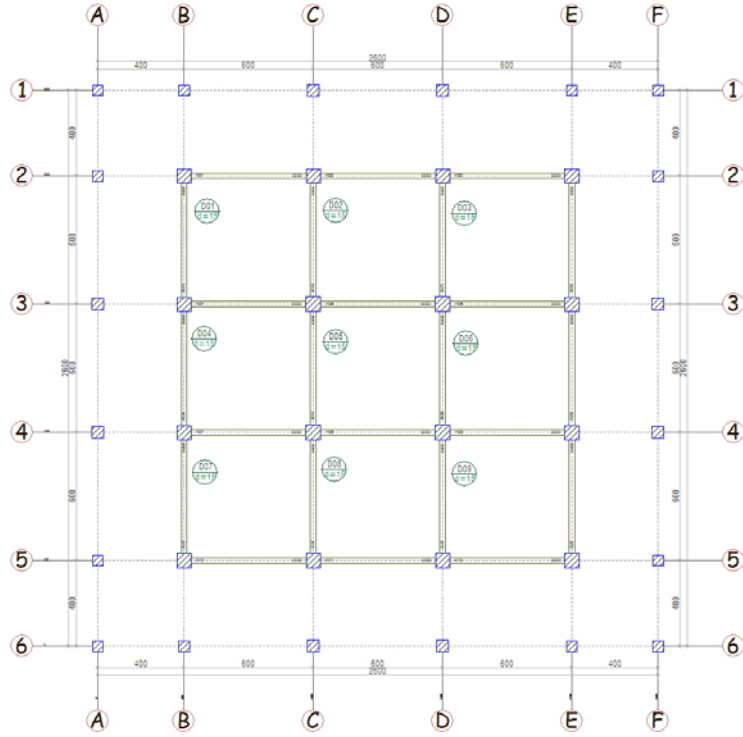
betonarme binaların kat ve bina ağırlıkları, katlara etkiyen deprem yükleri, titreşim periyotları, düzensizlik durumları, kat yanal deplasmanları, göreceli kat ötelemeleri vs. ayrıca, taşıyıcı sistem için gerekli beton ve donatı miktarları karşılaştırılarak, yapısal düzensizliklerin yapı davranışı ve taşıyıcı sistem maliyetine etkileri irdelenmeye çalışılmıştır. Karşılaştırmalar, yukarıda belirtilen parametrelere göre Tip 1'in Tip 2, 3, 4, 5'e göre farkları ve bu farkların Tip 2, 3, 4, 5'e oranları ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

İncelenen yedi katlı ve simetrik betonarme binaların özellikleri kısaca aşağıda verilmiştir.

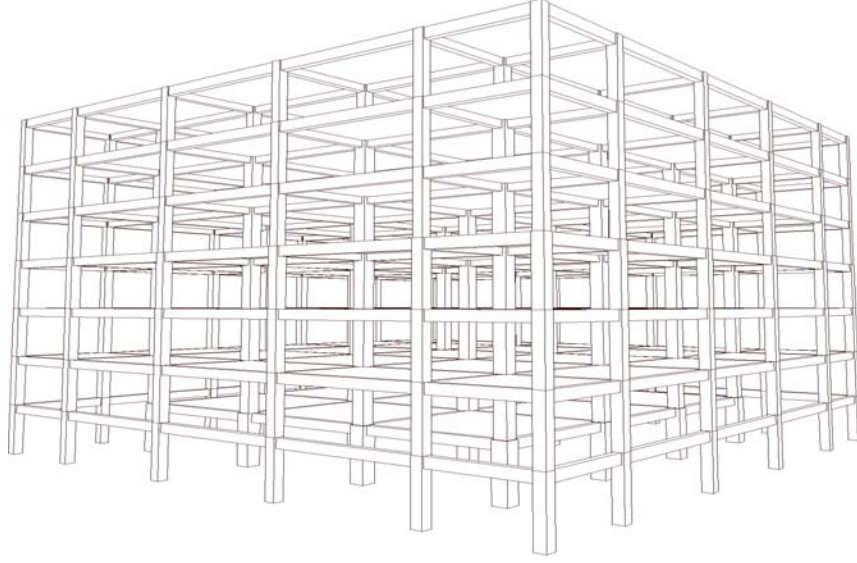
- 1- B2 için sadece alt kattaki dış kolonları iki kat yüksekliğinde olan bina (Tip 1, Şekil 4)
- 2- Tip 1'in alt kat dış kolonlarının birbirlerine kirişlerle birleştirildiği bina (Tip 2, Şekil 5)
- 3- Tip 1'in alt kat kolonlarının birbirlerine ve iç kolonlara kirişlerle birleştirildiği bina (Tip 3, Şekil 6)
- 4- Tip 1'in en alt kat kolonlarının birbirlerine ve iç kolonlara kirişlerle birleştirildiği ve en alt katın tamamında da döşemelerin olduğu düzenli bina (Tip 4, Şekil 7)
- 5- B2 için sadece alt kattaki tüm kolonları iki kat yüksekliğinde olan bina (Tip 5, Şekil 8)



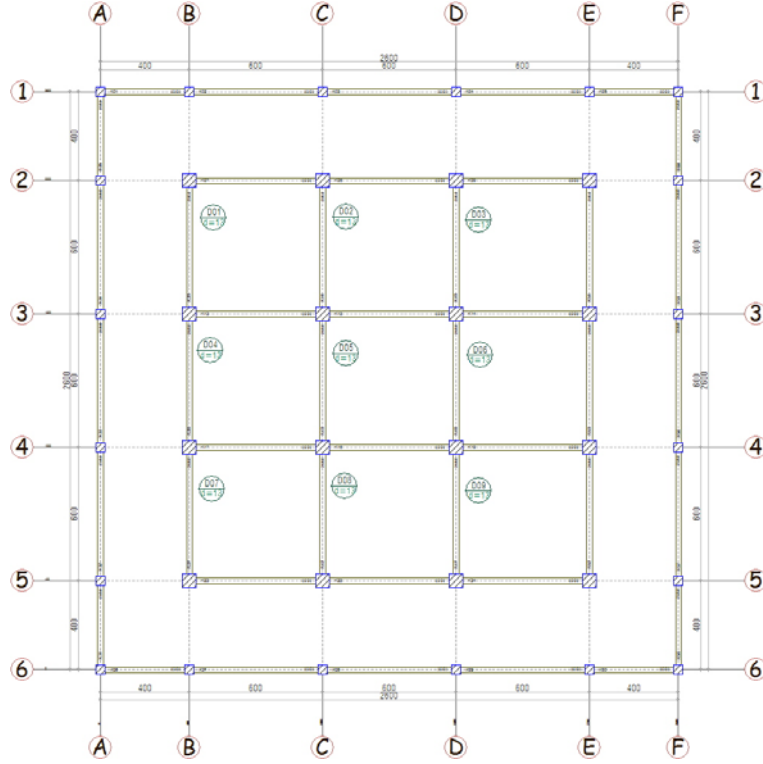
Tip 1'in görünüşü



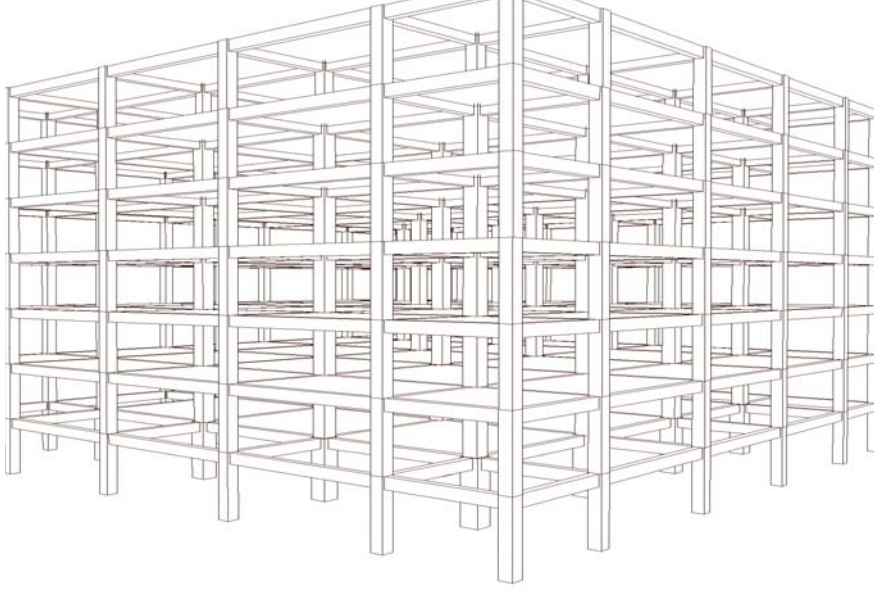
Şekil 4. Düzensiz betonarme binanın (Tip 1) görünüşü ve H=3.00m. deki planı



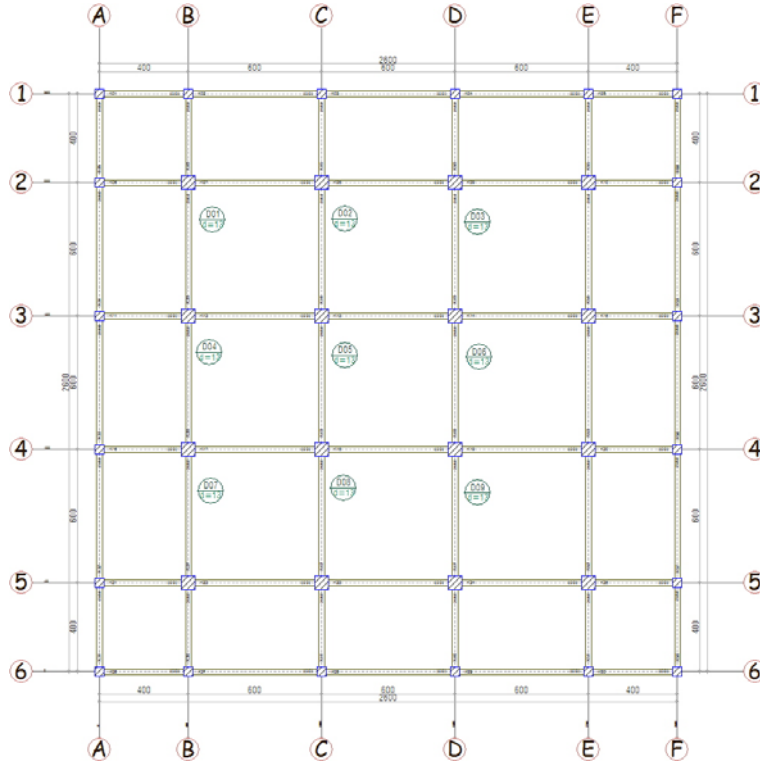
Tip 2'nin görünüşü



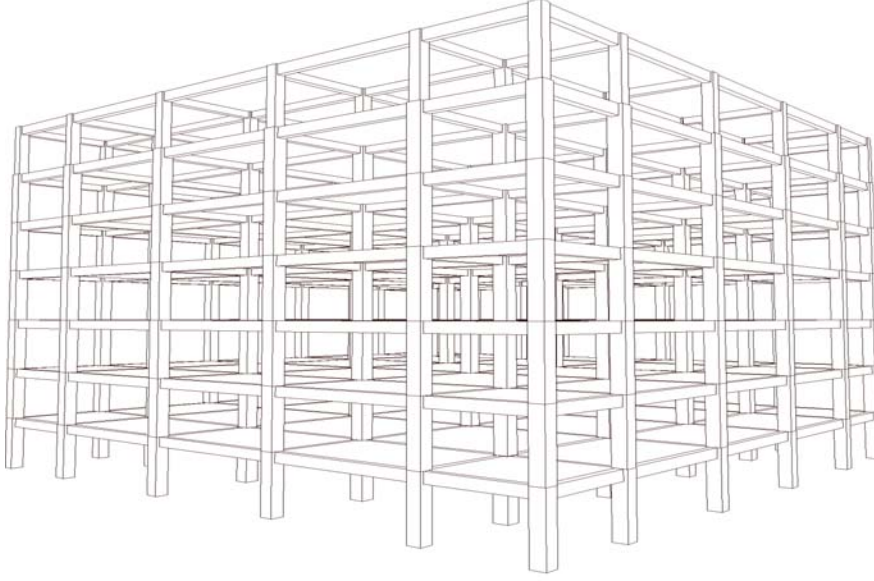
Şekil 5. Betonarme Binanın (Tip 2) Görünüşü ve H=3.00m. deki Planı



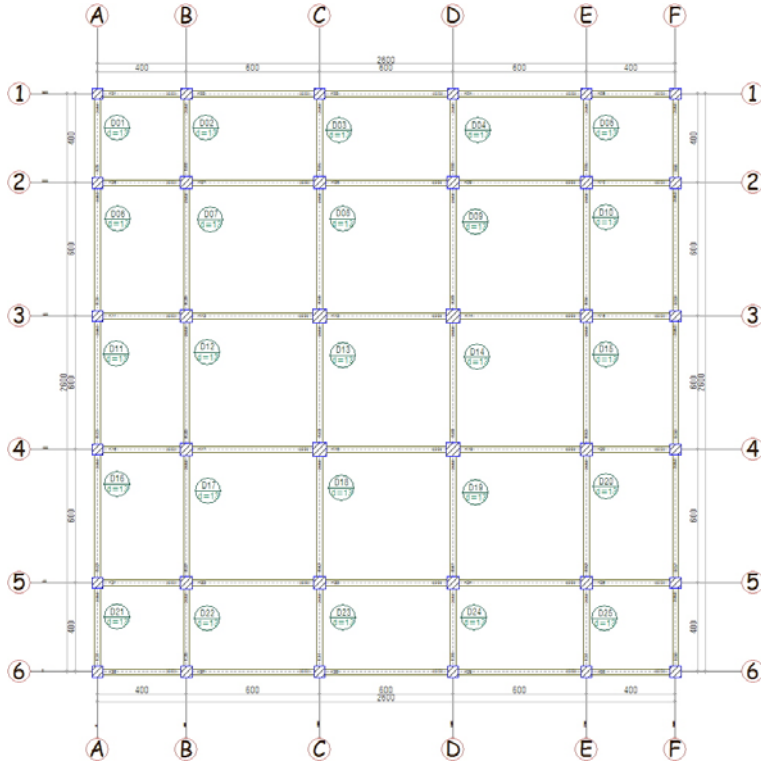
Tip 3'ün görünüşü



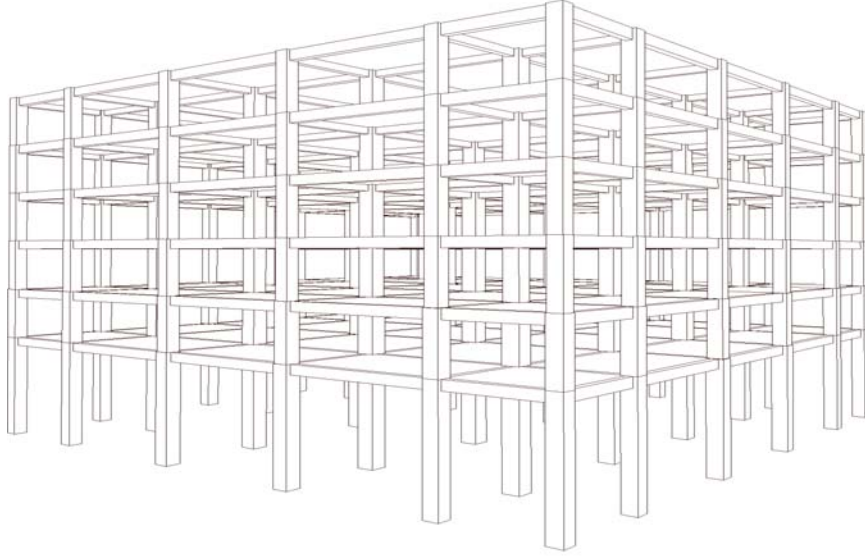
Şekil 6. Betonarme binanın (Tip 3) görünüşü ve H=3.00m. deki planı



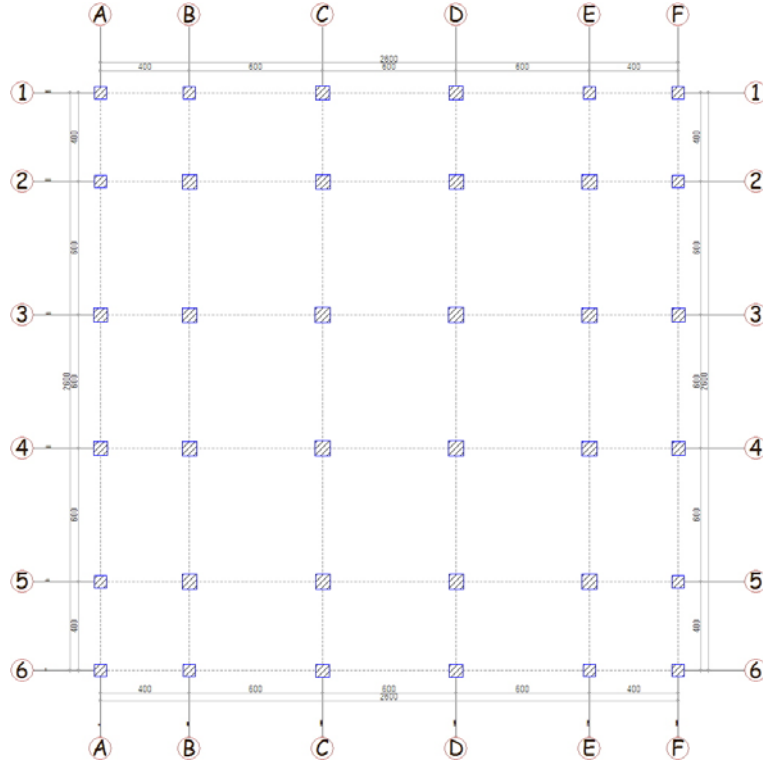
Tip 4'ün görünüşü



Şekil 7. Düzenli betonarme binanın (Tip 4) görünüşü ve H=3.00m. deki planı



Tip 5'in görünüşü



Şekil 8. Betonarme binanın (Tip 5) görünüşü ve H=3.00m. deki planı

Tablo 1. İncelenen betonarme binaların boyutlandırma analizi sonuçları

İncelenen Parametreler		İncelenen Betonarme Binaların Analiz Sonuçları				
		Tip 1 (1)	Tip 2 (2)	Tip 3 (3)	Tip 4 (4)	Tip 5 (5)
Kat ağırlıkları W_i (t)	7. kat	752.240	703.700	707.94	707.94	766.050
	6. kat	752.060	711.080	715.33	725.97	766.050
	5. kat	752.060	711.080	715.33	725.97	767.450
	4. kat	752.060	715.330	715.33	725.97	767.450
	3. kat	752.060	715.330	715.33	725.97	778.030
	2. kat	812.980	717.720	717.72	726.19	883.910
	1. kat	361.330	469.910	522.41	731.76	---
Bina ağırlığı	ΣW_i (t)	4934.790	4744.150	4809.39	5069.77	4728.940
Bina 1. titreşim periyodu	T_1 (s)	0.878348	0.891615	0.862784	0,788356	0.822599
Spektrum katsayısı	$S(T_1)$	1.332	1.317	1.352	1.453	1.404
Spektral ivme katsayısı	$A(T_1)$	0.400	0.395	0.405	0.436	0.421
Deprem yükü azaltma katsayısı	$R_a(T_1)$	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Katlara etkiyen en elverişsiz Eşdeğer deprem yükü F_i (t)	7. kat	55.390	51.700	53.870	59.570	56.690
	6. kat	47.470	44.850	46.730	52.550	48.590
	5. kat	39.560	37.370	38.940	43.790	40.580
	4. kat	31.640	30.100	31.150	35.030	32.460
	3. kat	23.730	22.580	23.360	26.270	24.730
	2. kat	17.270	15.110	15.640	17.520	19.010
	1. kat	3.800	5.120	5.950	8.840	---
Taban kesme kuvveti	V_T (t)	218.860	206.830	215.640	243.580	222.060
En elverişsiz Kat yanal deplasmanları $\delta_{i, maks}$ (m)	7. kat	0.012637	0.013204	0.012604	0.011488	0.011502
	6. kat	0.011888	0.012114	0.011604	0.010444	0.010836
	5. kat	0.010639	0.010671	0.010259	0.009217	0.009754
	4. kat	0.008956	0.008747	0.008460	0.007592	0.008320
	3. kat	0.006927	0.006647	0.006305	0.005647	0.006586
	2. kat	0.004583	0.004280	0.003898	0.003487	0.004646
	1. kat	0.001906	0.001639	0.001452	0.001316	---
En elverişsiz Görel kat ötelemeleri	7. kat	0.000277	0.000404	0.000367	0.000381	0.000246
	6. kat	0.000462	0.000540	0.000499	0.000451	0.000400
	5. kat	0.000623	0.000719	0.000668	0.000597	0.000531
	4. kat	0.000752	0.000780	0.000800	0.000715	0.000642
	3. kat	0.000869	0.000879	0.000895	0.000795	0.000718
	2. kat	0.001020	0.000985	0.000915	0.000799	0.000865
	1. kat	0.000691	0.000614	0.000548	0.000487	----
	temel	0.000691	0.000614	0.000548	0.000487	----
A1- Burulma düzensizliği ($\eta_{bi} > 1.20$)	$\eta_{bi, maks}$	1.15	1.12	1.13	1.11	1.12
B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat: $\eta_{ci} < 0.80$)	$\eta_{ci, maks}$	0.49	0.96	1.00	1.00	0.99
B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat : $\eta_{ki} > 2.00$)	$\eta_{ki, maks}$	1.67	1.33	1.35	1.32	2.39
Taşıyıcı sistem elemanlarındaki Beton Çeliği (kg)		104450.34	90446.47	92261.69	99818.90	112019.70
Taşıyıcı sistem elemanlarındaki Beton (m³)		1010.357	904.851	918.033	985.914	1007.107

Tablo 2. İncelenen Betonarme Binaların Boyutlandırma Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması

İncelenen Parametreler		İncelenen Betonarme Binaların Boyutlandırma Analizi Sonuçlarının Tip 1 ile Farkları ve Oranları							
		Tip1 , Tip 2		Tip1 , Tip 3		Tip1 , Tip 4		Tip 1 , Tip 5	
		(1-2)	(1-2)/ 2) %	(1-3)	(1-3/ (3) %	(1-4)	(1-4)/(4) %	(1-5)	(1-5)/(5) %
Kat ağırlıkları W_i (t)	7. kat	48.540	6.9	44.300	6.3	44.300	6.3	-13.810	-1.8
	6. kat	40.980	5.8	36.730	5.1	26.090	3.6	-13.990	-1.8
	5. kat	40.980	5.8	36.730	5.1	26.090	3.6	-15.390	-2.0
	4. kat	36.730	5.1	36.730	5.1	26.090	3.6	-15.390	-2.0
	3. kat	36.730	5.1	36.730	5.1	26.090	3.6	-25.970	-3.3
	2. kat	95.260	13.3	95.260	13.3	86.790	12.0	-70.930	-8.0
	1. kat	-108.580	-23.1	-161.080	-30.8	-370.430	-50.6	----	----
Toplam Bina ağırlığı $\sum W_i$ (t)		190.640	4.0	125.400	2.6	-134.980	-2.7	205.850	4.4
Binanın 1. doğal titreşim periyodu T_1 (s)		-0.013	-1.5	0.016	1.8	0.090	11.4	0.056	6.8
Spektrum katsayısı $S(T_1)$		0.015	1.1	-0.020	-1.5	-0.121	-8.3	-0.072	-5.1
Spektral ivme katsayısı $A(T_1)$		0.005	1.3	-0.005	-1.2	-0.036	-8.3	-0.021	-5.0
Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1)$		-0.000	0.0	-0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0
Katlara etkiyen en elverişsiz Eşdeğer deprem yükleri F_i (t)	7. kat	3.690	7.1	1.520	2.8	-4.180	-7.0	-1.300	-2.3
	6. kat	2.620	5.8	0.740	1.6	-5.080	-9.7	-1.120	-2.3
	5. kat	2.190	5.9	0.620	1.6	-4.230	-9.7	-1.020	-2.5
	4. kat	1.540	5.1	0.490	1.6	-3.390	-9.7	-0.820	-2.5
	3. kat	1.150	5.1	0.370	1.6	-2.540	-9.7	-1.000	-4.0
	2. kat	2.160	14.3	1.630	10.4	-0.250	-1.4	-1.740	-9.2
	1. kat	-1.320	-25.8	-2.150	-36.1	-5.040	-57.0	----	----
Taban kesme kuvveti V_T (t)		12.030	5.8	3.220	1.5	-24.720	-10.1	-3.200	-1.4

Tablo 2. İncelenen Betonarme Binaların Boyutlandırma Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması (devam)

İncelenen Parametreler		İncelenen Betonarme Binaların Boyutlandırma Analizi Sonuçlarının Tip 1 ile Farkları ve Oranları							
		Tip1 , Tip 2		Tip1 , Tip 3		Tip1 , Tip 4		Tip 1 , Tip 5	
		(1-2)	(1-2) / (2) %	(1-3)	(1-3) / (3) %	(1-4)	(1-4) / (4) %	(1-5)	(1-5) / (5) %
En elverişsiz Kat yanal deplasmanları $\delta_{i, maks}$ (m)	7. kat	-0.000567	-4.3	0.000033	0.3	0.001149	10.0	0.001135	9.9
	6. kat	-0.000226	-1.9	0.000284	2.4	0.001444	13.8	0.001052	9.7
	5. kat	-0.000032	-0.3	0.000380	3.7	0.001422	15.4	0.000885	9.1
	4. kat	0.000209	2.4	0.000496	5.9	0.001364	18.0	0.000636	7.6
	3. kat	0.000280	4.2	0.000622	9.9	0.001280	22.7	0.000341	5.2
	2. kat	0.000303	7.1	0.000685	17.6	0.001096	31.4	-0.000063	-1.4
	1. kat	0.000267	16.3	0.000454	31.3	0.000590	44.8	---	----
En elverişsiz Görelî kat ötelemeleri	7. kat	-0.000127	-31.4	-0.000090	-24.5	-0.000104	-27.3	0.000031	12.6
	6. kat	-0.000078	-14.4	-0.000037	-7.4	0.000011	2.4	0.000062	15.5
	5. kat	-0.000096	-13.4	-0.000045	-6.7	0.000026	4.4	0.000092	17.3
	4. kat	-0.000028	-3.6	-0.000048	-6.0	0.000037	5.2	0.000110	17.1
	3. kat	-0.000010	-1.1	-0.000026	-2.9	0.000074	9.3	0.000151	21.0
	2. kat	0.000035	3.6	0.000105	11.5	0.000221	27.7	0.000155	17.9
	1. kat	0.000077	12.5	0.000143	26.1	0.000204	41.9	----	----
	temel								
A1- Burulma düzensizliği ($\eta_{bi} > 1.20$) $\eta_{bi, maks}$		0.030	2.7	0.020000	1.8	0.040000	3.6	0.030000	2.7
B1 - Komşu katlar arası dayanı düzensizliği (Zayıf kat : $\eta_{ei} < 0.80$) $\eta_{ei, maks}$		-0.470	49.0	-0.510	-51.0	-0.510	-51.0	-0.500	-50.5
B2 - Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat : $\eta_{ki} > 2.00$) $\eta_{ki, maks}$		0.340	25.6	0.320	23.7	0.350	26.5	-0.720	-30.1
Taşıyıcı sistem elemanları için gerekli Beton Çeliği (kg)		14003.87	15.5	12188.65	13.2	4631.440	4.6	-7569.360	-6.8
Taşıyıcı sistem elemanları için gerekli Beton (m ³)		105.506	11.7	92.324	10.1	24.443	2.5	3.250	0.3

Sonuçlar

Bu çalışmada düzensiz betonarme binaların yapı davranışına ve taşıyıcı sistem maliyetine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında Antalya’da yaygın olarak uygulanan ve zayıf kat düzensizliğinin olduğu binaları temsil etmek üzere Şekil 4’de görünüşü ve planı verilen her iki doğrultuda simetrik, düzensiz betonarme bir bina (Tip1) ele alınmış ve TS500, TS498 ve TDY-2007’ye göre boyutlandırılmıştır. Şekil 4’deki binada (Tip1) boyutlandırma analizi sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için Tip1’de oluşan zayıf kat düzensizliğini gidereceği öngörülerek alternatif düzenlemeler yapılan ve Tip 2,3,4 olarak tanımlanan Şekil 5,6,7’de görünüşleri ve planları verilen binaların da boyutlandırmaları yapılmıştır. Ayrıca, Tip1’deki binada yumuşak kat düzensizliği oluşturacak biçimde en alt kattaki tüm kolonların yükseklikleri iki misli arttırılan binanın da (Tip5) boyutlandırılması yapılmıştır. Tablo1’de, Tip1’in ve Tip2,3,4,5’in boyutlandırma analizi sonuçları sunulmuştur. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre incelenen betonarme binaların kat ve bina ağırlıkları, deprem yükleri, titreşim periyotları, düzensizlik durumları, kat yanal deplasmanları, görelî kat ötelemeleri vs. ayrıca, taşıyıcı sistem için gerekli beton ve donatı miktarları karşılaştırılarak, yapısal düzensizliklerin yapı davranışı ve taşıyıcı sistem maliyetine etkileri irdelenmeye çalışılmıştır. Karşılaştırmalar, yukarıda belirtilen parametrelere göre Tip1’in Tip2,3,4,5’e göre farkları ve bu farkların Tip2,3,4,5’e oranları ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo2’de sunulmuştur. Tablo 1 ve Tablo 2’de sunulan analiz sonuçlarının değerlendirmesi aşağıda özetlenmiştir.

- 1- Tip1 olarak tanımlanan betonarme binada, komşu katlar arası dayanım düzensizliği (B1-zayıf kat) olduğu, Tip1’deki düzensizlikleri gidereceği öngörülen Tip2,3,4’deki binalarda ise B1 düzensizliğinin giderildiği Tablo1’den görülmektedir.
- 2- Tip2,3,4’ün sonuçları incelendiğinde, taşıyıcı sistem elemanları için gerekli beton ve beton çeliği miktarlarının en az olan olduğu binanın, Tip1’in en alt kat dış kolonlarının birbirlerine kirişlerle birleştirilerek düzenleme yapılan Tip2’deki bina olduğu görülmektedir. Tip1’e göre Tip2’deki binanın betonunda % 11.7, beton çeliğinde ise % 15.5 oranında azalma olduğu belirlenmiştir.
- 3- Tip1 olarak tanımlanan binadaki düzensizliği gidermek için, en alt kattaki dış kolonlarını birbirine bağlayan kirişlerin ilave edilmesinin yeterli olduğu ve ilave edilen kirişlere rağmen Tip2’deki binanın toplam beton ve beton çeliği miktarı Tip1’e göre önemli oranda azalmakta ve böylece taşıyıcı sistem maliyetinde büyük oranda ekonomi sağlanmaktadır.
- 4- Tip1’de en alt kattaki döşemelerin ve kirişlerin kaldırılarak, bina toplam yüksekliğinin aynı kalacak şekilde en alt kattaki tüm kolonların boylarının 6.00m olduğu Tip5’deki binada ise beklenildiği gibi, B2-yumuşak kat düzensizliği oluşmaktadır. Tip5’deki B2- yumuşak kat düzensizliği katsayısı değerinin Tip1’deki değere göre % 30.1 oranında daha büyük olduğu belirlenmiştir (Tablo2).
- 5- İncelenen düzensiz (Tip1,5) ve düzenli binaların (Tip2,3,4) deprem analizinde kullanılan parametrelerden bina ağırlığının, 1.doğal titreşim periyodunun, spektrum katsayısının ve deprem yükü azaltma katsayısının Tablo1’den de görüldüğü gibi birbirlerine yakın olduğu, ancak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü dağılımı Tablo2’den görüldüğü üzere önemli oranda değişmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007
- [2] ÖZMEN G., “ 1997 Türkiye Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarım Uygulamaları”, TDV/TR 018-32
- [3] ÖZMEN G., “Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliği”, TDV/TR 036-61
- [4] ÖZMEN G., “Aşırı Burulma Yapan Çok Katlı Yapılar”, TDV/TR 039-68
- [5] ÖZMEN G., PALA S., GÜLAY G., ORAKDÖĞEN E., “Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi”, TDV/TR 017-28
- [6] TEZCAN S.S., ALHAN C., “Behavior of Irregular Structures Under Earthquake Loading”, TDV/TR 027-44
- [7] BOĞA H., “Çok Katlı Betonarme Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000
- [8] İRTEM E., “Deprem Yükleri Altındaki Çok Katlı Betonarme Yapıların Burulma Düzensizliğinin Giderilmesi İçin Öneriler”, Balıkesir Üniversitesi IV. Mühendislik- Mimarlık Sempozyumu, 11-13 Eylül 2002, Balıkesir, syf. 437-446
- [9] ÖZMEN G., PALA S., ÖZDEN L., “Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi”, Proje No: İNTAG 547, TÜBİTAK, 76, 1997
- [10] TS 500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, 2000
- [11] TS 498 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, 1997