



## Betonarme Yapılarda Perde Duvar Kullanımının Önemi

İnşaat Yüksek Mühendisi  
Mustafa Berker ALICIOĞLU

MART 2013

Manisa Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, Yapı Denetim Şube Müdürlüğü

**Özet:** Manisa ve ilçelerinde pek çok betonarme yapı inşa edilmektedir. Bu yapıların da çoğunda perde duvar kullanılmamaktadır. Pek çok akademisyen, betonarme yapılarda perde duvar etkisini incelemiş ve perde duvarların deprem esnasında yapı davranışını olumlu etkilediği kanaatine varmışlardır. Bu bağlamda perde duvarlar, betonarme yapılar için bir nevi sigorta anlamına gelmektedir. Bu çalışma ile perde duvarların etkinliği üzerinde vurgu yapılmak istenmiştir. Çalışmada kat kalıp planları ve düşey yüklemeleri aynı olan iki yapı ele alınmıştır. Yapılardan birincisinde perde duvar kullanılmamış ikincisinde ise perde duvar kullanılmıştır. Oluşturulan her iki yapı sistemi için yapılan çözümler neticesinde çeşitli karşılaştırmalar sayısal olarak yapılmış ve yapılar arasındaki farklara değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Betonarme yapı, Perde duvar

### 1. GİRİŞ

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 de uzun kenarının kısa kenarına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı 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 görülmektedir. Perdeler, şiddetli depremlerde çok katlı binalarda önemli hasarlara neden olan görece kat ötelemelerini önemli ölçüde azaltırlar. Uzun kenar doğrultusundaki atalet momentleri çok daha büyük olup, yatay yükleri uzun kenar doğrultusunda etkin olarak taşırlar. Taşıyıcı sistemlerin yükseklikleri arttıkça perdeler önemli bir eleman olarak ortaya çıkar. Perdeler, yüksek binalarda, dayanım yanında yanal yer değiştirmeyi sınırlaması yönünden de tercih edilir. Özenli bir şekilde düzenlenen perdeler, taşıyıcı sistemin toplam göçmesini önledikleri gibi, yapısal olmayan hasarların sınırlandırılmasında da etkilidir [1].

Yüksek yapılarda betonarme perdelerin kullanımı çeşitli nedenlerle, yararlı ve hatta bazı koşullarda zorunlu olmaktadır. Hatta betonarme perdeler büyük eğilme rijitlikleri ve kesme alanları nedenleriyle, bir güvenlik elemanı olarak her yükseklikteki yapılar için tavsiye edilmektedirler [2].

Ülkemizde son olarak can ve mal kaybına neden olmuş Van depremi yaşanmıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesince oluşturulmuş teknik heyetin Van depremi için hazırladığı raporda hasarlı olan 7 ile 8 katlı yapıların çoğunda perde duvar olmadığı ve malzemenin istenilen dayanım özelliğini taşımadığı belirtilmiştir. Depremlerde binaların insan hayatını tehdit etmemesi için inşaatların ilgili standartlar kullanılarak bilinçli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

## 2. KONU VE AMAÇ

Betonarme yapılar, günümüzde sıklıkla inşa edilmektedirler. Büyük bir kısmı deprem bölgesi olan ülkemizde can ve mal kayıplarının yaşanmaması açısından betonarme yapıların inşası daha bir önem kazanmaktadır. Bu tip yapıların inşasında; donatı imalatında kusurlar, beton bakımının yeteri kadar yapılmaması gibi durumlarla karşılaşmaktadır. Gerek bu kusurların tolere edilmesi gerekse yapının deprem yükleri altında dayanımının artırılması için deprem perdelerinin kullanımı büyük önem taşımaktadır.

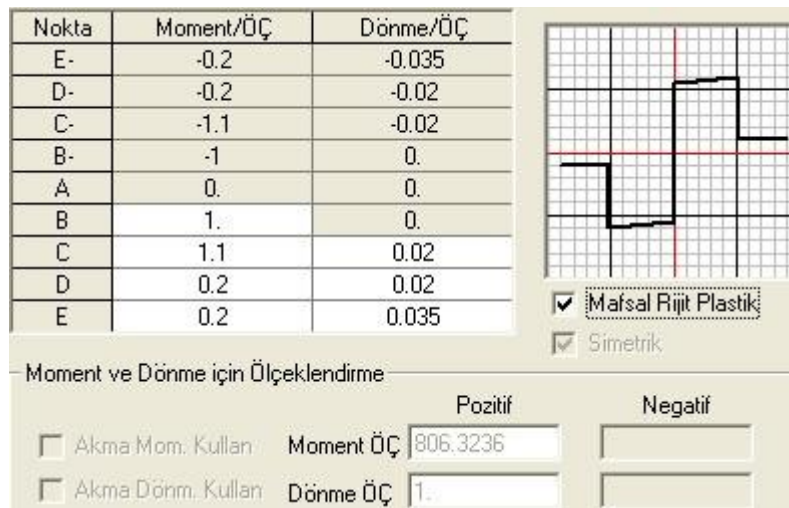
Bu çalışmada da konuyla ilgili olarak sayısal bir örnek üzerinde durulmuştur. Örnek bir takım kabullere dayandırılmış ve çözümü ile de mevcut iki durum (perdeli yapı, perdesiz yapı) arasında karşılaştırma yapılarak perdeli yapıların perdesiz yapılara göre üstünlüğü açıklanmaya çalışılmıştır.

### 2.1. Kabuller ve Çözümde İzlenen Yol

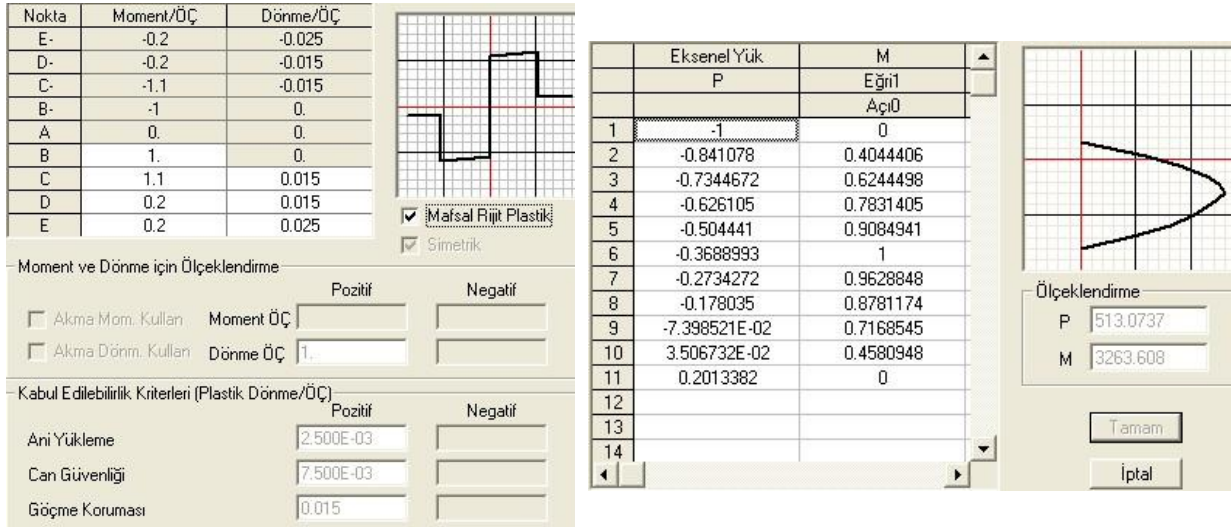
Ele alınan örnek, 7 katlı betonarme bir yapıdır. Zemin kat yüksekliği 3.20 m, normal kat yüksekliği 2.80 m' dir. Kullanılan malzeme özellikleri; beton sınıfı C30 (Beton basınç mukavemeti 30 Mpa olan beton), çelik sınıfı S420 (Akma dayanımı 420 Mpa olan çelik) dir. Her kat düzleminin rijit diyafram olduğu, zemin kat kolonlarının temele ankastre bağlandığı, kolon ve kirişlerde etriye etkisinin ihmal edildiği, kirişlerin dikdörtgen kesit olarak çalıştığı kabulleri yapılmıştır.

Yapılarda betonun bakımının iyi yapıldığı ve beton dayanımının tamamını sağladığı varsayımı yapılmıştır. İyi kür (bakım) yapılmayan betonarme yapılarda beton dayanımının laboratuvar sonuçlarından daha düşük çıkacağı unutulmamalıdır.

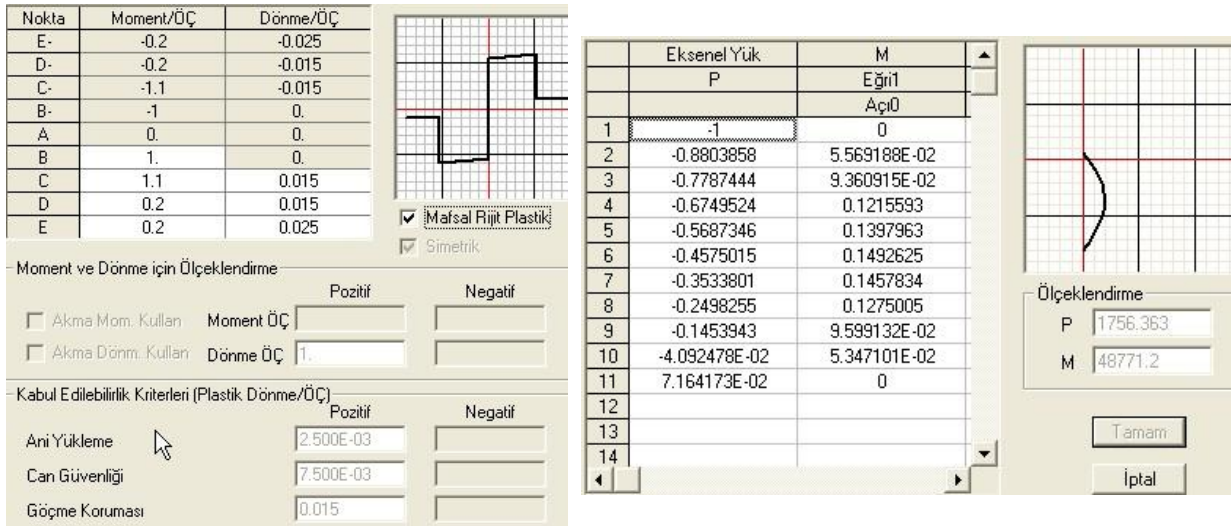
Örnek, doğrusal olmayan statik analiz kullanılarak çözümlenmiştir. Çözüm de plastik mafsallı hipotezine dayandırılmış ve mafsallaşmanın yığılı olduğu varsayımı yapılmıştır. Mafsallı tanımlamaları, kolon ve kirişlerin uç noktalarına yapılmıştır. Mafsallı tanımına esas kesit performans değerleri Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3 de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.1. Kiriş Mafsallı Tanımı (Birimler: t/cm)



Şekil 2.2. Kolon Mafsals Tanımı (Birimler: t/cm)

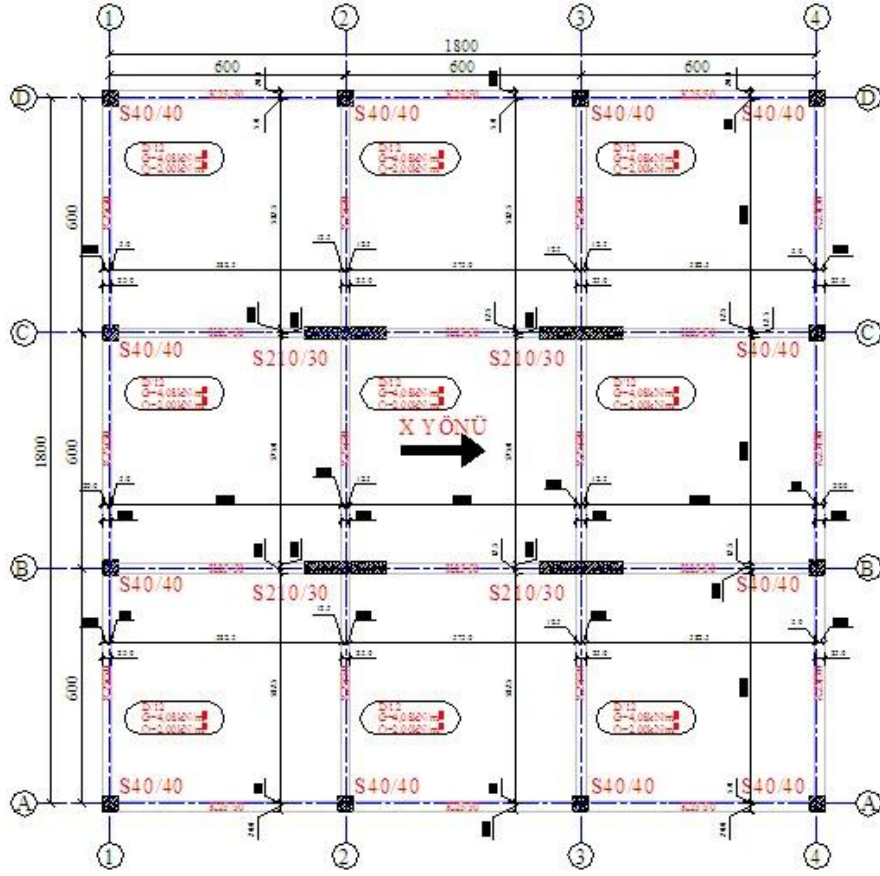


Şekil 2.3. Perde Mafsals Tanımı (Birimler: t/cm)

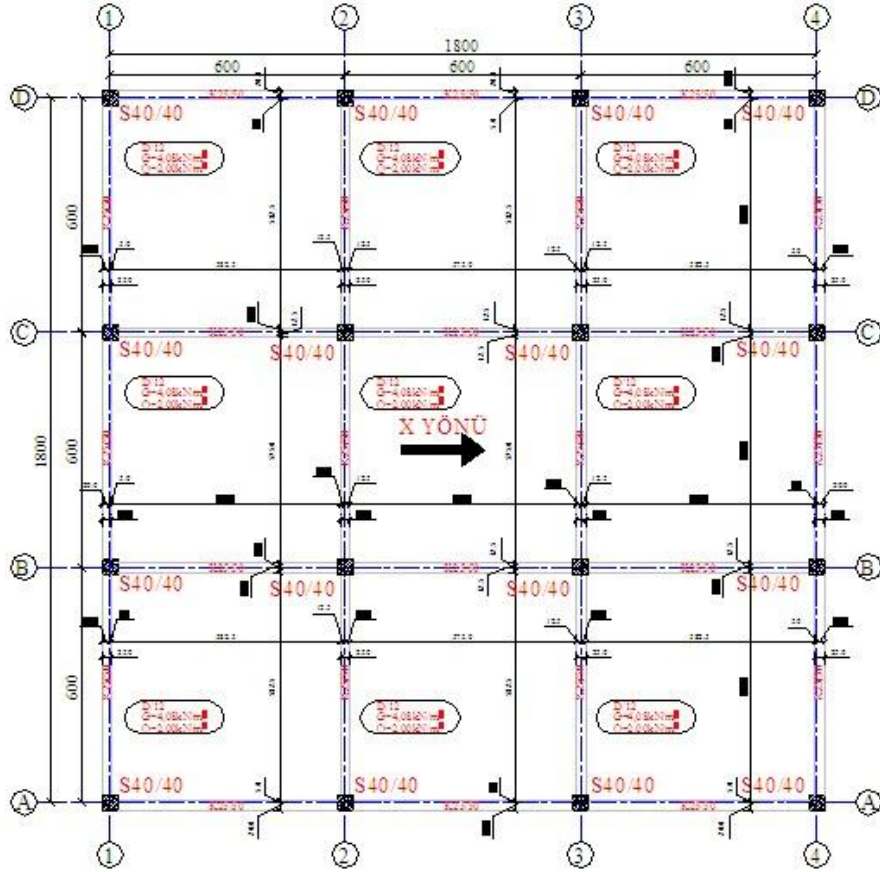
Yatay yük tanımında Eurocode 8-2004 standardından yararlanılmıştır. Bu standart, Aralık 2005 tarihinde Türk Standartları Enstitüsü tarafından Türk Standardı olarak kabul edilmiştir. Bu standarda göre yatay yük tanımında kullanılan parametreler şu şekildedir: Deprem doğrultusu X yönünde, zemin ivmesi (0.4g), spektrum tipi (1), zemin türü (C), Beta faktör (0.2), davranış faktörü (2) ve lambda (1) dir.

Örnek, perdeli ve perdesiz durum için ele alınmıştır. Perdeli ve perdesiz durumlar için kat kalıp planları Şekil 2.4 ve Şekil 2.5 de olduğu gibidir. Döşemelerin kalınlığı 12 cm dir. Döşeme zati yükü metre karede 4.08kN ve hareketli yükü metre karede 2.00kN dur. Kolon ebatları 40cmx40cm, kiriş ebatları 25cmx50cm, perde ebatları 210cmx30cm dir.

Örnek yapı için yapılan çözümlerlerde tek kombinasyon kullanılmıştır. Bu kombinasyon: zati + hareketli + deprem x dir. Tüm yükleme durumları için kombinasyon katsayısı 1 dir.



Şekil 2.4. Perdeli Kat Kalıp Planı (Birimler: cm)



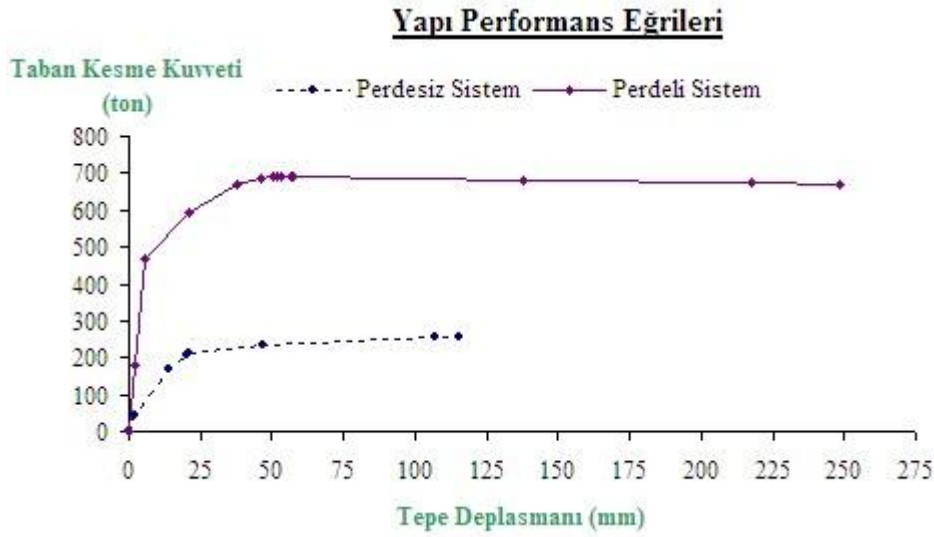
Şekil 2.5. Perdesiz Kat Kalıp Planı (Birimler: cm)

### 3. YAPISAL ANALİZ SONRASI

Bölüm 2 de değinilen kabuller doğrultusunda yapısal çözümlene yapılmıştır. Yapı da önce düşey yük çözümlenmesi yapılmış ve yapı elemanları için olması muhtemel gerilmeler bulunmuştur. Bu gerilmelere ek olarak yapıya deprem yüklemesi yapılmış ve yükleme her adım için arttırılmıştır. Artan yan yükler altında yapıda mafsallaşmalar olmuştur. Böylelikle yapı için doğrusal olmayan statik çözümlene tamamlanmıştır. Her adımda yapı için bir tepe deplasmanı ve bu tepe deplasmanına sebep olan taban kesme kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu değer çiftlerinin oluşturduğu eğriye yapı performans eğrisi denmektedir.

#### 3.1. Yapılarda Mafsallaşma Eğilimleri:

Mevcut yapılarda artan yan yükleme neticesinde deformasyonlar oluşmaktadır. Bu deformasyonlar çalışmada tepe deplasmanı (yer değiştirmesi) olarak tanımlanmıştır. Her adımda yan yükleme artırılmış ve bununla birlikte deformasyonlarda artmıştır. Yapılan bu çözümlene ile yapıların performans eğrileri oluşturulmuştur. Bu performans eğrileri Perdeli Sistem ve Perdesiz Sistem olarak Şekil 3.1 de olduğu gibidir. Şekil 3.1 de görüldüğü gibi Perdeli Sistemin Performans değerleri daha yüksektir. Tablo 3.1 de ise her adım için plastik mafsallaşmalar gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Yapı Performans Eğrileri

Mafsallaşmalar	Taban Kesme Kuvvetleri (ton)		% Fark
	Perdeli Yapı	Perdesiz Yapı	
1. plastik mafsal	178.57	42.20	23.63
2. plastik mafsal	466.56	168.93	36.21
3. plastik mafsal	594.49	208.67	35.10
4. plastik mafsal	667.66	210.19	31.48
5. plastik mafsal	684.95	232.08	33.88
6. plastik mafsal	689.11	254.39	36.91
		<b>Ortalama %Fark</b> →	<b>32.86</b>

Tablo 3.1. Taban kesme Kuvvetleri ve Ortalama %Fark.

### 3.2. Yapı Enerji Yutma Kapasiteleri:

Yapı performans eğrileri altında kalan alan yapının enerji sönümlenme kapasitesi olarak tanımlanabilir. Bu performans eğrilerinin pik noktaları esas alındığında eğriler altında kalan alan hesaplanmış ve Tablo 3.2 deki sonuç elde edilmiştir.

	Eğriler altında kalan alan (birim <sup>2</sup> )	Fark	%Fark
<b>Perdeli Yapı</b>	209.56	$\frac{209.56}{159.41} \times 100 = 131.45$	31.45
<b>Perdesiz Yapı</b>	159.41		

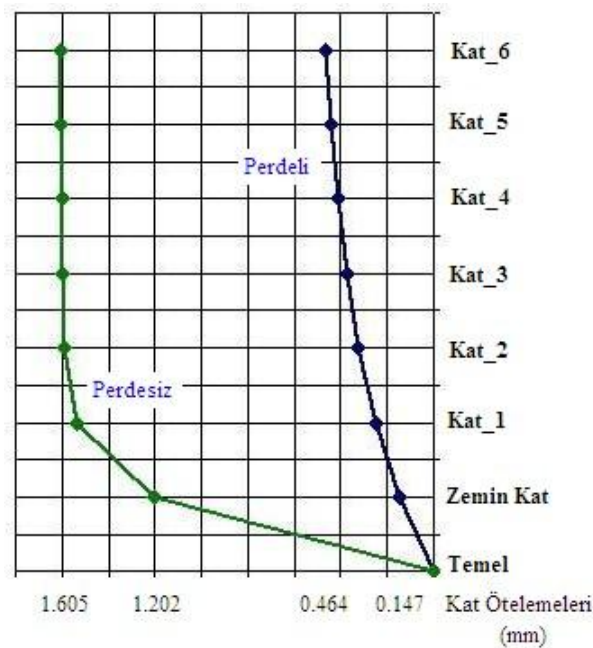
Tablo 3.2. Enerji Yutma Kapasiteleri.

### 3.3. Kat Ötelemeleri:

Yapılarda ele alınan kombinasyon için lineer elastik çözümleme yapılmış ve kat deplasmanları hesaplanmıştır. Bu deplasman değerleri, mm cinsinden Tablo 3.3 de gösterilmiştir. Şekil 3.2 ile yapılar arasındaki fark daha açık bir şekilde görülmektedir.

	Perdeli Yapı	Perdesiz Yapı	%Fark
<b>Kat_6</b>	0.464	1.605	$\frac{0.464}{1.605} \times 100 = 28.91$
<b>Kat_5</b>	0.439	1.603	
<b>Kat_4</b>	0.410	1.601	
<b>Kat_3</b>	0.373	1.599	
<b>Kat_2</b>	0.322	1.590	
<b>Kat_1</b>	0.250	1.539	
<b>Zemin Kat</b>	0.147	1.202	
<b>Temel</b>	0.000	0.000	

Tablo 3.3. Kat Deplasman Değerleri (mm) ve % Fark.



Şekil 3.2. Kat Hizalarında Hesaplanan Öteleme Değerleri.

#### **4. SONUÇLAR**

Şekil 3.1 de bulunan yapı performans eğrilerinden de anlaşılacağı üzere Perdeli Sistemin Perdesiz Sisteme oranla daha rijit ve sünek davrandığı,

Perdeli Sistemin deprem performansı (deprem yüklerine karşı deforme olmama / deprem yüklerine karşı koyma) Perdesiz Sisteme oranla ortalama %32.86 daha iyi olduğu,

Perdeli Sistemin enerji sönümleme kapasitesinin Perdesize oranla %31.45 daha fazla olduğu,

Yapılan lineer elastik çözümleme neticesinde kat öteleme değerlerinin Perdeli sistemde daha küçük olduğu ve hesaplanan değerlerde Perdeli Sistemin Perdesize oranla %28.91 daha iyi olduğu,

Sonuçlarına varılmıştır.

#### **5. KAYNAKLAR**

[1] Aktan, S. ve Kıraç, N. 2010. Betonarme Binalarda Perdelerin Davranışa Etkileri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt:XXIII, Sayı:1.

[2] Tekel, H. 2006. Betonarme Yapılarda %1 Oranında Perde Kullanımının Değerlendirilmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı: 444-445.