

Makalenin Geliş Tarihi : 03.07.2009  
Makalenin Kabul Tarihi : 06.11.2009

## **BETONARME BİNALARDA PERDELERİN DAVRANIŞA ETKİLERİ**

Selen AKTAN<sup>1</sup>, Nevzat KIRAÇ<sup>2</sup>

**ÖZET :** Bu çalışmada yapıya gelen yatay yüklerin karşılanmasında önemli bir rolü olan betonarme perdeler araştırılmıştır. Depreme dayanıklı yapılar tasarlamak için gerekli olan rijitlik, dayanım ve süneklik kriterleri incelenmiştir. Perdelerin planda doğru yerleştirilmesinin önemi vurgulanmış ve perdelerin planda farklı yerleştirilmesiyle oluşan davranış değişikliklerini incelemek amacıyla 8 farklı kalıp planı üzerindeki sonuçlar karşılaştırılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELELER :** Betonarme bina, perde, perdeli-çerçeve sistem, dayanım.

## **BEHAVIOUR OF SHEAR WALLS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

**ABSTRACT :** In this study, reinforced concrete shear walls which has an important role for taking lateral loads has been searched. The main criterions that is required for designing earthquake-resistant structures; stiffness, strength and ductility has been investigated. The importance of location of the shear walls on the project has been underlined and for the purpose of investigating the change of behavior that formed different location of shear walls, 8 different project has been compared.

**KEYWORDS :** Reinforced concrete building, shear wall, frame-wall systems, strength.

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Mühendislik-Mimarlık Fak., İnşaat Müh. Blm., Terzioğlu Kampüsü, 17100 ÇANAKKALE

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniv., Mühendislik-Mimarlık Fak., İnşaat Müh. Blm., Batı Meşelik Kampüsü, 26480 ESKİŞEHİR

## ***I.GİRİŞ***

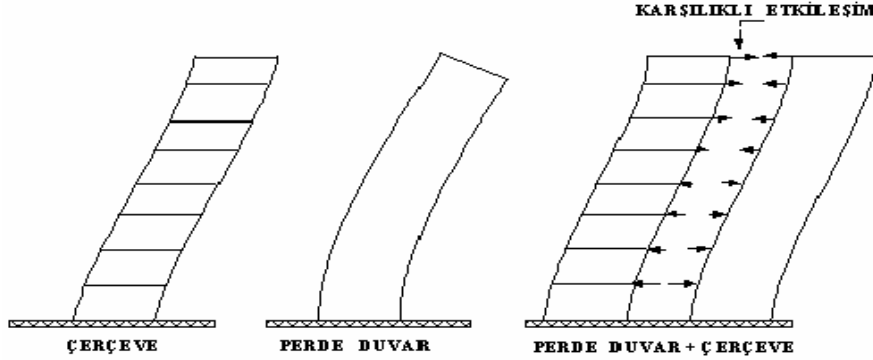
Deprem yönetmeliğinde planda uzun kenarının ( $\ell_w$ ) kalınlığına ( $b_w$ ) oranı, en az 7 olan düşey taşıyıcı sistem elemanı perde olarak tanımlanmaktadır.

Yüksek yapılarda yatay yüklerin karşılanmasında perdeler etkili bir şekilde kullanılır. Yüksek yapılara ait taşıyıcı sistemlerde perde duvarların kullanılması, özellikle hemen her bölgesi deprem riski altında bulunan ülkemiz için bir zorunluluk olarak gözükmektedir.

Perdeler, şiddetli depremlerde çok katlı binalarda önemli hasarlara neden olan görelî kat ötelemelerini önemli ölçüde azaltırlar. Uzun kenar doğrultusundaki atalet momentleri çok daha büyük olup, yatay yükleri uzun kenar doğrultusunda etkin olarak taşırlar.

Çerçevelerle beraber veya bağ kirişleriyle birleşen perde grupları halinde de kullanılabilirler. Çerçeve ile beraber olduğu durumda perdelerin rijitlikleri fazla olduğu için, deprem veya rüzgârdan oluşan yatay yükleri, perde ve çerçeveler rijitlikleri oranında karşılarlar. Taşıyıcı sistemlerin yükseklikleri arttıkça perdeler önemli bir eleman olarak ortaya çıkar. Perdeler, yüksek binalarda, dayanım yanında yanal yerdeğiştirmeyi sınırlaması yönünden de tercih edilir. Özenli bir şekilde düzenlenen perdeler, taşıyıcı sistemin toplam göçmesini önledikleri gibi, yapısal olmayan hasarların sınırlandırılmasında da etkilidir.

Perdeler çerçevelerle birlikte kullanıldığında daha sünek sistemler elde edilir. Şekil 1’de görüldüğü gibi perdenin şekil değiştirmesinde eğilme momenti etkili olur ve katlar arası en büyük yer değiştirme üst katlarda meydana gelirken, çerçevede ise yatay ötelemeler kat rijitliğine bağlı olarak kesme kuvvetinin en büyük olduğu alt katlarda meydana gelmekte ve üst katlara doğru azalmaktadır. Bu tür iki farklı davranış sergileyen perde ve çerçeve sistemlerinin beraber yük taşımaları durumunda, taşıyıcı sistemin ötelenmesi; perde ve çerçevelerin beraber davranmaları gereği hem eğilme, hem kayma davranışı etkisinde olacaktır. Karma sistemde yapının üst kısmındaki perde eğilmesi çerçeveler tarafından, çerçevelerin alt katlardaki kaymaları ise perdeler tarafından engellenir [1, 2].



Şekil 1. Yatay yük altında çerçeve ve perde duvar davranışı [3]

## II. PERDE MODELLENMESİ İÇİN BAŞLICA KRİTERLER

Depreme dayanıklı yapı tasarımı için temel ilkeler, yeterli dayanım, yeterli rijitlik ve yeterli süneklik olarak belirtilmektedir. Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, dayanım ve süneklik bulunmalıdır. Bu kriterlerin perde tasarımındaki öneminin anlaşılması için bu açıklamalara yer verilmiştir. Bunlara ilave olarak, betonarme yapıların davranışlarıyla ilgili olarak kullanılan yeterli kararlılık (stabilite), yeterli sönüm ve yeterli uyum (adaptasyon) ilkeleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

### II.1. Dayanım

Yeterli dayanımdan amaç, öncelikle taşıyıcı sistem elemanları, kendilerine etkiyen yük ya da yük etkileri nedeniyle oluşacak kesit zorlarını kırılmadan yani taşıma gücünü aşmadan taşıyabilmelidir.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (2007) yapıların depreme dayanıklılığını, yapının deprem enerjisini tüketmesi ile korunmasını ve bu amaçla yapının yeterince sünek olmasını ister. Yönetmeliğin amacı, şiddetli depremlerde dahi yapının tamamen yada kısmen göçmemesidir. Bu yaklaşım üç aşamalı bir yapısal davranış esasına dayanır:

- 1.Sık oluşabilecek hafif şiddetteki depremlerde yapıların elastik davranması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi,
- 2.Orta sıklıkta oluşabilecek orta şiddetteki depremlerde yapıların elastik limitine yaklaşması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması,
- 3.Seyrek olarak oluşabilecek şiddetli depremlerde ise yapıların plastik davranması, can kaybını önlemek amacıyla binaların kısmen veya tamamen göçmesini önlemektir.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (2007)' ye göre yeni binaların tasarımında esas alınacak tasarım depremi, şiddetli depreme karşılık gelmektedir. Bina önem katsayısı  $I = 1$  olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık süre içinde aşılma olasılığı % 10'dur. Yönetmelikte bu şekilde tanımlanan depreme göre yapılan yapı tasarımının ilk iki aşamada öngörülen yapı davranışını güvenli bir biçimde sağlayacağı kabul edilir [4].

Yönetmeliklerde tanımlanan şiddetli depremin etkisi altında yapının göçmeksizin ayakta kalabilmesi, yapıda belirli bir dayanımın bulunmasıyla birlikte, önemli ölçüde enerji yutabilme kapasitesinin sağlanmış olmasına bağlıdır. Bu iki yapısal özellik, yukarıda ikinci aşamada belirtilen yapısal davranış için de gereklidir. Birinci aşama için öngörülen doğrusal elastik davranış ise tümüyle yapı elemanlarının yeterli dayanımı ile sağlanır.

## **II.2.Rijitlik**

Yapı için yeterli rijitlik; ikinci mertebe momentlerini mümkün olduğunca küçültmek, sıkça oluşan depremlerde yani kullanılabilirlik sınır durumuna karşı gelen depremlerde yapısal olmayan hasarları azaltmak için gerekli olmaktadır. Yatay yükler etkisinde yapı rijitliğinin en önemli ölçütü elemanın kendi rijitliği ve yapıda bir katın alt kata göre yapmış olduğu görece ötelenme miktarıdır.

Rijitlik için yapının geometrisi değil, düşey taşıyıcıların konumu ve bunların her iki doğrultudaki boyutları önemli olmaktadır. Betonarme bir yapıda düşey taşıyıcı elemanlar olarak kolon ve perdeler dolgu duvarlara göre daha rijit davrandığı için, rijitlik hesabında bu elemanların dikkate alınması yeterli olmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanların rijitliklerinin

hesabında elemanlarda kullanılan malzemenin özellikleri (elastisite modülü), elemanın enkesit boyutları ve eleman uçlarının mesnetlenme biçimleri etkili olmaktadır [5].

Deprem yönetmeliğinde yapı rijitliği ile, dolayısıyla da depremde yapıda meydana gelebilecek yerdeğiştirmelerle ilgili olarak belirtilen özelliklerden görelî kat ötelemesi, iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eder ve  $\delta_i = d_i - d_{i-1}$  şeklinde tanımlanır. 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'nın 1.2'den büyük olması durumu Burulma Düzensizliği olarak tanımlanır. Burulma Düzensizliği'nin oluşmaması için, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının sistemin burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir [6].

### **II.3. Süneklik**

Yapı ve elemanlarının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan şekil değiştirme yapabilme ve tekrarlı yükler etkisinde enerji tüketebilme özelliğine o yapının ya da yapı elemanlarının sünekliği denilmektedir. Eğer yapı, hasar görmeden deprem enerjisini yaptığı yerdeğiştirme ile sönümleyebiliyorsa yapının sünek olduğu söylenebilir. Yapıda oluşacak yerdeğiştirmelerin bilinmesi yapının sünek davranışı hakkında bilgi verir.

Deprem etkisi altında doğrusal-elastik davranan yapılarda deprem sırasında oluşacak enerjinin tamamı plastik aşamaya geçmeden elastik aşamada sönümlenmelidir. Ancak bu durumun gerçekleşmesi için kesitlerin aşırı büyük boyutlarda seçilmesi gerekmektedir. Bu durumda ise yapının maliyeti artacaktır. Yapı maliyetini azaltmak ve enerjinin bir kısmını plastik aşamada tüketmek amaçlanırsa, yapının sünek davranış gösterecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Enerjinin çoğu yapıda oluşacak plastik mafsallarda tüketilmektedir [5]. Süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekil değiştirmelerinin plastik mafsalları adı verilen kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal-elastik davrandığı kabul edilebilir [7]. Enerji tüketimi açısından plastik mafsalları olan bir kesitte büyük şekil değiştirme kapasitesi olması gerekmektedir. Kırılmayı ortaya çıkaracak olan bu önemli kesit şekil değiştirmesi sırasında enerji o kadar fazla başka amaca çevrilerek kullanılmış olur ki, kesit tam kırılma konumuna

varmadan enerjinin tümüne yakını tüketilmiş olur. Böyle bir durumda yapının depremi yıkılmadan atlatma olasılığı artmaktadır [5].

Yapılarda kırılmanın daha uzun sürede gerçekleşmesi istendiği için, yapının sünek davranış göstermesi istenmektedir.

### **III. PERDELERİN PLANDA YERLEŞTİRİLMESİ**

Betonarme yapılarda, yapı elemanlarında sistemin geometrisinden veya simetrik olmayan yüklemelerden dolayı burulma momenti oluşur. Perdenin kesitine ve planda yerleştirilmesine göre sistemin burulma rijitliği değişir.

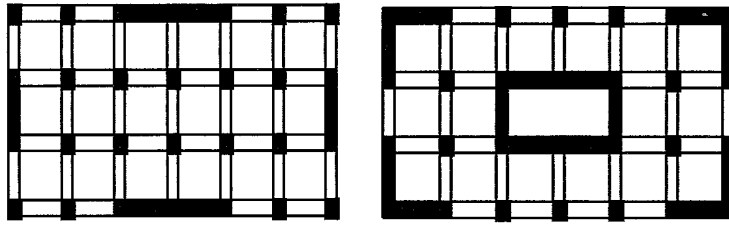
Perdeler, burkulma stabilitesine sahip, rijitlikleri simetrik ve temelde devrilmeye karşı yeterli güvenlikte olmalıdır. Perdeleri planda yerleştirirken, beklenen plastik şekil değiştirmelerin bina planında düzgün bir şekilde dağılmasını sağlamak uygundur. Aksi durumda, bazı perdeler aşırı, bazıları da kapasitelerinin altında zorlanacaktır. Perdeli bir yüksek yapıda yeterli rijitlik sağlanabilmesi için sistem çizgileri bir noktadan geçmeyen en az üç perde teşkil edilmelidir.

Deprem etkisinde kalan bir yapıda burulma oluşmaması için, kütle ve rijitlik merkezlerinin çakışması gerekmektedir. Deprem kuvvetleri kat kütle merkezine etkimektedir. Eğer kütle merkezi ve rijitlik merkezi çakışmıyorsa, yapı rijitlik merkezi etrafında dönecektir. Çünkü kütle merkezine etkileyen yatay kuvvet rijitlik merkezine taşındığı zaman, rijitlik merkezine  $F_y$  kuvvetinin yanında  $M_z = F_y e$  değerinde bir burulma momenti de etkiyecektir. Oysa, deprem yükünün doğrudan rijitlik merkezine etkimesi durumunda, yapı deprem kuvvetinin etkilediği doğrultuda eşit öteleme yapacağından burulma momenti oluşmayacaktır. Kattaki burulma etkisi, düşey elemanların üzerine etkileyen kesme kuvvetinin moment koluyla çarpılması olduğuna göre, moment kolu en büyük olan perde veya çerçevede burulma etkisi daha büyük olacaktır.

Perdelere gelen burulma etkilerini azaltmak için perde sistemlerinin ideal şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Buna göre;

1. Yapıda en büyük burulma rijitliğinin sağlanması için, perde duvarlar yapının çevresine dağıtılmalıdır. Şekil 2’de yüksek burulma rijitliğine sahip uygun perde yerleşimler görülmektedir.

2. Perde duvarlar kat planı içinde, döşeme yüklerinin olabildiğince büyük kısmını, aksenal kuvvet olarak temele aktaracak şekilde düzenlenmelidir. Bu şekilde perdede eğilme momenti için gereken donatı azalır.
3. Çok katlı yapılarda deprem direncinin bir kaç perdede yoğunlaştırılması, temel sistemini bu noktalarda çok büyük deprem etkisine maruz bırakır. Bu durum, ekonomik olmayan ağır bir temel sistemini gerektirdiğinden kaçınılmalıdır.
4. Perde duvarlar, her iki doğrultuda yerleştirilmelidir [8].



Şekil 2. Uygun olan perde yerleşimleri [9]

#### IV. ÖRNEKLER

Bu bölümde perdelerin planda farklı yerleştirilmesiyle oluşan davranış değişikliklerini incelemek amacıyla 8 farklı kalıp planı üzerindeki sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar görelî kat ötelemesi, perdelerin aldığı kesme kuvveti oranını belirten  $\alpha_s$  katsayıları, yerdeğiştirmeler ve burulma katsayıları yönünden karşılaştırılmıştır.

##### IV.1. Hesap Yöntemi

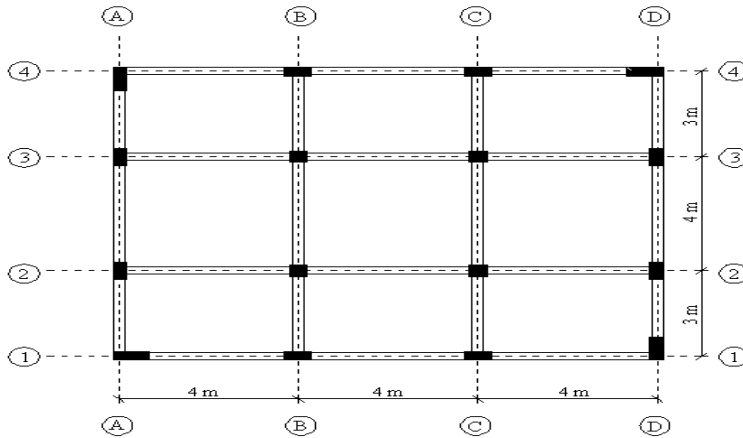
Bu bölümde incelenen planlar İdeSTATİK 6 yapı analiz programı kullanılarak hazırlanmış ve analizleri yapılmıştır [10]. Analiz sonucunda oluşan raporlardan alınan değerlerle hazırlanan Excel grafikleri yardımıyla sonuçlar karşılaştırılmıştır.

##### IV.2. Yapıların Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Bina; taban alanı 10 x 12 m, kat yükseklikleri 3 m olan 6 katlı bir yapıdır. Bina, konut türünde olduğundan bina önem katsayısı  $I = 1$  olarak alınmıştır. 1. deprem bölgesinde bulunmaktadır. Yerel zemin sınıfı Z2 olup, spektrum karakteristik periyotları  $T_A = 0,15$  ve  $T_B = 0,40$ 'tır. Beton

sınıfı C25, çelik sınıfı ise boyuna donatılar için S420, etriyeler için S220'dir. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı çerçeve tipi yapı için  $R = 8$ , perdeli çerçeveli sistemler için  $R = 7$  olarak alınmıştır. Binadaki dış kolonların boyutları 300 mm x 600 mm, 300 mm x 800 mm; iç kolonların boyutları 400 mm x 400 mm olarak düzenlenmiştir. Binadaki tüm kirişler 250 mm x 500 mm, döşeme kalınlıkları ise 120 mm'dir. Binanın bodrum katı perdeli olarak düzenlenmiştir.

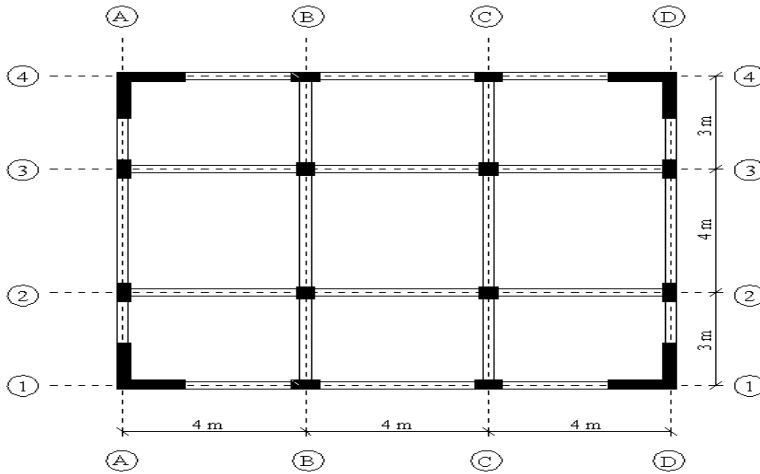
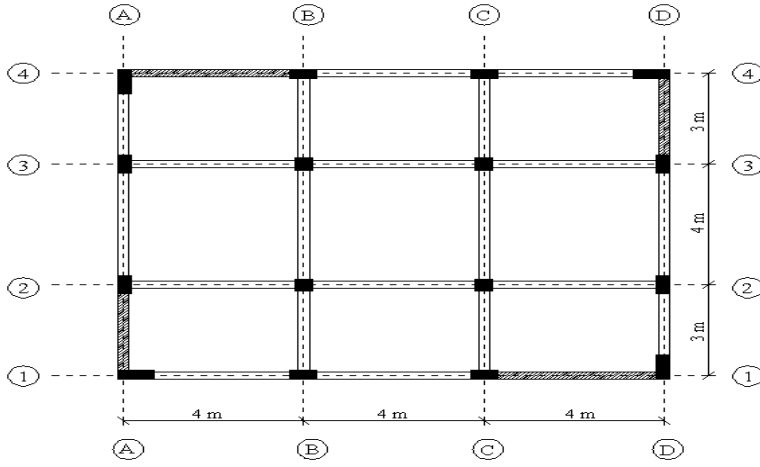
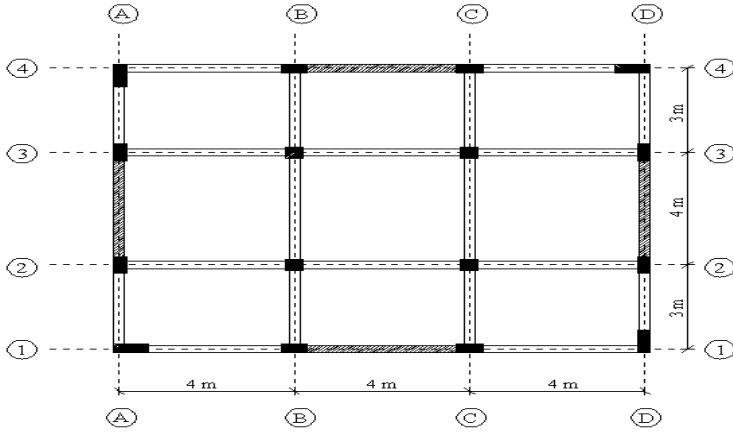
Bu özelliklerdeki yapının farklı yerlerine değişik boyutlarda perdeler yerleştirilerek sonuçlar incelenmiştir. Eklenen perdeler 300 mm kalınlığındadır. Uzunlukları ise plandaki yerlerine göre değişmektedir. P3 olarak isimlendirilen plandaki L şeklindeki poligon kolonların her iki yönündeki uzunluğu 1500 mm'dir. Şekil 3'te görüldüğü gibi çerçeve tipi yapıya P0, yapının dış kısmının ortalarına x ve y yönünde simetrik olarak yerleştirilen perdelerle oluşturulan yapıya P1, yapının dış kısmının köşelerine yerleştirilen perdelerle oluşturulan yapıya P2, yapının dış kısmının köşelerine poligon kolon yerleştirilmesiyle oluşan yapıya P3, yapının ortasında çekirdek tipi perdelerin yerleştirilmesiyle oluşan yapıya P4, yapının kenarında çekirdek tipi perdelerin yerleştirilmesiyle oluşan yapıya P5, yapının dış kısmına sadece y yönünde perdenin eklenmesiyle oluşan yapıya P6 ve yapının dış kısmına x ve y yönünde simetrik olmayan perdelerin yerleştirilmesiyle oluşan yapıya P7 adları verilmiştir.



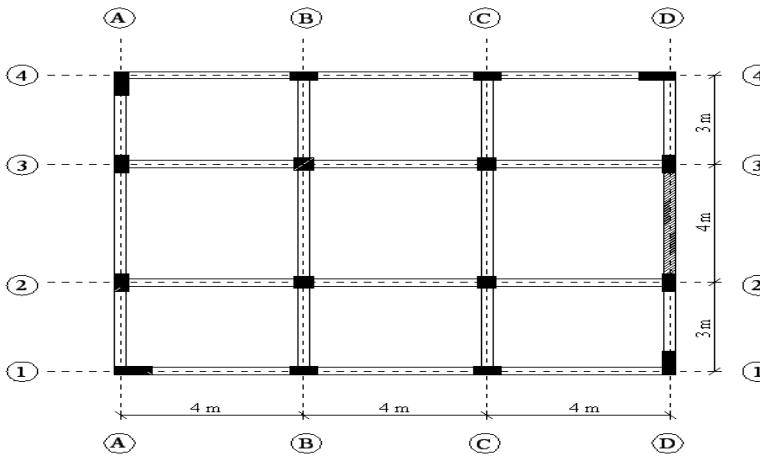
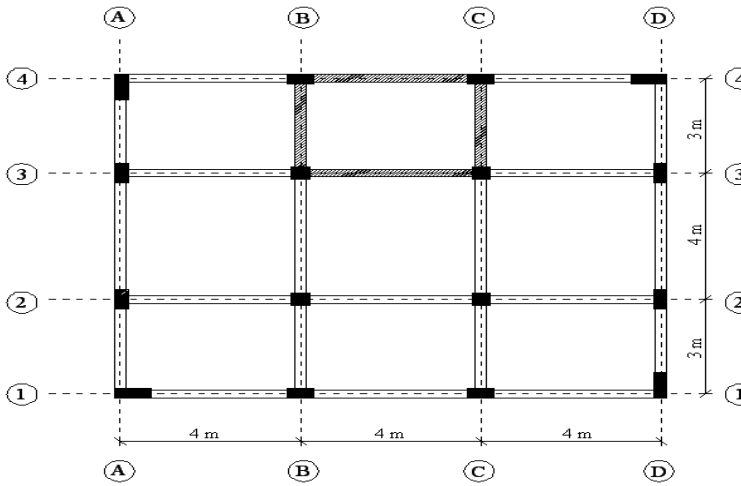
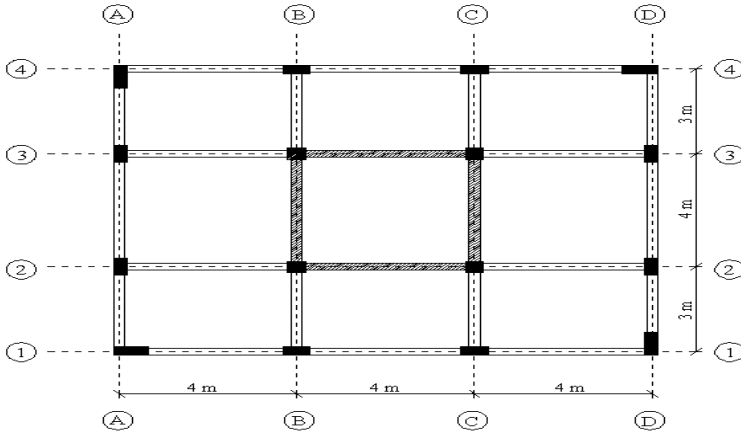
(a) P0

Şekil 3. İncelenen yapıların kalıp planları

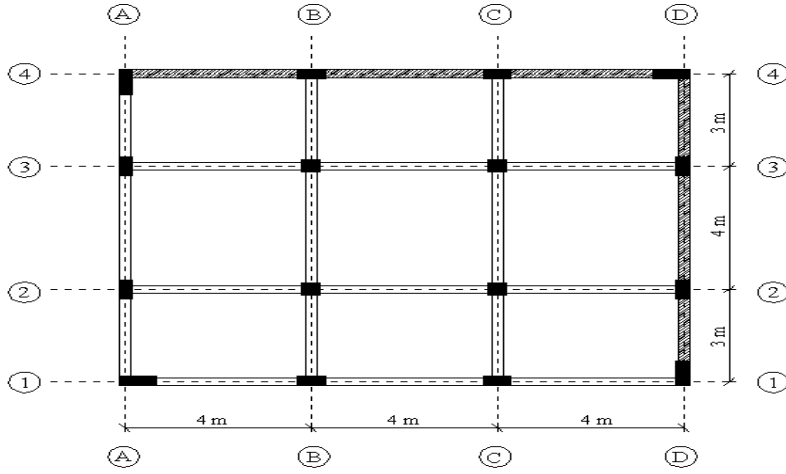




Şekil 3(Devamı). İncelenen yapıların kalıp planları



Şekil 3(Devamı). İncelenen yapıların kalıp planları



(h) P7

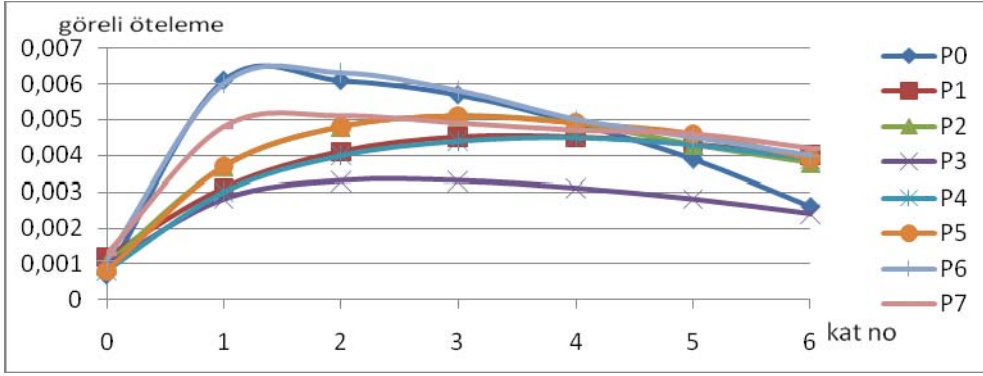
Şekil 3(Devamı). İncelenen yapıların kalıp planları

### IV.3. Sonuçların Karşılaştırılması

Perde elemanının şiddetli depremlerde çok katlı binalarda önemli hasarlara neden olan görelî kat ötelemelerini önemli ölçüde azalttığı bilindiği için farklı tip yapılardaki davranış özelliklerini incelerken görelî kat ötelemeleri değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar çizelge 1 ve şekil 4'te görülmektedir.

Çizelge 1. Farklı yapı tiplerine ait görelî kat ötelemesi değerleri

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
6	0,0026	0,004	0,0038	0,0024	0,0039	0,0039	0,004	0,0042
5	0,0039	0,0043	0,0043	0,0028	0,0043	0,0046	0,0045	0,0046
4	0,0049	0,0045	0,0049	0,0031	0,0045	0,0049	0,005	0,0047
3	0,0057	0,0045	0,0051	0,0033	0,0044	0,0051	0,0058	0,0049
2	0,0061	0,0041	0,0048	0,0033	0,004	0,0048	0,0063	0,0051
1	0,0061	0,0031	0,0037	0,0028	0,003	0,0037	0,006	0,0048
0	0,0007	0,0012	0,001	0,001	0,0008	0,0008	0,0011	0,0013



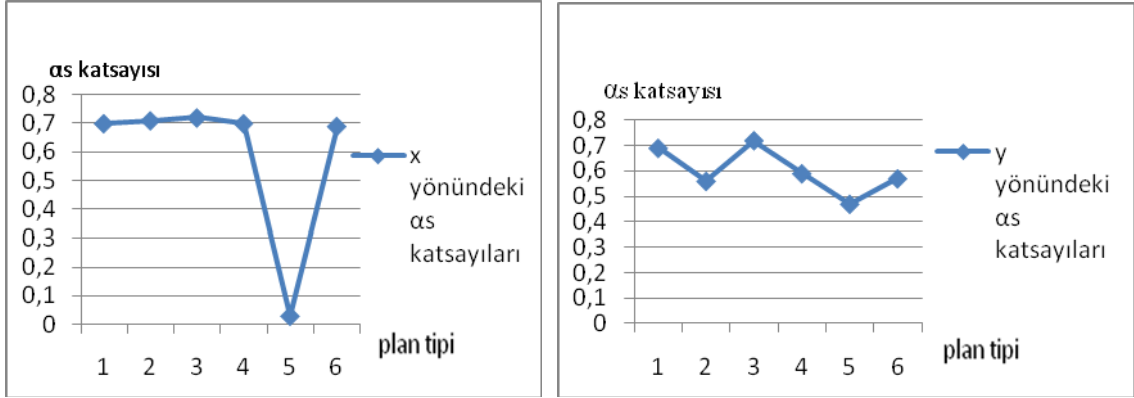
**Şekil 4.** 6 katlı 1. Deprem bölgesindeki yapıların görelî öteleme değışimleri

P0 tipi çerçevesel yapı ve diğerk perdeli-çerçevesel yapılar karşılaştırıldığında P0 tipi yapıda özellikle alt katlarda oluşan büyük görelî kat ötelemesi değerklerinin perdeli-çerçevesel yapılarda azaldığı görülmektedir. Örneğın P0 tipi yapıda 1. katta oluşan 0,0061 değerkine karşılık, P3 tipi yapıda bu kattaki değerk 0,0028'dir. Bu değerkim %54 civarındadır.

$\alpha_s$  katsayısı; DBYYHY 2007'de, süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı şeklinde ifade edilmektedir. Perdenin sistemdeki taban kesme kuvvetinin önemli miktarını karşılamasının görülməsi bakımından farklı tip yapılardaki davranış özelliklerini incelerken  $\alpha_s$  katsayısı değerkleri karşılaştırılmıştır. Grafiklerde P1, P2, P4, P5, P6 ve P7 tipi yapılar 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 olarak isimlendirilmişlerdir.

**Çizelge 2.** Perdeli-çerçevesel yapıların  $\alpha_s$  katsayıları

	x yönü	y yönü
<b>P1</b>	0,7	0,69
<b>P2</b>	0,71	0,56
<b>P4</b>	0,72	0,72
<b>P5</b>	0,7	0,59
<b>P6</b>	0,03	0,47
<b>P7</b>	0,69	0,57



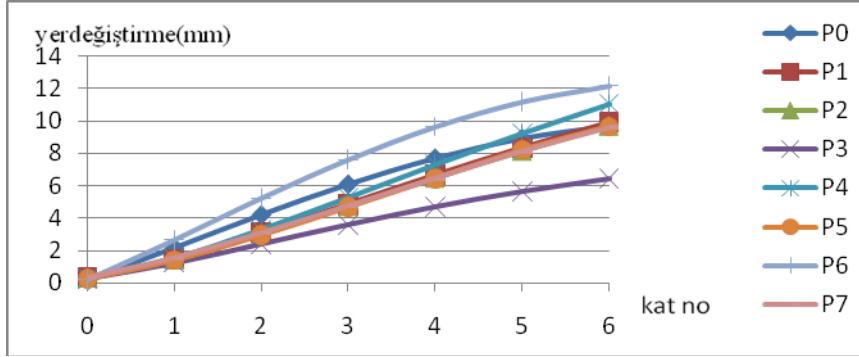
Şekil 5. a) x yönündeki  $\alpha_s$  katsayısı değişimi b) y yönündeki  $\alpha_s$  katsayısı değişimi

Farklı yapı tiplerindeki  $\alpha_s$  katsayısı değerleri incelendiğinde x ve y yönlerine en büyük değer, ortasında çekirdek tipi perde bulunan P4 tipi yapıya ait olduğu görülmektedir. En küçük değerler ise planda sadece y yönünde 1 adet perde bulunan P6 tipi yapıdır. P4 ve P6 tipi yapıların y yönündeki  $\alpha_s$  katsayılarının değişimi % 35 civarında olurken, x yönündeki değişim % 96'ya çıkmaktadır.

Perdeler yanal yer değiştirmeyi sınırlayıcı elemanlar oldukları için farklı tip yapılardaki davranış özelliklerini incelerken yapılarda oluşan yerdeğiştirme değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar çizelge 3, çizelge 4, şekil 6 ve şekil 7'de görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı yapı tiplerine ait x yönündeki yerdeğiştirme değerleri (mm)

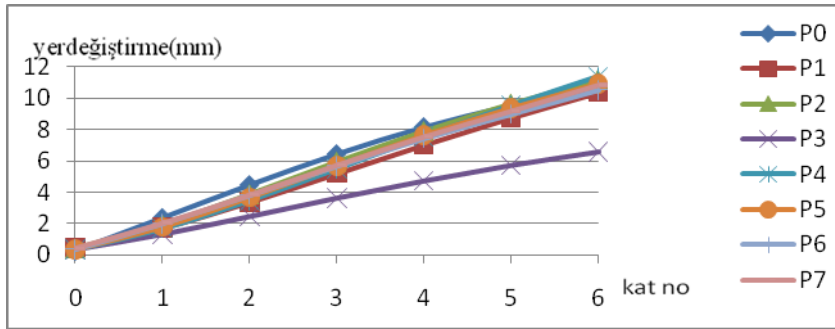
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
6	9,71	9,92	9,67	6,43	11,07	9,66	12,17	9,59
5	8,94	8,36	8,13	5,65	9,26	8,22	11,19	8,14
4	7,71	6,67	6,47	4,71	7,33	6,46	9,65	6,47
3	6,1	4,88	4,73	3,61	5,3	4,68	7,62	4,77
2	4,21	3,1	3	2,42	3,32	2,95	5,24	3,09
1	2,16	1,5	1,46	1,24	1,55	1,41	2,66	1,56
0	0,17	0,32	0,32	0,28	0,28	0,27	0,2	0,34



Şekil 6. 6 katlı 1. Deprem bölgesindeki yapıların x yönündeki yerdeğiştirme değışimleri

Çizelge 4. Farklı yapı tiplerine ait y yönündeki yerdeğiştirme değeri (mm)

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
6	10,44	10,38	11,15	6,58	11,37	10,9	10,53	10,85
5	9,52	8,77	9,63	5,72	9,52	9,36	8,99	9,19
4	8,16	7,04	7,88	4,73	7,55	7,62	7,44	7,55
3	6,44	5,21	5,93	3,63	5,49	5,68	5,68	5,74
2	4,47	3,39	3,87	2,46	3,48	3,66	3,82	3,84
1	2,37	1,74	1,93	1,32	1,69	1,78	2,01	2,04
0	0,26	0,47	0,42	0,35	0,37	0,34	0,37	0,45



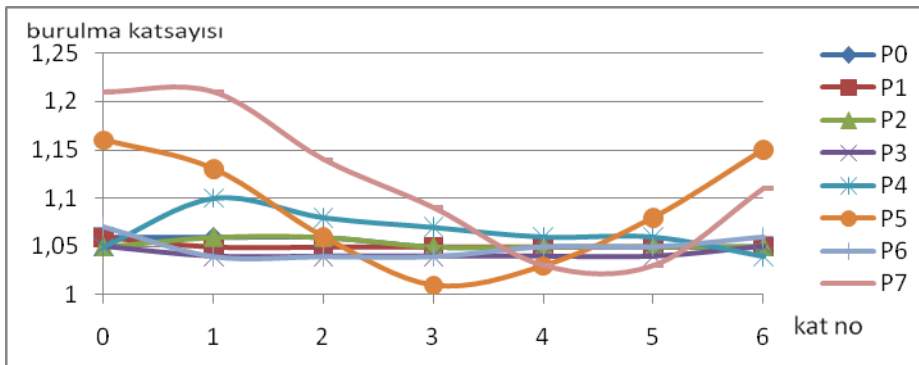
Şekil 7. 6 katlı 1. Deprem bölgesindeki yapıların y yönündeki yerdeğiştirme değışimleri

Farklı tip planlara ait yerdeğiştirme değerleri karşılaştırıldığında, x yönündeki deplasmanlarda P6 ve P4 tipi yapıların maksimum değerlere sahip olduğu görülmektedir. y yönündeki yerdeğiştirmelerde ise P4 ve P2 tipi yapıların büyük değerler aldıkları görülmektedir. Her iki yöndeki en küçük değerlerin ise P3 tipi yapıda olduğu gözlenmektedir. Farklı plan tiplerindeki en büyük deplasman değişimi P3 ve P6 tipi yapıların x yönünde meydana gelmiştir. P3 tipi yapıda 6,43 mm deplasman değerine karşılık P6 tipi yapıda 12,17 mm deplasman değeri oluşmuştur. Bu değişim % 47 civarındadır.

Burulma düzensizliği katsayılarının yüksek değerler almasında etkili olan faktörler yapının plan geometrisi, perdelerle paralel aksların sayısı, kat sayısı ve perdelerin plandaki konumları olarak sıralanabilir. Farklı tip yapılarıdaki davranış özelliklerini incelerken bu faktörler doğrultusunda yapılar da oluşan burulma katsayıları karşılaştırılmıştır [11]. Sonuçlar çizelge 5, çizelge 6, şekil 8 ve şekil 9’da görülmektedir.

**Çizelge 5.** Farklı yapı tiplerine ait x yönündeki burulma katsayısı değerleri

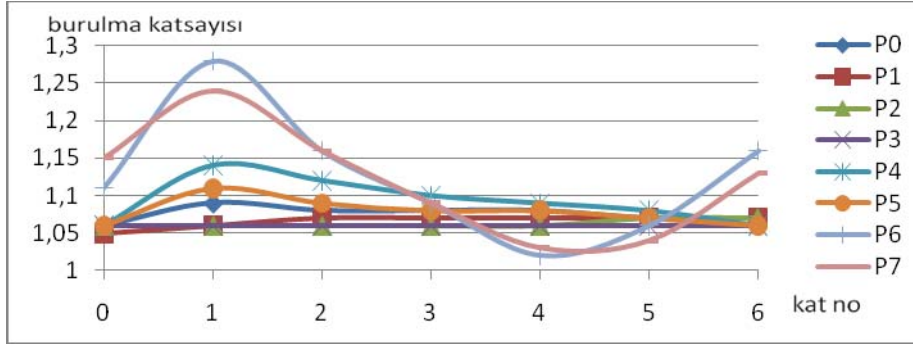
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
6	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,15	1,06	1,11
5	1,05	1,05	1,05	1,04	1,06	1,08	1,05	1,03
4	1,05	1,05	1,05	1,04	1,06	1,03	1,05	1,03
3	1,05	1,05	1,05	1,04	1,07	1,01	1,04	1,09
2	1,06	1,05	1,06	1,04	1,08	1,06	1,04	1,14
1	1,06	1,05	1,06	1,04	1,1	1,13	1,04	1,21
0	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,16	1,07	1,21



**Şekil 8.** 6 katlı yapıların x yönündeki burulma katsayıları değişimi

**Çizelge 6.** Farklı yapı tiplerine ait y yönündeki burulma katsayısı değerleri

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
6	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,16	1,13
5	1,07	1,07	1,07	1,06	1,08	1,07	1,06	1,04
4	1,08	1,07	1,06	1,06	1,09	1,08	1,02	1,03
3	1,08	1,07	1,06	1,06	1,1	1,08	1,09	1,09
2	1,08	1,07	1,06	1,06	1,12	1,09	1,16	1,16
1	1,09	1,06	1,06	1,06	1,14	1,11	1,28	1,24
0	1,06	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06	1,11	1,15

**Şekil 9.** 6 katlı yapıların y yönündeki burulma katsayıları değişimi

Farklı plan tiplerindeki sonuçlar incelendiğinde x yönünde P5 ve P7 tipi yapıların; y yönünde ise P6 ve P7 tipi yapıların en büyük burulma katsayısı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. P7 tipi yapının her iki yönde de büyük burulma değerlerinin olmasının nedeni bu tip yapıda x ve y yönlerinin birer kenarları boyunca perdelerin bulunmasıdır. Farklı tipteki yapıların burulma katsayılarında oluşan en büyük değişim y yönünde P6 ve P1, P2, P3 planları arasında oluşan değişimdir. P1, P2 ve P3 tipi yapılarda y yönündeki burulma katsayısı değeri 1,06 iken, P6 tipi yapıda bu değer 1,28 değerine çıkmıştır. Bu değerlerden perdenin uygun şekilde yerleştirilmeyişinden dolayı burulma katsayısı değerinin % 17,2'lik bir değişim gösterdiği görülmektedir.



## V. İRDELEME VE SONUÇ

Bu karşılaştırmalar sonucunda en küçük yerdeğiştirme değerlerinin P3 tipi köşelerinde poligon kolonlar bulunan yapıda olduğu, en küçük burulma katsayısı değerlerinin simetrik perde-çerçeve sistemler P1 ve P2 ile poligon kolonlu P3 tipi yapılarda olduğu, en büyük  $\alpha_s$  katsayısı değerlerinin ise, ortasında çekirdek tipi perdenin bulunduğu P4 tipi yapıda olduğu görülmüştür. Görelî kat ötelemeleri değerlerinin de perde-çerçeve yapılarda sadece çerçevesel yapıya göre özellikle alt katlarda daha küçük değerler aldığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde yapıda her iki doğrultuda ve yüksek burulma rijitliği oluşturacak şekilde perdelerin yerleştirildiği planlardan P1 ve P2 tipi yapılar ile poligon kolonlu P3 tipi yapıda diğer tip yapılara göre daha küçük deplasman, görelî öteleme ve burulma katsayısı değerleri olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar perde-çerçeve tipi yapıların incelenen kriterlere göre daha uygun sonuçlar verdiğini, depreme dayanıklı yapılar tasarlanmak istendiğinde betonarme perdelerin öneminin göz ardı edilemeyeceği gerçeğini açıkça göstermektedir.

## VI. KAYNAKLAR

- [1] Y. Akkaya, Deprem Kuvvetlerine Karşı Betonarme Perdelerin Davranışı ve Boyutlandırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2007, İstanbul.
- [2] Z. Celep, N. Kumbasar, “*Betonarme Yapılar*”, Sema Matbaacılık, 1998, İstanbul.
- [3] A.E. Özsoy, K. Özgen, “Perdelerdeki Boşlukların Yatay Ötelenmeye Etkisi”, Deprem Sempozyumu 23-25 Mart 2005, Kocaeli.
- [4] Deprem Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007, Ankara.
- [5] A. Doğançün, “*Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı*”, Birsen Yayınevi, 2005, İstanbul.
- [6] S. Arslan Selçuk, A. Er Akan, “Mimari Tasarımın Deprem Dayanımına Etkisi: Antalya TED Koleji’nin Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi”, makale.

- [7] M. H. Arslan, M. A. Köroğlu, A. Köken, “Binaların Yapısal Performansının Statik İtme Analizi İle Belirlenmesi”, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2008 (2) 71-84.
- [8] T. Öztürk, “Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı”, *İMO İstanbul Şubesi Meslekiçi Eğitim Kursları*, 2005.
- [9] A. Koçak, Depreme Dayanıklı Betonarme Yapı Tasarımı, *YTÜ ders notları*, 2008.
- [10] İdeSTATİK 6 yapı analiz programı, İdeYAPI Bilgisayar Destekli Tasarım Mühendislik Danışmanlık ve Taahüt Limited Şirketi.
- [11] G. Özmen, “Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği”, *İMO Teknik Dergi*, 3131-3144, yazı 210, 2004.