

2015

# BETONARME YAPILARDA YENİLİKÇİ GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİ SİSMİK SÖNÜMLEYİCİ KULLANIMI

E-posta: [syildirim@promerengineering.com.tr](mailto:syildirim@promerengineering.com.tr)

**Ankara Office**  
Mutlukent Mah. 5. Cadde, 1967. Sokak,  
No:14 06800 Ümitköy - Ankara, Turkey  
Tel: +(90) 312 235 79 00 (pbx)  
Fax: +(90) 312 235 76 31  
Coordinates: +39°53'56.61, +32°42'34.04  
[info@promerengineering.com.tr](mailto:info@promerengineering.com.tr)

**İstanbul Office**  
Parlar İş Merkezi,  
Kayışdağı Caddesi No:53, 3. Kat, Büro:8  
Küçükbakkalköy - İstanbul, Turkey  
Tel: +(90) 216 576 65 15  
Coordinates: +40°58'45.76, +29°6'34.35  
[www.promerengineering.com.tr](http://www.promerengineering.com.tr)



**PROMER**  
Müşavirlik Mühendislik Ltd.Şti.  
Consultancy Engineering Ltd.Co.



# Dinamik Yüklere Karşı Yapı Tasarımı :

## Sunum Kapsamı

- Güçlendirmede Klasik ve Yeni Yöntemlerin Temel Farkları
- Sönümleme Yaklaşımı
- Sönümleyici Tipleri
- Dünyada Sönümleyici Kullanımı
  
- Türkiye'de Sönümleyici Kullanımı, Gelişimi
- Prefabrik Yapılarda Sönümleyici Kullanımı
- Türkiye'den Uygulama Örnekleri
- Dışçerçeve Güçlendirme Tekniği

# Dinamik Yüklere Karşı Yapı Tasarımı :


Klasik Yöntem:

Etki <  Kapasite

- Yapı Eleman Kapasitesi ve Kesitlerinin Artırılması

Kesitlerin büyütülmesi, Betonarme, çelik manto  
FRP sargı veya FRP levha ekleme, çelik elemanlar ekleme  
Yeni Takviye perdeleri veya kolonları vb. Eleman ekleme  
Vb...

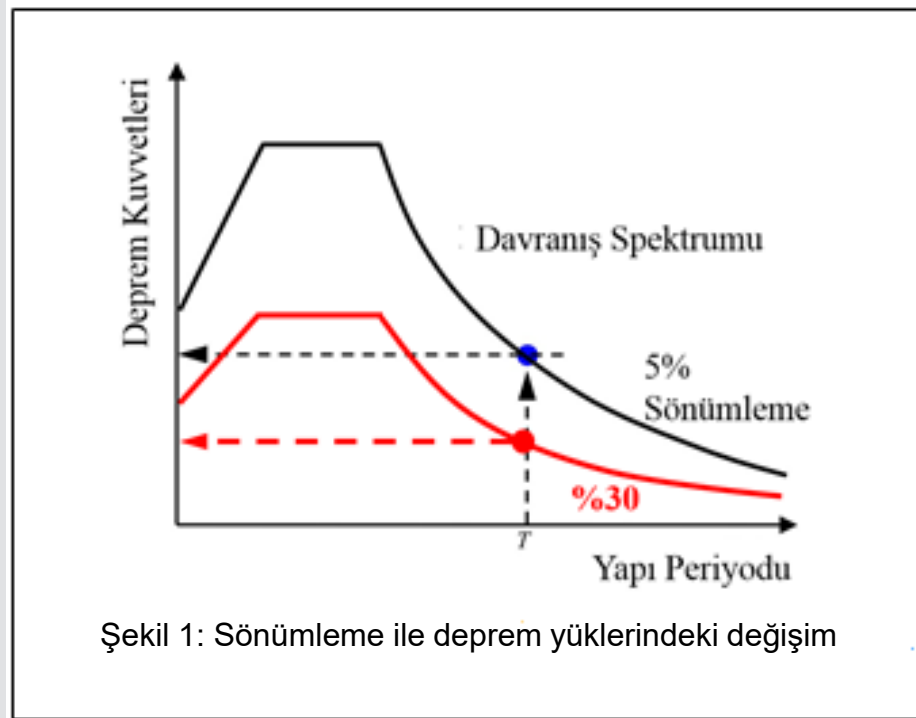
Etki Azaltma Yöntemi:

Etki  < Kapasite

- Enerji Sönümlenme /İndirgeme

Yapı İçi Enerji Sönümleyiciler  
Taban İzolasyonu  
Ayarlı Kütle sönümleyiciler  
Kütle Azaltma  
Vb...

# Sönümlleme:



- 1- Sürtünme Türü Sönümleyiciler - Deplasmana bağlı doğrusal olmayan davranış ile sönümlleme
- 2- Viskoz Sönümleyiciler - Deplasmanın hızına bağlı sönümlleme
- 3- Ayarlı Kütle Sönümleyiciler

Her üç model için tasarım sırasında farklı yollar izlenmektedir.

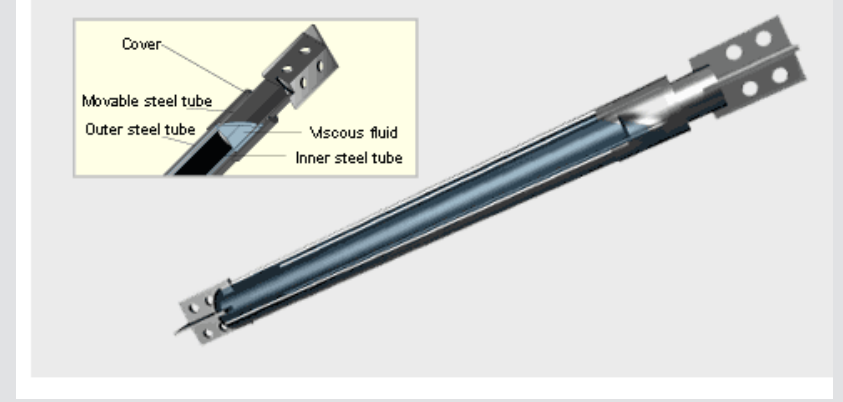
# Sürtünme Tipi Sönümleyici Örnekleri:



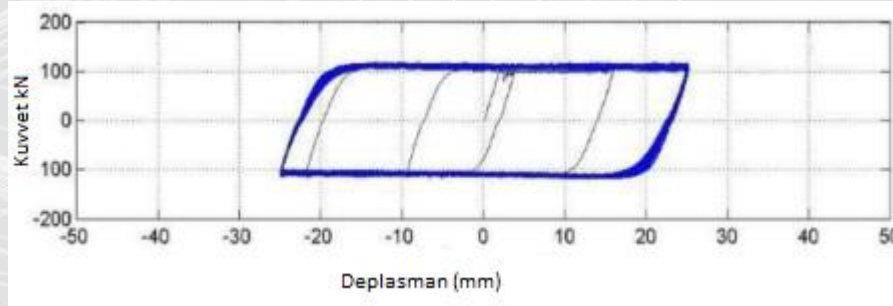
Şekil 2: Damptech Dairesel Sönümleyici



Şekil 3: Pall Dynamics Tek Yönlü Sönümleyici



Şekil 4: Oiles Boru Tipi Sönümleyici



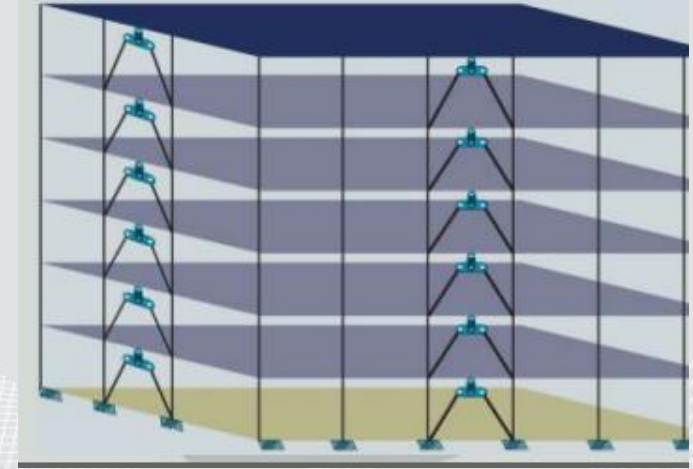
Şekil 5: Tipik Sürtünme Tipi Sönümleyici Kuvvet-Deplasman



# Giriş:

## Neden Sönümleyici (Damper)?

- Yapıdan beklenen süneklik ihtiyacını azaltır veya kaldırır
- Yüksek enerji sönümlenme dayanım artışını ekonomik maliyetler ile sağlanması
- Kolay ve süratli montaj-demontaj, tekrar kullanılabilme, yerinde kolaylıkla ayar yapılabilmesi, Mevcut yapıyı boşaltmadan kısa sürede uygulama imkanı
- Kolay, süratli, ekonomik bakım maliyetleri, Maksimum performansını sürekli konuma
- Çok farklı problemlerin çözümü için çok farklı tipte üretim
- Güvenilir performans
- Compact, hafif tasarım
- Çok dar alanlarda uygulanabilme



# 1/1 Ölçekli Test: National Centre for Research on Earthquake Engineering (NCREE) Taiwan



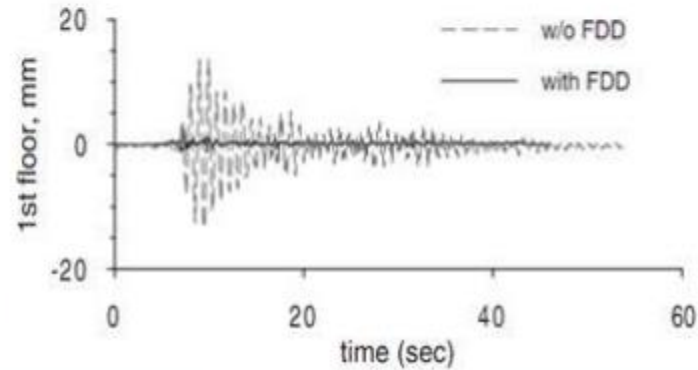
INNOVATIONS IN SEISMIC PROTECTION

## Technology Assessment

DAMPTECH dampers were tested in a full scale test on the world's second largest shaking table at the National Center for Research on Earthquake Engineering, NCREE, Taiwan

First storey drift in mm.

El Centro / USA 1940	With FDD	Without FDD	Reduction
	2.31	13.63	83.05 %



Kat yüksekliği: 3 mt , Kiriş Açıklığı : 4.5 mt , Kolon: H200\*200\*8\*12 , Kiriş : I200\*150\*6\*9  
Kaynaklı birleşim

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)

Dünyanın 2. büyük Sarsıntı Tablası

# Damper Uygulamasının Test Sonuçları:

TABLE 1  
STOREY DRIFT COMPARISON FOR EL CENTRO 0.30G TEST

Storey	Storey drifts (mm)		Reduction (%)
	W/O FDDs	With FDDs	
First	80.4	17.4	78.4
Second	79.2	19.0	76.1
Third	50.1	14.3	71.1

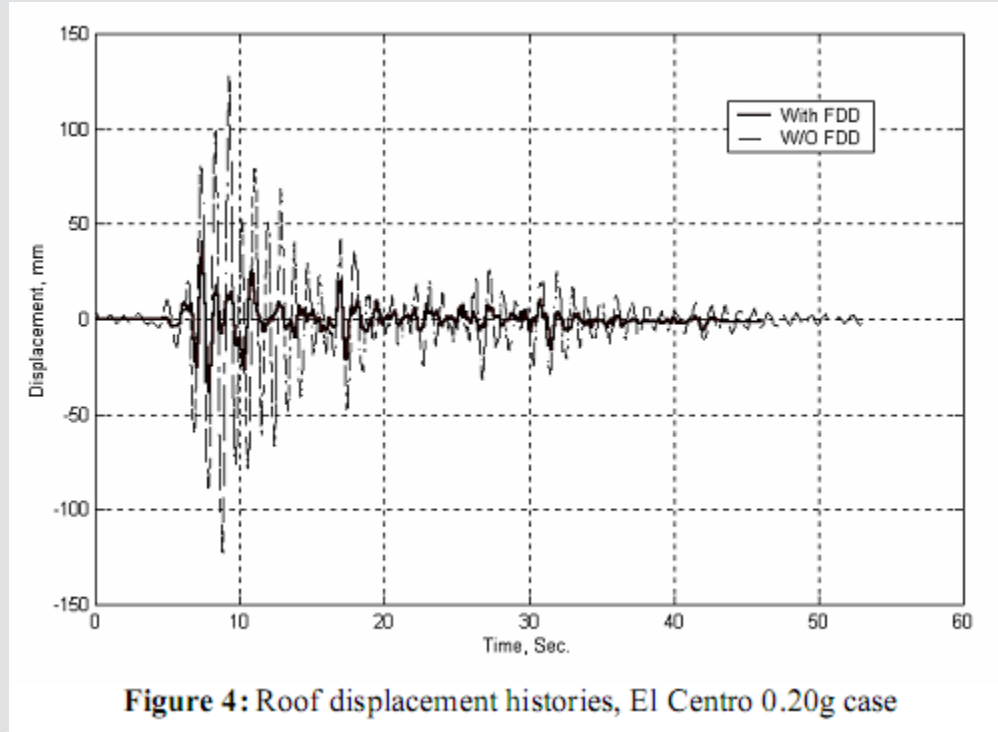
TABLE 2  
STOREY DRIFT COMPARISON FOR KOBE 0.175G TEST

Storey	Storey drifts (mm)		Reduction (%)
	W/O FDDs	With FDDs	
First	44.4	8.9	80.4
Second	43.9	8.2	81.1
Third	29.9	5.9	80.2

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)



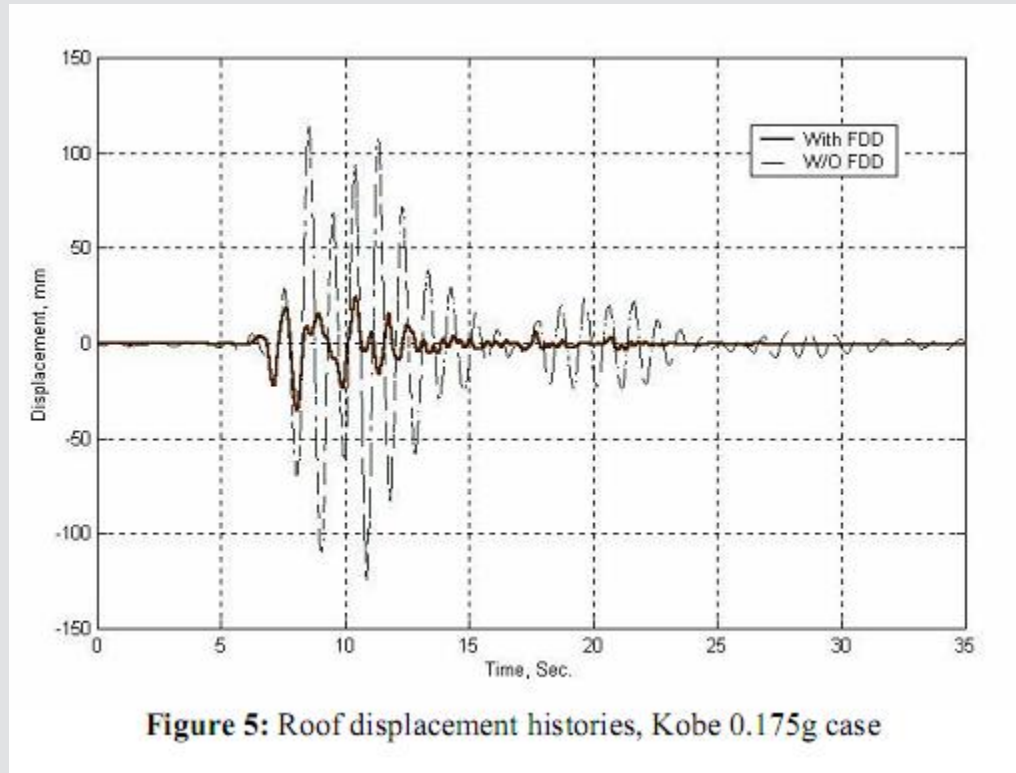
# Damper Uygulamasının Test Sonuçları:



Damper Uygulanmış ve Uygulanmamış yapı; El Centro Deprem Hareketi 0.20g etkisi ile yapı tepe noktası hareketi.

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)

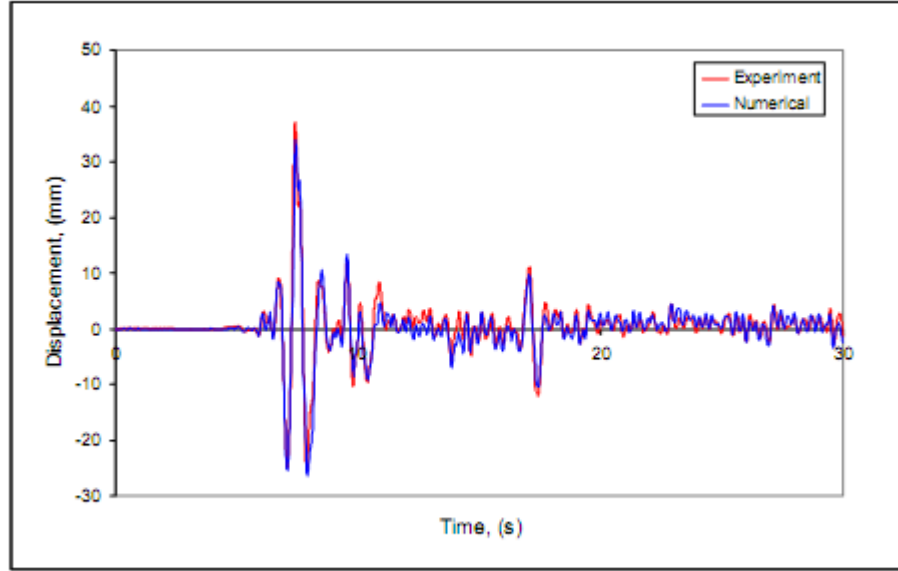
# Damper Uygulamasının Test Sonuçları:



Damper Uygulanmış ve Uygulanmamış yapı; Kobe Deprem Hareketi 0.175g etkisi ile yapı tepe noktası hareketi.

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)

# Damper Uygulamasının Test Sonuçları:



**Figure 7:** Roof displacement histories for the damped frame, El Centro 0.20g case

Damper Uygulanmış Yapının Deneysel ve analiz sonucu tepe hareketi karşılaştırılması; El Centro Deprem Hareketi etkisi ile yapı tepe noktası hareketi.

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)

## Sonuçlar:

- Yapıda sismik titreşimlerin etkili bir şekilde sınırlandırılması.
- Yüksek Dayanıklılık: 14 Test serisi sonunda hiçbir yapı elemanında veya sönümleyicilerde hasar veya kapasite azalması tespit edilemedi.
- Sürtünme pad'lerinde hiçbir hasar ve çizilme tespit edilmedi.
- Analiz sonuçları ile yüksek oranda uyumlu test sonuçları.
- Yapıdan yüksek süneklik beklentisinde azalma veya tamamen kalkma,
- Yapı Vibrasyonu ve deplasmanında belirgin azalma,
- Deprem sonrası yapının hemen kullanımına devam imkanı veriyor.
- Yeni yapı tasarımında veya Güçlendirmede süneklik tabanlı tasarıma ekonomik ve etkili bir alternatif.



# Dünyadan Kullanım Örnekleri:

## Güçlendirme Örnekleri



Figure 1. Eaton Building.



Figure 2. Eaton Building – View from

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)

# Dünyadan Kullanım Örnekleri:

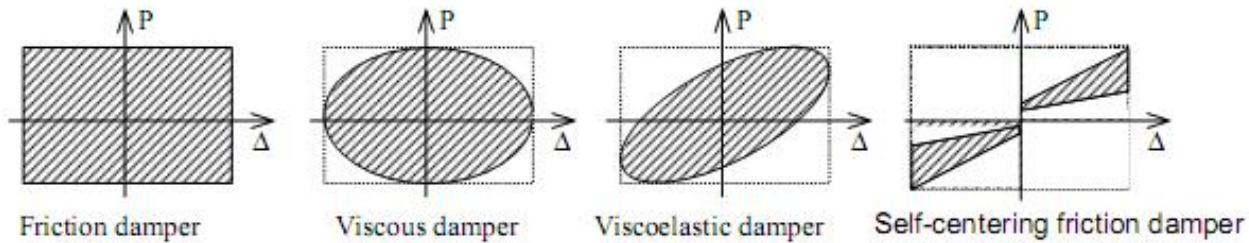
## Güçlendirme



Figure 4. Friction damper in single diagonal brace.



Figure 5. Friction damper at top of chevron brace.



Comparison of hysteresis loops of different dampers

(C.Pasquin, N.Leboeuf, T.Pall -2002)



# Dünyadan Kullanım Örnekleri:

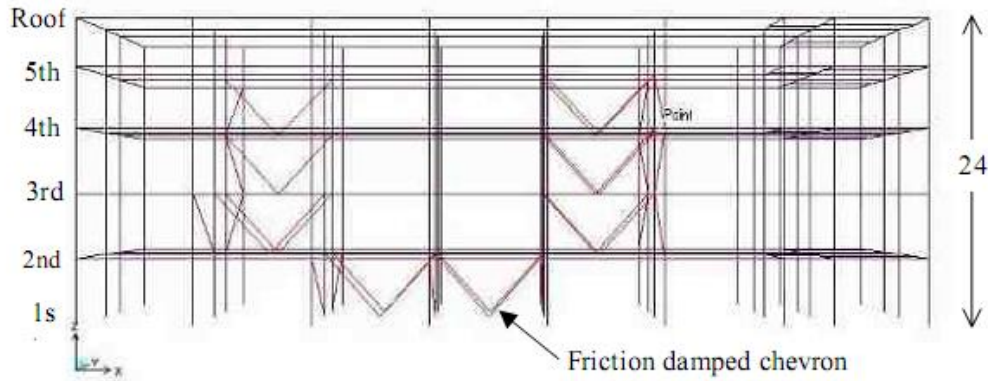
## Güçlendirme



Figure 1, Front View of Wing-B (Partial)

(A.Malhotra,D.Carson,P.Gopal, A.Braimah,  
G.Di Giovanni, R.Pall -2004)

# Dünyadan Kullanım Örnekleri:



Block D, 3-dimensional analytical model of building, front view



Friction damper in single diagonal bracing



Friction damper in chevron bracing (inverted)

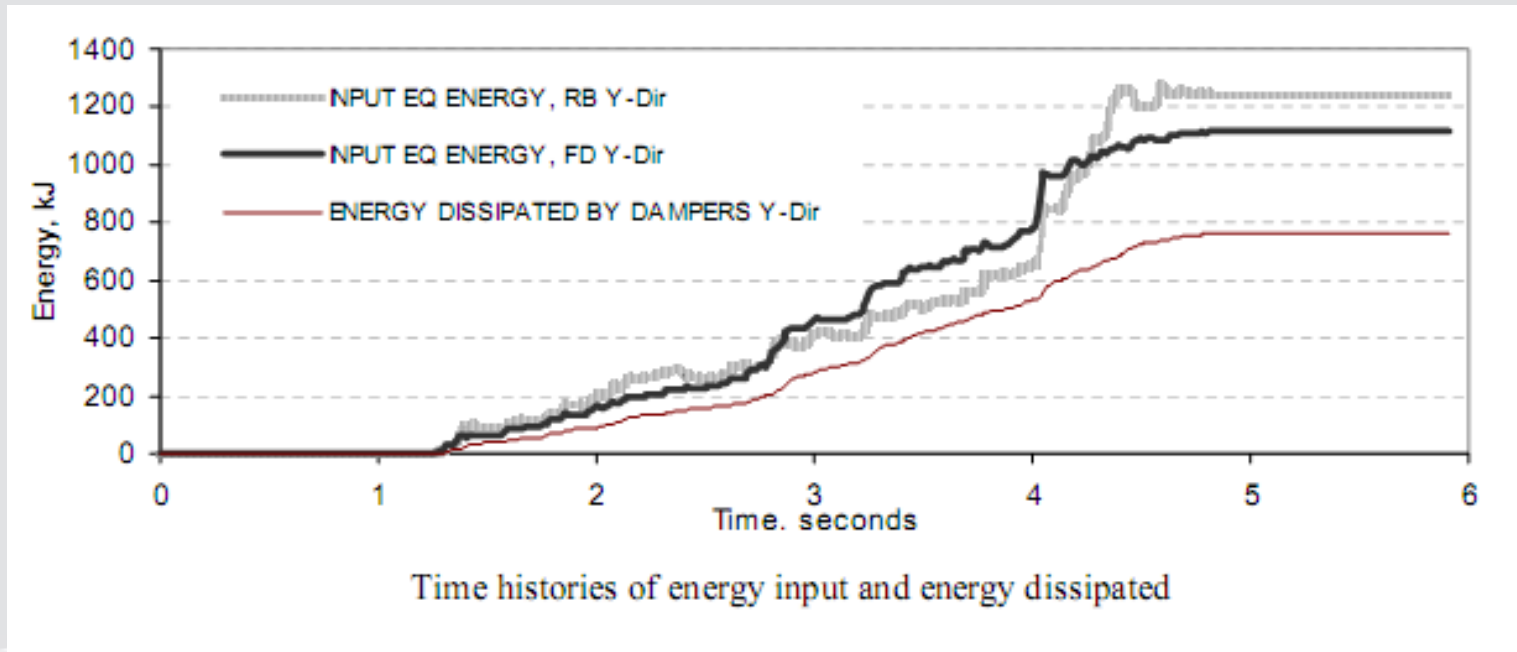
Typical Friction Dampers

(A.Malhotra, D.Carson, P.Gopal, A.Braimah, G.Di Giovanni, R.Pall -2004)



# Damper enerji Sönümleme Oranı:

## Güçlendirme



(A.Malhotra, D.Carson, P.Gopal, A.Braimah,  
G.Di Giovanni, R.Pall -2004)

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması: Zeytinburnu İlçe Emniyet Müdürlüğü

## Yapı Bilgileri:

Beton kalitesi : 16.5 Mpa.

Hakim Periyodlar:

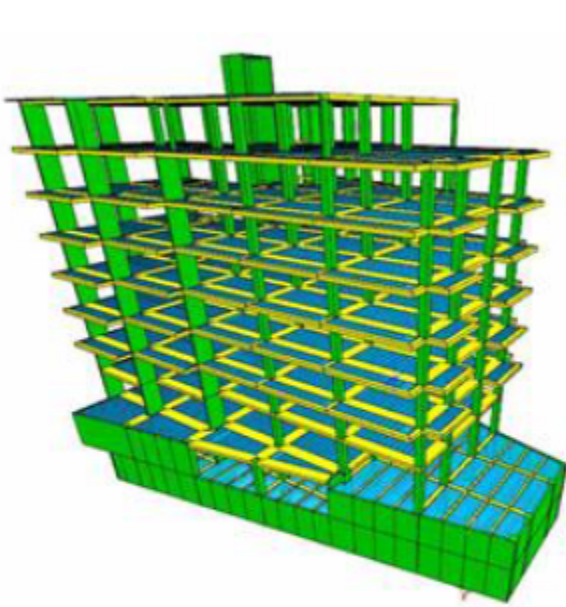
X=1.712 sn. Y=1.496 sn.

Tablo 1. Kat bilgileri

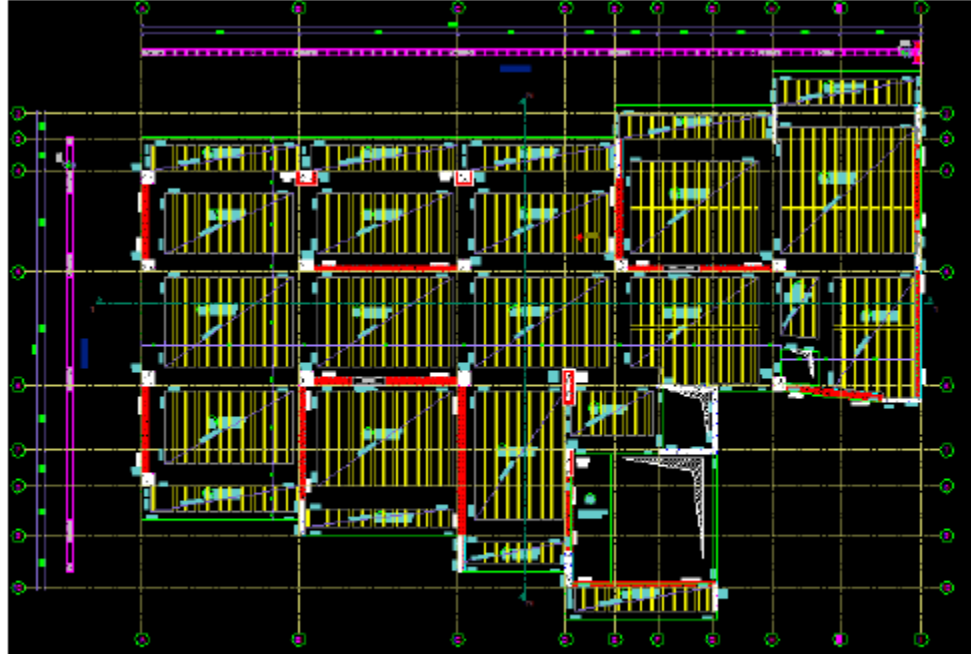
Kat	Adet	Yükseldik	Alanı
Bodrum	2	3.50 m	677 m <sup>2</sup>
Zemin	1	3.50 m	441 m <sup>2</sup>
Normal	6	3.15 m	538 m <sup>2</sup>
Çatı	1	3.15 m	350 m <sup>2</sup>

Tablo 2. Donatı bilgileri

Ebatlar (cm x cm)	Boyuna Donatı		Enine Donatı	
	Çeşidi	Adet	Çeşidi	Donatı/Arahık
Kolon 50 x 50	S TI	12 - $\Phi$ 16	S TI	$\Phi$ 10/25
Kolon 20 x 120	S TI	14 - $\Phi$ 12	S TI	$\Phi$ 10/25
Kiriş 40 x 60	S TI	2 - $\Phi$ 16	S TI	$\Phi$ 8/25
Kiriş 20 x 60	S TI	2 - $\Phi$ 16	S TI	$\Phi$ 8/25

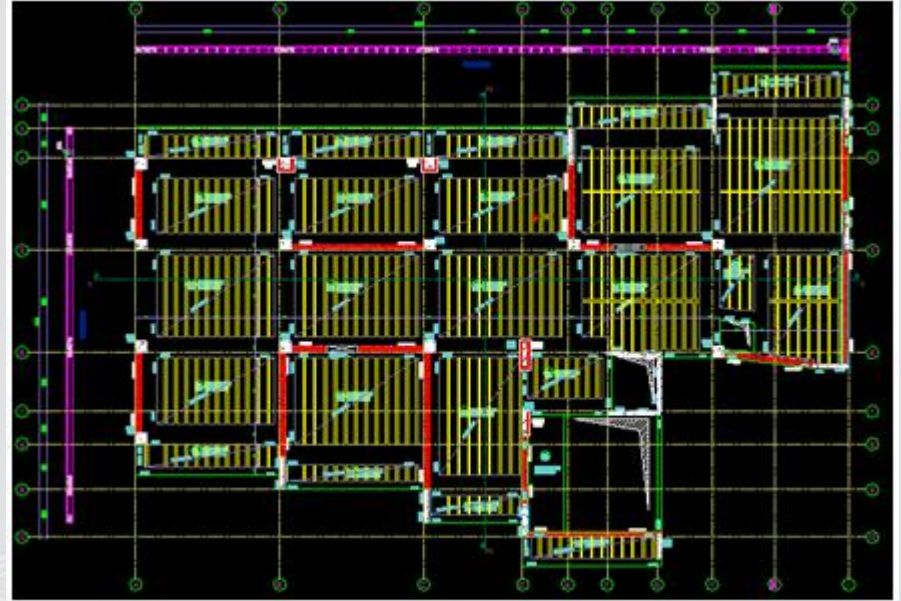
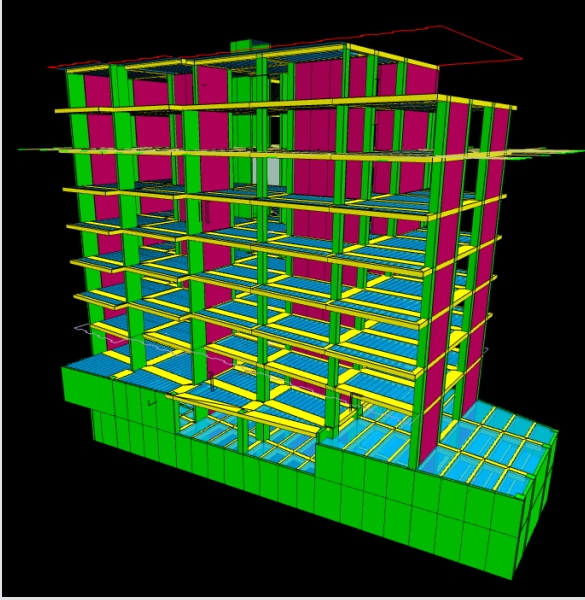


Şekil 1. Mevcut yapının bilgisayar modeli



Şekil 2. Tipik güçlendirilmiş kat planı

# Klasik Yöntem Güçlendirme Çalışması



Şekil 7: Klasik Güçlendirme Perspektif Görünüm ve Tipik Kat Planı

## Mevcut Yapı Klasik Güçlendirme Yapılan İşlemler

- 1- İlave Betonarme Perde Eklenmesi ,
- 2- Gerekli Kolonlara Betonarme Manto,
- 3- Bazı Kolon ve Perdeler FRP sargı,
- 4- Temellerde ilave Radye ve ilave Ambatman.



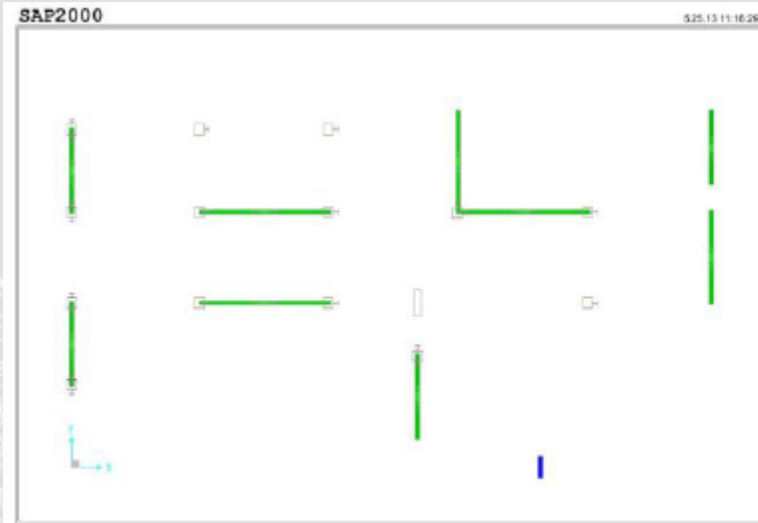
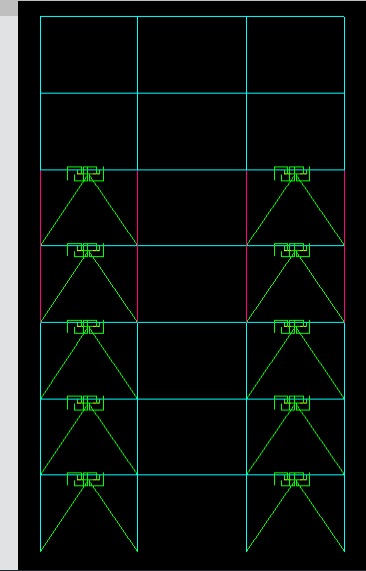
## Güçlendirme Sebepli Maliyetler

- 1- İlave Perdeler sebebiyle iç mimari kullanım değişti, yeniden tasarlandı, Yüksek mimari onarım maliyeti.
- 2- Geçiş kapandığı için sol cephedeki konsollar kırıldı,
- 3- İnşaat Süresi 8 ay (gerçekte 10 ayı geçiyor).
- 4- İnşaat süresince kullanıcının taşınması gerekli.

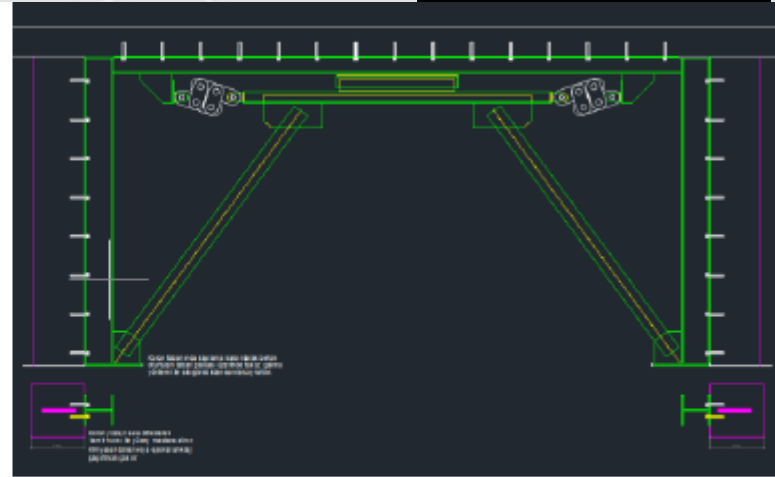
# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

## Sismik Sönümleyici Uygulaması:

- Planda görülen şekilde sönümleyiciler oluşturulan çelik çerçeveler içine yerleştirildi.
- 7 katın 5 katına sönümleyici yerleştirmek yeterli oldu.



Tipik sismik sönümleyici yerleşim kat planı

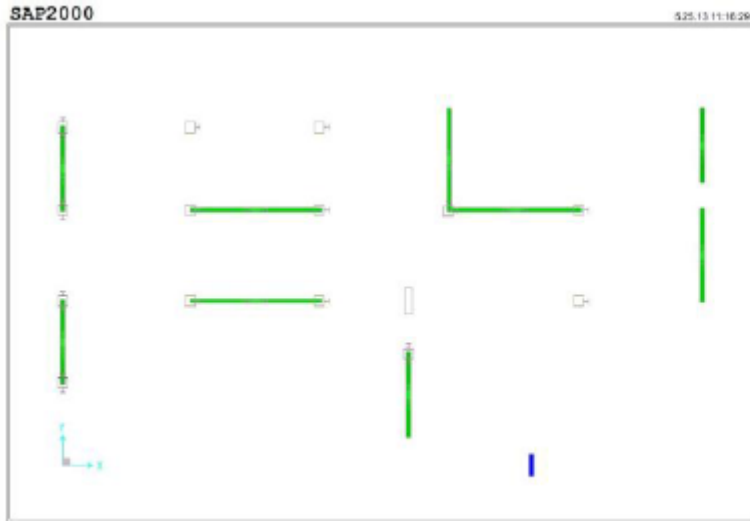
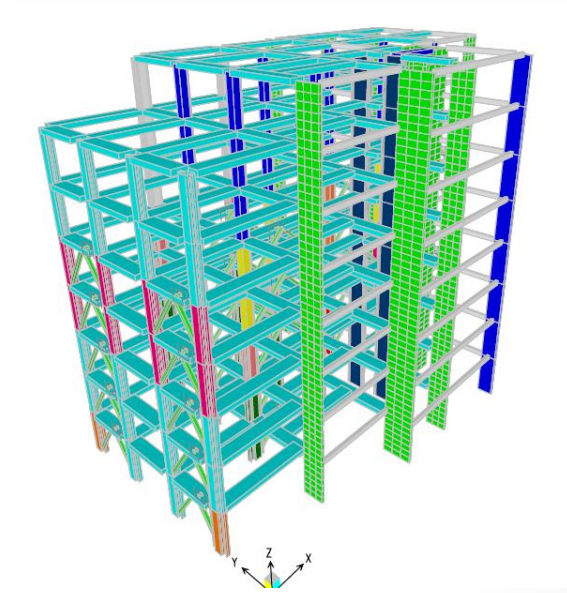


Sönümleyici iç çerçeve güçlendirmesi

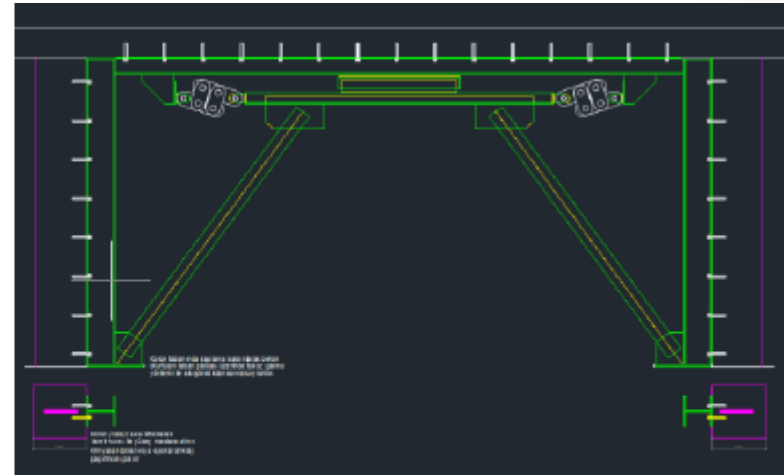


# Sismik Sönümleyici ile Güçlendirme Çalışması

- Sönümleyici uygulamasının yanında beton kolonların kapasiteleri çelik profillerle artırılmıştır.
- Sönümleyiciler, oluşturulan çelik çerçevelerin içine yerleştirilmiştir.
- Ulaşılan toplam eşdeğer modal sönümlenme sönümlenme oranı % 22.



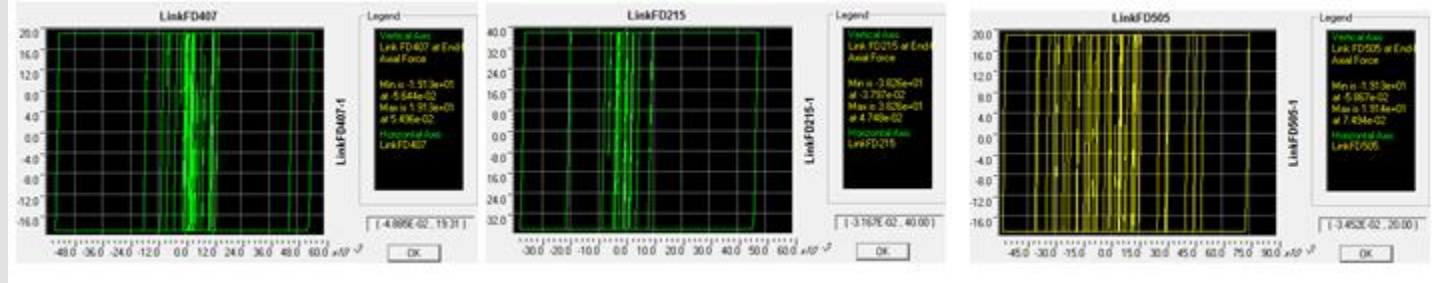
Tipik sismik sönümleyici yerleşim kat planı



Sönümleyici iç çerçeve güçlendirmesi

aktif

# Sismik Sönümleyici ile Güçlendirme Çalışması

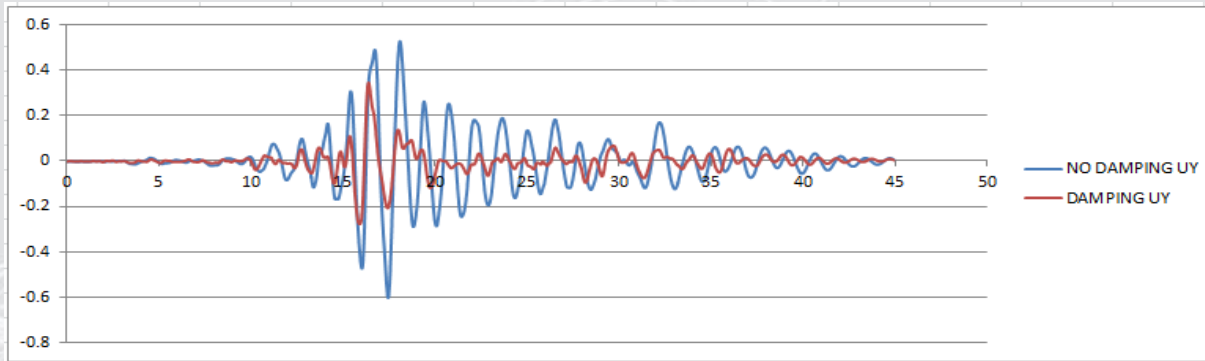
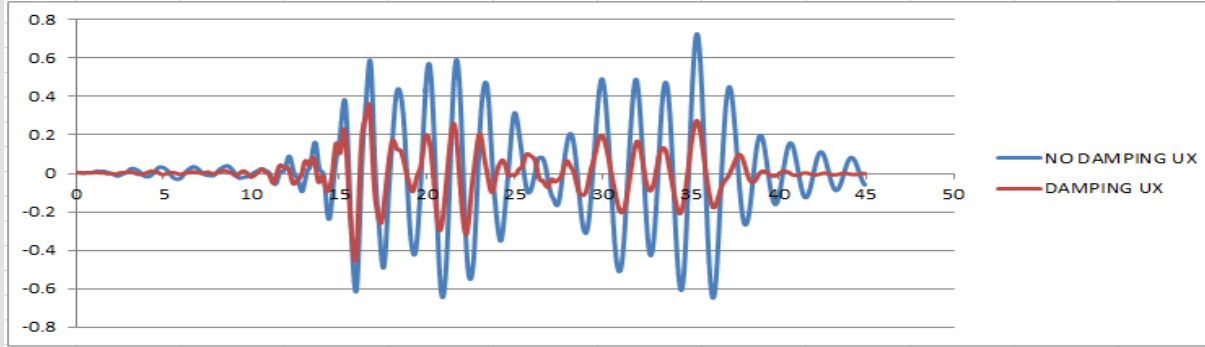


Şekil 11: Zaman Tanım Aralığı Analizinde sönümleyici kuvvet-deplasman hareketleri

- Kapasite ve deplasman kontrollerinin dışında sönümleyicilerin kuvvet-deplasman grafikleri ile sönümleyicilerin çalıştığı kontrol edildi.
- Yapının daha az deplasman yapan noktalarına yerleştirilen sönümleyiciler çalışmayabilir.
- Öngörülen performans kriterlerini sağlayan deplasman limitlerinde sönümleyicilerin yeterli sönümleme yaptıkları görüldü ve yapının yanal yerdeğiştirmelerinin yönetmelikler sınırları içinde kaldığı tespit edildi.

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

## Sismik Sönümleyici Uygulaması ile Tepe deplasmanı



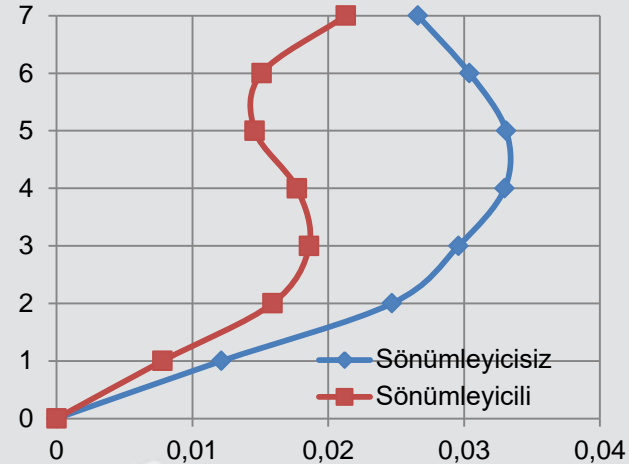
Sönümleyicili ve sönümleyicisiz yapının tepe deplasmanı değişimi.

Not: İki model arasındaki tek fark sönümleyici olup olmamasıdır.

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

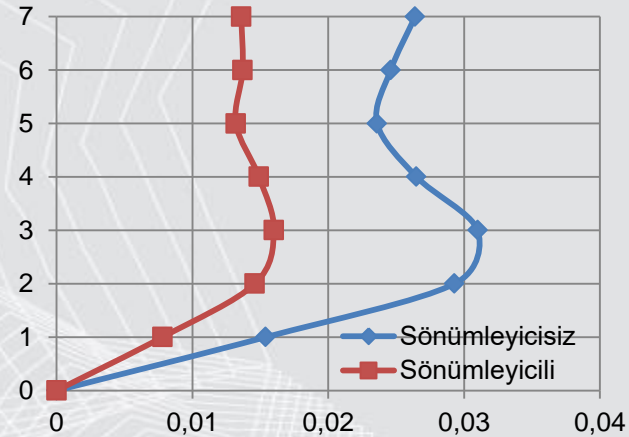
## Sismik Sönümleyici Uygulaması ile Kat Ötelemelerindeki Değişim

Öte. Oranı (%) X Yönü		
	Sönümleyicisiz	Sönümleyicili
1. Kat	0.01215	0.0078
2. Kat	0.0247	0.0159
3. Kat	0.0296	0.0186
4. Kat	0.033	0.0177
5. Kat	0.0331	0.0146
6. Kat	0.0304	0.0151
7. Kat	0.0266	0.0213



X yönü Görel Kat ötelemesi değişimi

Öte. Oranı (%) Y Yönü		
Kat	Sönümleyicisiz	Sönümleyicili
1. Kat	0.0154	0.0078
2. Kat	0.0293	0.0146
3. Kat	0.031	0.016
4. Kat	0.0265	0.0149
5. Kat	0.0236	0.0132
6. Kat	0.0246	0.0137
7. Kat	0.0264	0.0136

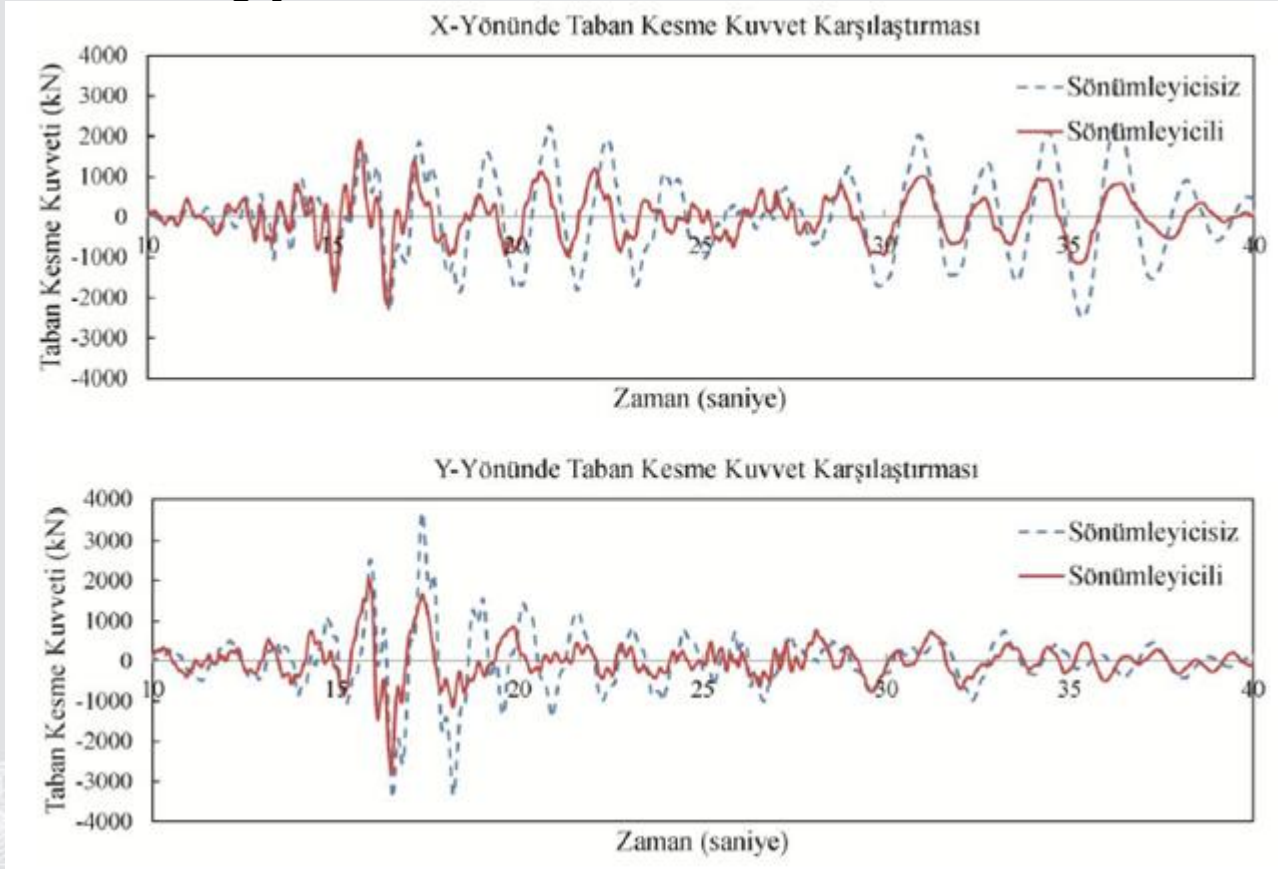


Y yönü Görel Kat ötelemesi değişimi



# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

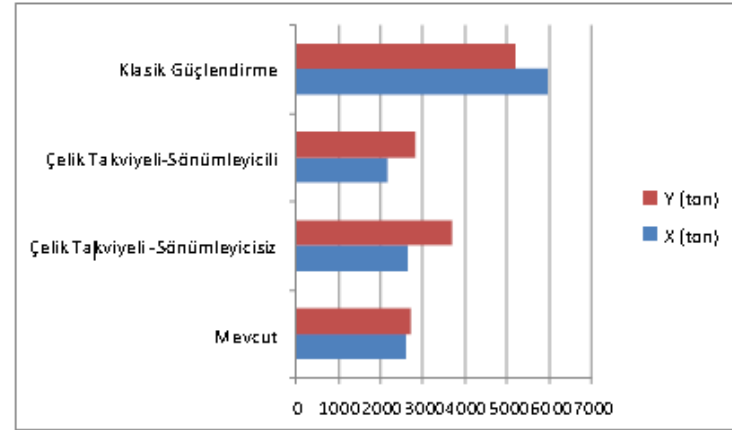
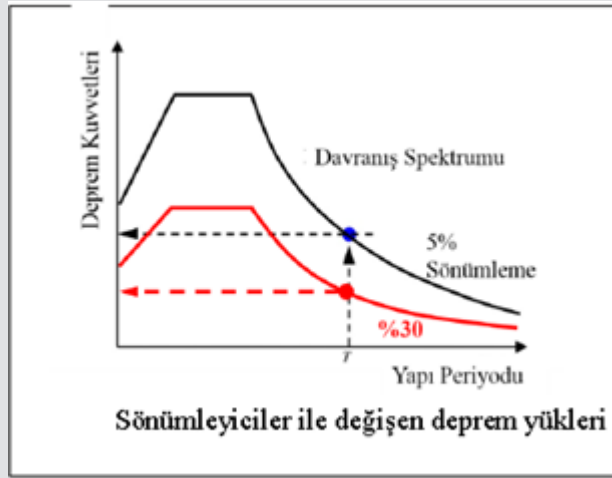
## Sismik Sönümleyici Uygulaması ile Taban Kesme Kuvvetlerindeki Değişim



Sönümleyicili ve sönümleyicisiz yapının taban kesme kuvveti değişimi.  
Not: İki model arasındaki tek fark sönümleyici olup olmamasıdır.

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

## Farklı Güçlendirme Yöntemlerinin Taban Kesme Kuvvetine Etkisi



Şekil 10. Taban Kesme Kuvveti

Tablo 3. ASCE 41'e göre Sismik Sönümleyicili Yapının Performans Değerlendirmesi

Kat	SÖNÜMLEYİCİSİZ YAPI			SÖNÜMLEYİCİLİ YAPI		
	Kolon Sayısı	Can Güv. Aşan Kolon	Görme Önc. Aşan Kolon	Kolon Sayısı	Can Güv. Aşan Kolon	Görme Önc. Aşan Kolon
Zemin	16	4	12	16	0	0
1. Kat	16	3	5	16	0	0
2. Kat	16	5	3	16	1	0
3. Kat	16	9	2	16	0	0
4. Kat	16	5	4	16	1	0
5. Kat	16	2	5	16	4	0
6. Kat	16	3	1	16	4	0
7. Kat	12	3	5	12	10	0
<b>Toplam</b>	<b>124</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	<b>124</b>	<b>20</b>	<b>0</b>

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

## Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Değerlendirme:

- 1- Sönümleyicili Yapıda artan sönümlenme (%22-23) sonucu yapıda taban kesme kuvveti X yönünde % 13.02 ve Y yönünde % 24.01 azalmıştır.
- 2- Taban kesme kuvveti klasik güçlendirmede Yapının mevcut haline göre X yönünde % 230 ve Y yönünde % 191 artarak 5000-6000 ton mertebelerine ulaşmıştır.
- 3- Taban kesme kuvveti çelik takviye yapılmış ve sönümleyici uygulanmış durumda X yönünde yapının mevcut haline göre X yönünde % 19 azalma ve Y yönü için % 4 artarak 2200-2700 ton mertebelerinde kalmıştır.
- 4- Mevcut durumda ASCE-41'e göre yeterli deprem performansı olmayan yapı çelik takviyesi ve sismik sönümleyici ilavesi ile sağlam hale gelmiştir.
- 5- Sismik sönümleyicili yapıda istenilen deplasman ve görelî kat ötelemesi oranlarına indirgenmiş durumda sismik sönümleyicilerin sağladığı sönümlenme yapı performansının yeterli hale gelmesini sağlayacak mertebededir.
- 6- Sismik sönümleyici uygulamasında ıslak beton imalatı olmaması ve yapı taşıyıcı elemanlarına fazlaca zarar verilmemesi sebebiyle bina boşaltmadan kısmî çalışmalar ile güçlendirme yapılabilir durumdadır.

# Türkiye'den Bir Güçlendirme Çalışması:

## Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Değerlendirme:

Bu hali ile klasik güçlendirme yöntemleri ile güçlendirme statik ve zorunlu mimari maliyetler ile beraber **970.000 TL** hesaplanırken Çelik takviyeli sismik sönümleyici uygulama maliyeti **930.000 TL** hesaplanmıştır.

Bu rakamlarda yalnızca yapısal güçlendirme sebepli zorunlu maliyetler dahil ancak;

- Klasik güçlendirme sebebiyle oluşan fonksiyon bozukluklarının düzenlenmesi için yeniden iç mimarinin düzenlenmesi, alanların yeniden planlanması maliyetleri,
- Kullanıcının yapıyı boşaltarak taşınma ve bu süreçte ödeyeceği ilave kiralama, iç dekorasyon maliyetleri,
- İş kaybı maliyetleri

dahil değildir...

Bu maliyetler de göz önüne alındığında sismik sönümleyici kullanımının uygun olduğu yapılarda ekonomik bir alternatif olduğu görülebilir.

Mevcut Yapının beton kalitesinin ilave çelik takviyesine gerek duymayacağı durumlarda sismik sönümleyicinin direk uygulanması ile çok daha ekonomik çözümler elde edilmesi mümkündür.



# PREFABRİK YAPILARDA SİSMİK SÖNÜMLEYİCİ KULLANIMI. 2015

E-posta: [syildirim@promerengineering.com.tr](mailto:syildirim@promerengineering.com.tr)

**Ankara Office**  
Mutlukent Mah. 5. Cadde, 1967. Sokak,  
No:14 06800 Ümitköy - Ankara, Turkey  
Tel: +(90) 312 235 79 00 (pbx)  
Fax: +(90) 312 235 76 31  
Coordinates: +39°53'56.61, +32°42'34.04  
[info@promerengineering.com.tr](mailto:info@promerengineering.com.tr)

**İstanbul Office**  
Parlar İş Merkezi,  
Kayışdağı Caddesi No:53, 3. Kat, Büro:8  
Küçükbakkalköy - İstanbul, Turkey  
Tel: +(90) 216 576 65 15  
Coordinates: +40°58'45.76, +29°6'34.35  
[www.promerengineering.com.tr](http://www.promerengineering.com.tr)



**PROMER**  
Müşavirlik Mühendislik Ltd.Şti.  
Consultancy Engineering Ltd.Co.



Proje Kapsamında İzmir, Menemen, Manisa, Denizli, Isparta, Eğirdir bölgelerinde 96 adet Betonarme Prefabrik yapı incelenmiştir.

Tip No	Aks Açıklığı (m)	Akslar arası mesafe (m)	Kiriş Altı Yükseklik (m)	İncelenen Adet
1	16,0	8,0	4,5	20
2	16,0	8,0	3,5	13
3	12,0	8,0	4,5	14
4	12,0	8,0	3,5	5

Tablo 1: Tipleştirilebilen Yapı Tipleri

Deprem Bölgesi :	1
Zemin Cinsi :	Z4
Kar Yüğü :	135 kg/m <sup>2</sup>
Uygulanan Analiz Yöntemi :	3 boyutlu Elastik yapı, zaman tanım aralığında analiz.
Kullanılan Deprem :	Düzce Merkez kaydı
Aranılan Performans :	TDY 2500 Yıllık Deprem Spectrumuna Scale Yapılmıştır. 500 yıllık Deprem için Hemen Kullanım 2500 Yıllık Deprem için Göçme Öncesi

Tablo 2 : Analiz Parametreleri

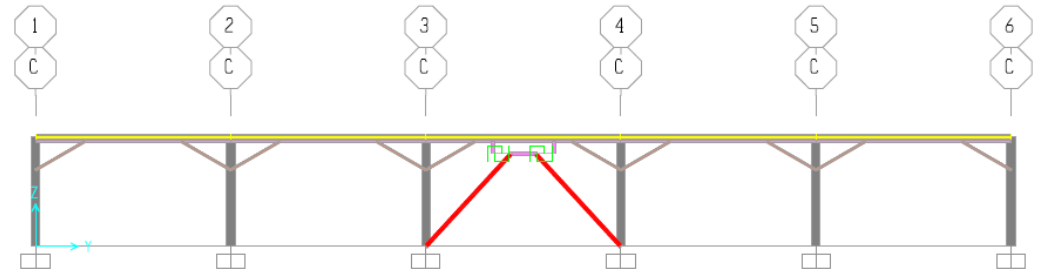
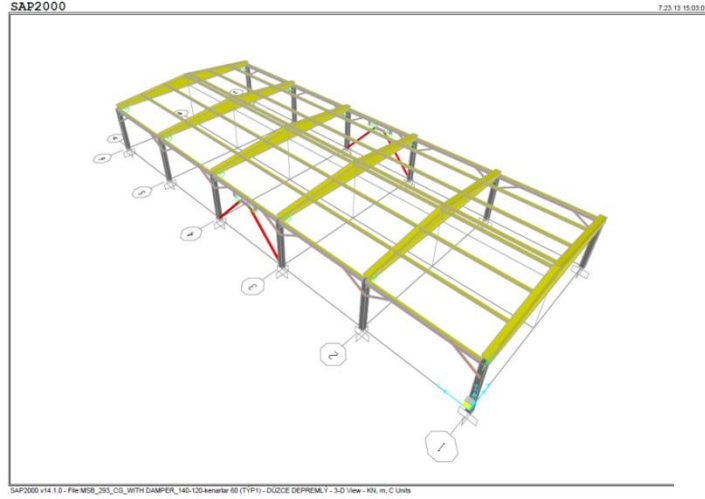
# Kullanılan Güçlendirme Yöntemleri

İncelenen yapıların deprem dayanımı problemi dışında yapısal davranış sorunları tespit edilmiştir. Yapılacak iyileştirmenin bu problemleri de çözmesi gerekiyor. Bu sebeple iyileştirme çalışmalarında sönümleyici uygulaması ile sınırlı kalınmamıştır. Bunlar ana başlıkları ile:

Çerçeve y yönü deplasmanlarının eşitlenmesini sağlayacak bağlantı eksikliği:

Y yönünde kullanılan aşık ve oluk kirişi basit bağlanmış olması ve bu amaçla tasarlanmaması sebebiyle yeterli rijitliğe sahip olmaması.

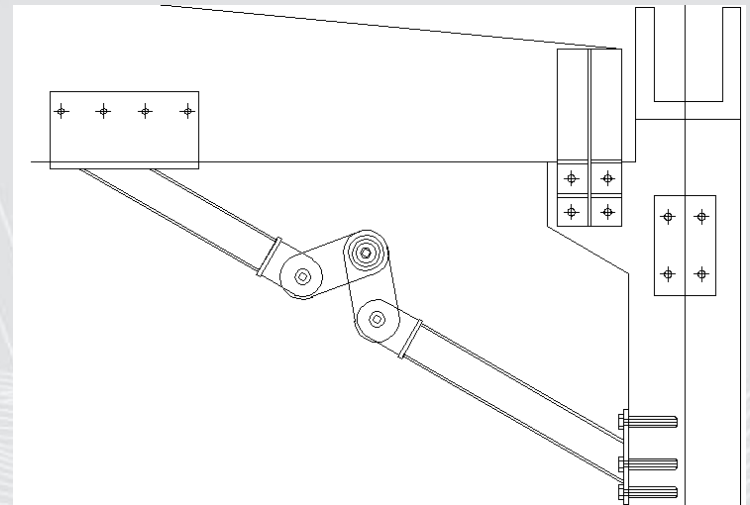
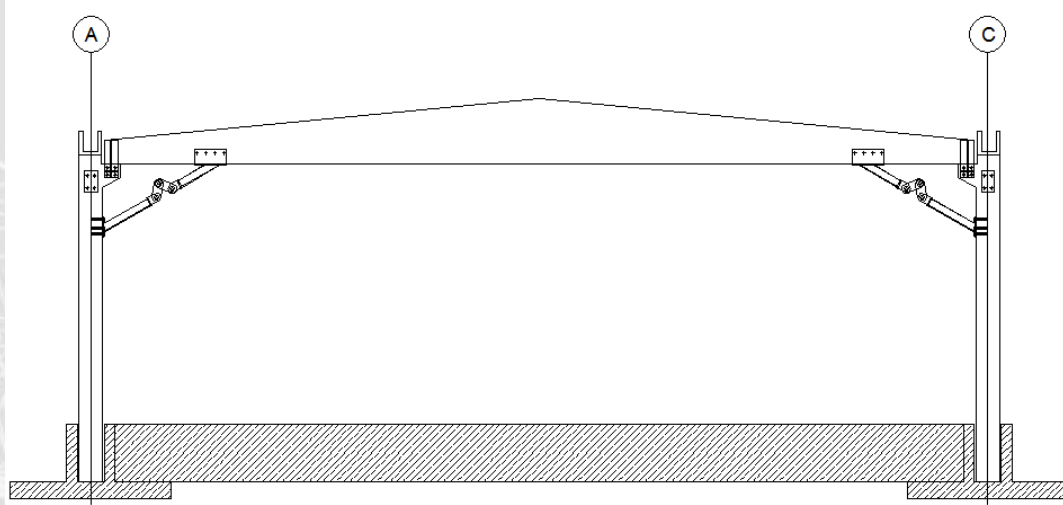
1- Çerçeve y yönü deplasmanlarını eşitlemek amaçlı yapı boyunca devam eden kiriş elemanı ilavesi.



## Kullanılan Güçlendirme Yöntemleri:

Çerçeve x yönü kirişin basit mesnetlenmesi sebebiyle yüksek deplasmanlar ve basit oturan kirişin stabilite problemi.

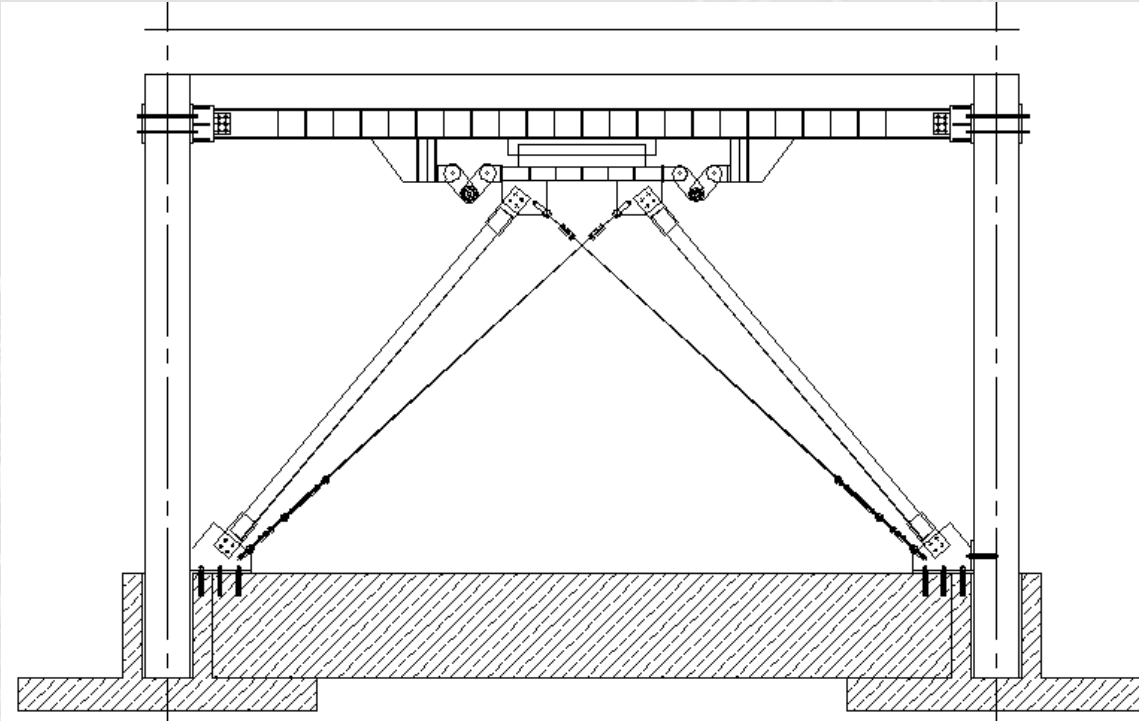
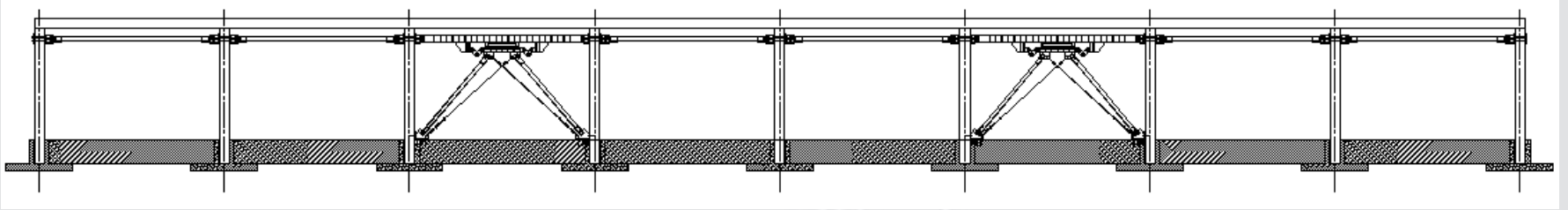
- Çerçeve x yönü (çerçeve yönü) deplasmanlarını azaltmak ve yapıya gelen deprem etkisini azaltmak amaçlı her kolon kiriş birleşimine sismik sönmüleyici uygulaması.





## Kullanılan Güçlendirme Yöntemleri:

- Çerçeve y yönü deplasmanlarını azaltmak ve yapıya gelen deprem etkisini azaltmak amaçlı çaprazlı sismik sönümleyici uygulaması.

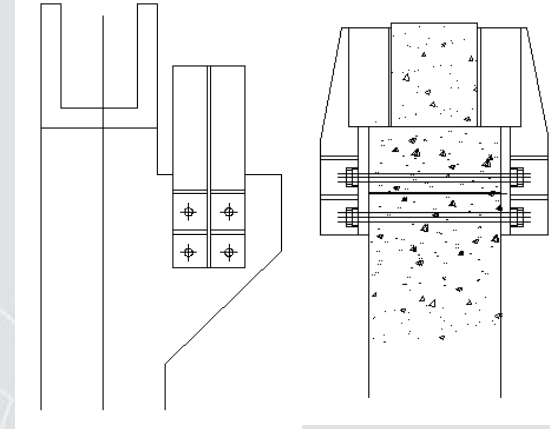


## Kullanılan Güçlendirme Yöntemleri:

Guse üzerine basit oturan kirişin yanal devrilmesini önlemek amaçlı çelik destek.



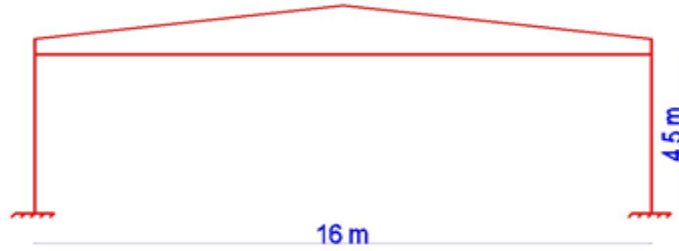
Foto 1: Basit Oturtulmuş Kiriş



Şekil 1: Devrilme önleyen Takviye Önerisi

# Tip 1 Yapı

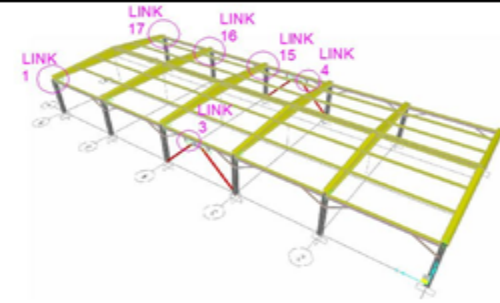
## TIP 1



Dampersiz Yapı Maximum deplasman ve drift oranları		
Ux(max):	15,6 cm	0,03463
Uy(max):	13,8 cm	0,03074

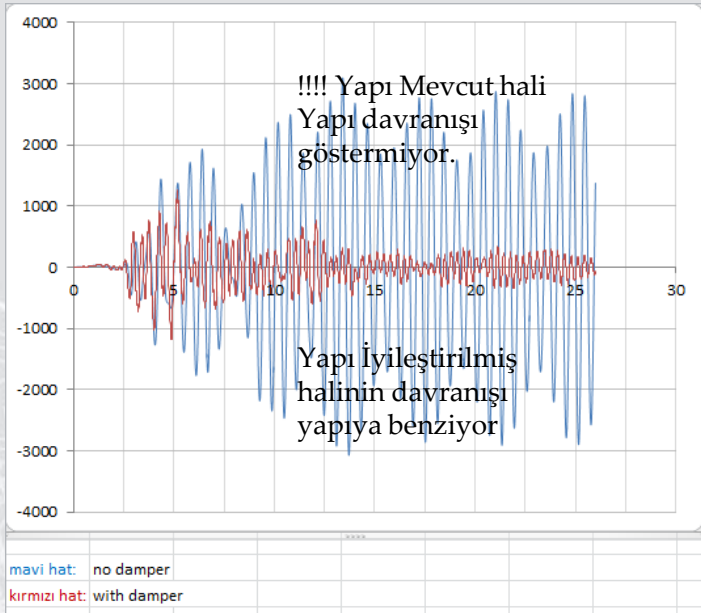
  

Dampersiz Yapı Maximum deplasman ve drift oranları		
Ux(max):	7,4 cm	0,01644
Uy(max):	6,8 cm	0,01511

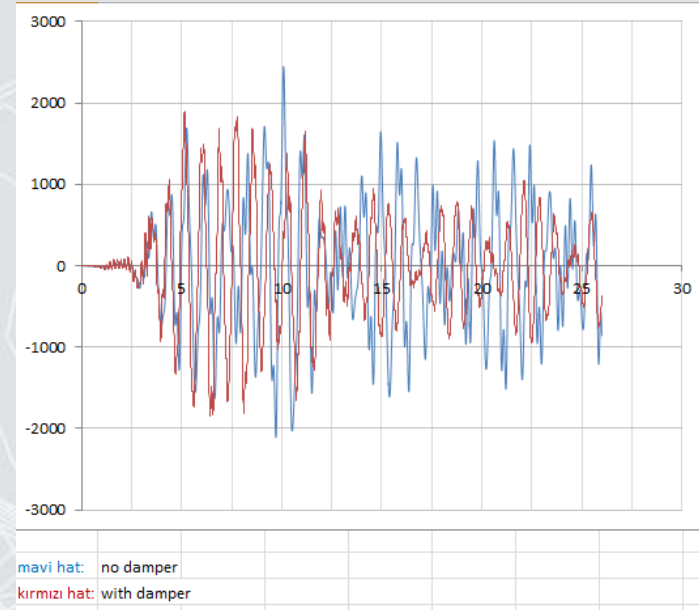


Şekil 1: Tip 1 Yapı Kesiti

Tablo 3: Tip 1 Maksimum depl. ve ötelemeler Şekil 2: Analiz modeli

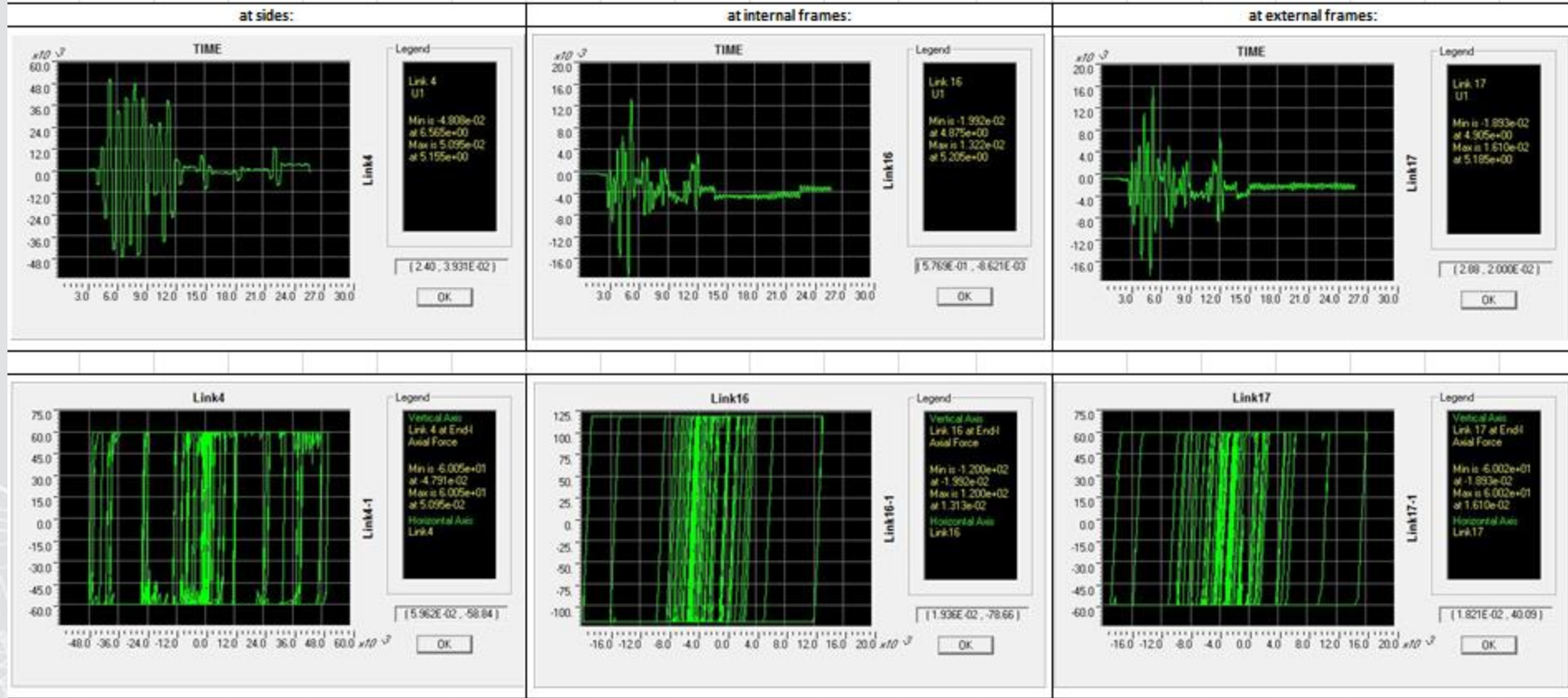


Şekil 3: X yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman



Şekil 4: Y yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman

# Tip 1 Yapı Damper Hareketleri:



Şekil 5: Y yön Damper  
D / zaman ve F / D

Şekil 5: X yön Damper  
İç Aks D / zaman ve F / D

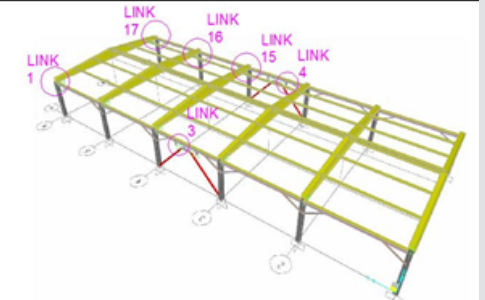
Şekil 7: X yön Damper  
Dış Aks D / zaman ve F / D



# Tip 2 Yapı

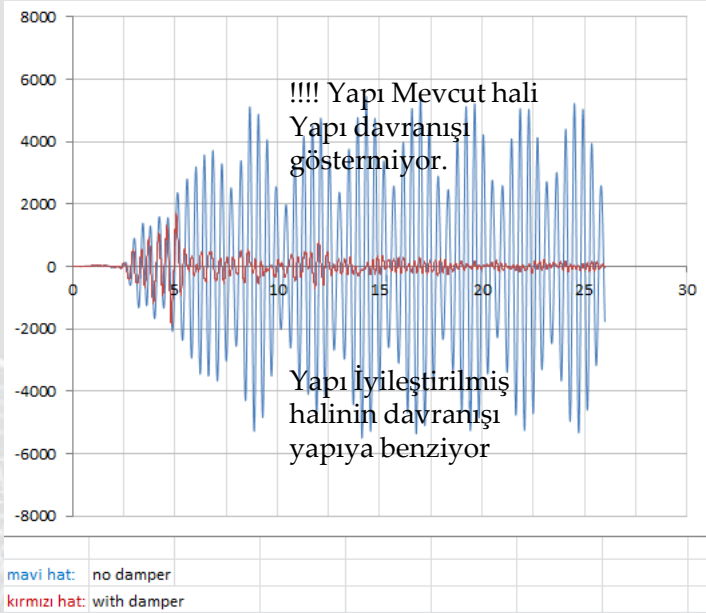


Dampersiz Yapı Maksimum deplasmanlar ve drift		
Ux(max):	24,3 cm	0,06943
Uy(max):	12,2 cm	0,03486
Dampirli Yapı Maksimum deplasmanlar ve drift		
Ux(max):	8,1 cm	0,02314
Uy(max):	4 cm	0,01143

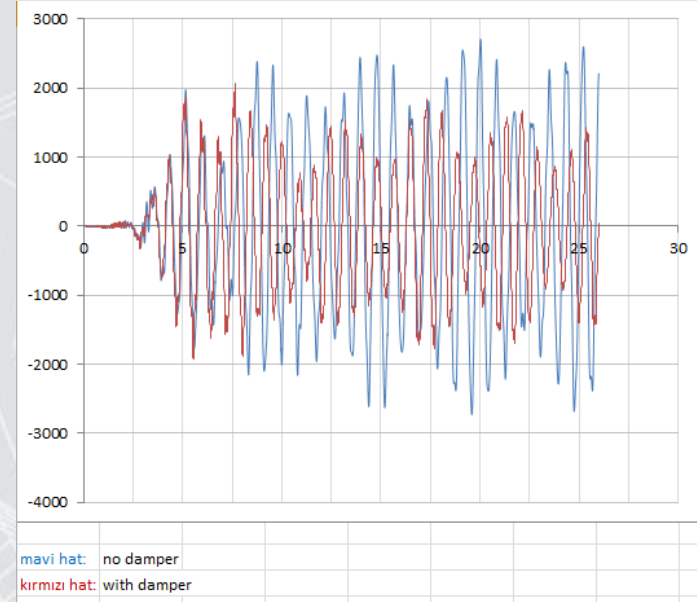


Şekil 5: Tip 2 Yapı Kesiti

Tablo 4: Tip 2 Maksimum depl. ve ötelemeler Şekil 6: Analiz modeli



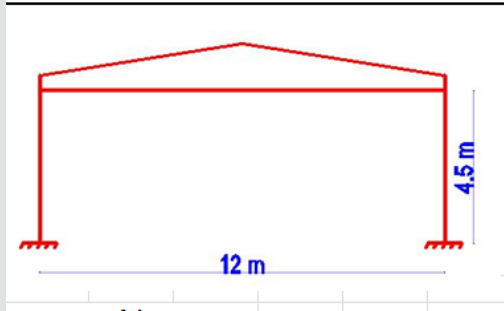
Şekil 7: Tip 2 X yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman



Şekil 8: Tip 2 Y yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman



# Tip 3 Yapı

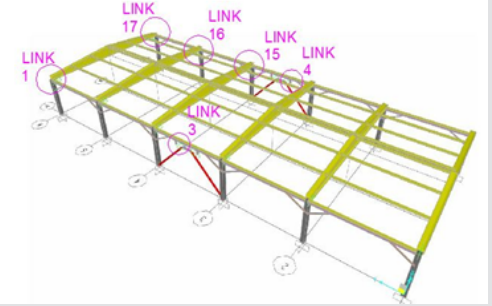


## Dampersiz Yapı Maximum deplasman ve driftler

Ux(max):	25,4 cm	0,056444
Uy(max):	24,6 cm	0,054667

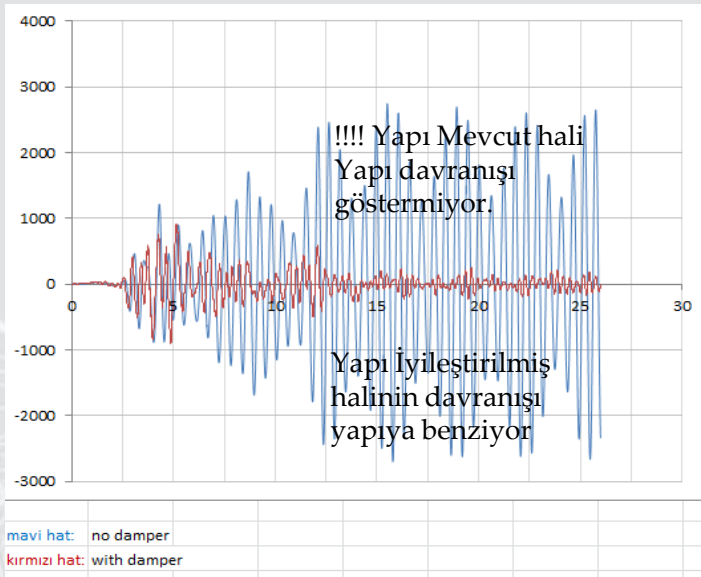
## Damperli Yapı Maximum deplasman ve driftler

Ux(max):	7,6 cm	0,016889
Uy(max):	4,7 cm	0,010444

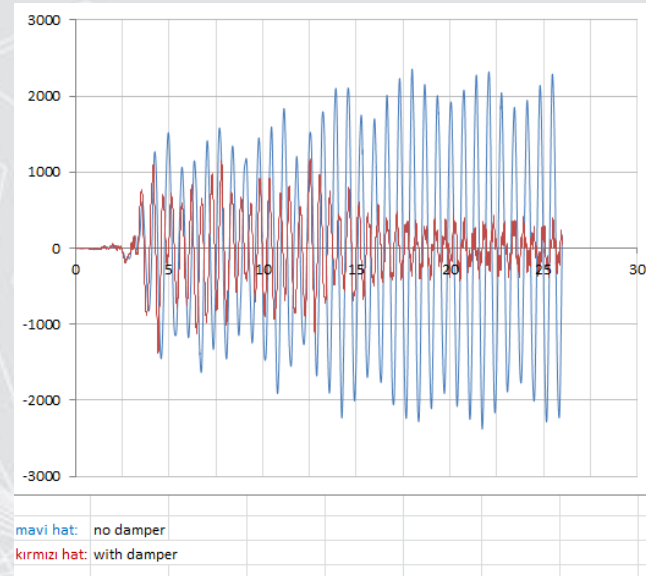


Şekil 9: Tip 3 Yapı Kesiti

Tablo 5: Tip 3 Maksimum depl. ve ötelemeler Şekil 10: Analiz modeli

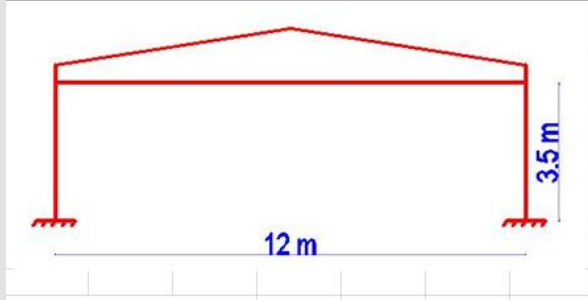


Şekil 11: Tip 3 X yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman



Şekil 12: Tip 3 Y yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman

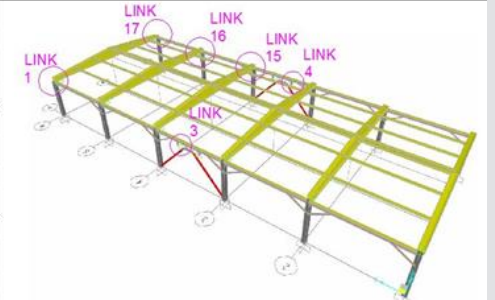
# Tip 4 Yapı



Dampersiz Yapı Maximum deplasman ve driftler		
Ux(max):	17,3 cm	0,049429
Uy(max):	7,8 cm	0,022286

Dampersiz Yapı Maximum deplasman ve driftler		
Ux(max):	3,1 cm	0,008857
Uy(max):	2,1 cm	0,006

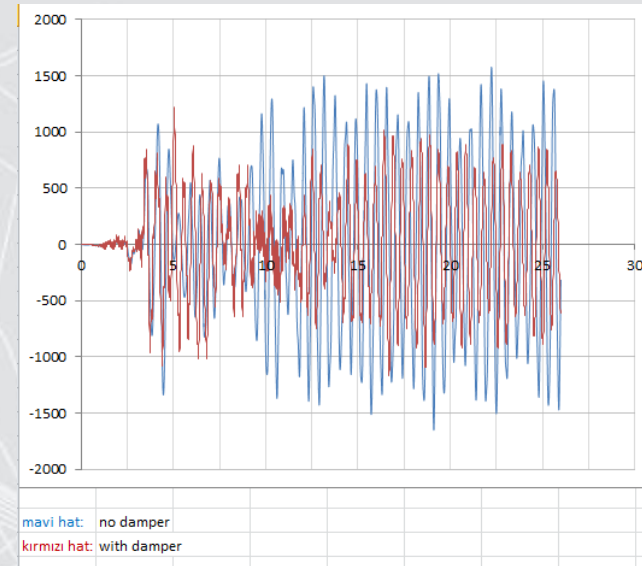


Şekil 13: Tip 4 Yapı Kesiti

Tablo 6: Tip 4 Maksimum depl. ve ötelemeler Şekil 14: Analiz modeli



Şekil 15: Tip 4 X yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman



Şekil 16: Tip 4 Y yönü damperli yapı taban kesme kuvveti / zaman

# Yapı Değerlendirme

## Damperli Yapı Tip 1 X Yön Kolon Değerlendirme

STORY	TOTAL COLUMN NUMBER	NUMBER OF COLUMN BELOW IO	NUMBER OF COLUMN BELOW LS	NUMBER OF COLUMN BELOW CP	NUMBER OF COLUMN ABOVE COLLAPSE LEVEL
TİP 1 - X	12	0	0	0	12
TİP 1 - Y	12	0	0	0	12
TİP 2 - X	12	0	0	0	12
TİP 2 - Y	12	0	0	0	12
TİP 3 - X	12	0	0	0	12
TİP 3 - Y	12	0	0	0	12
TİP 4 - X	12	0	0	0	12
TİP 4 - Y	12	0	0	0	12

# İyileştirilmiş ve Damperli Yapı Değerlendirme ( 2500 Yıl Periyod Deprem )

## Damperli Yapı Tip 1 X Yön Kolon Değerlendirme

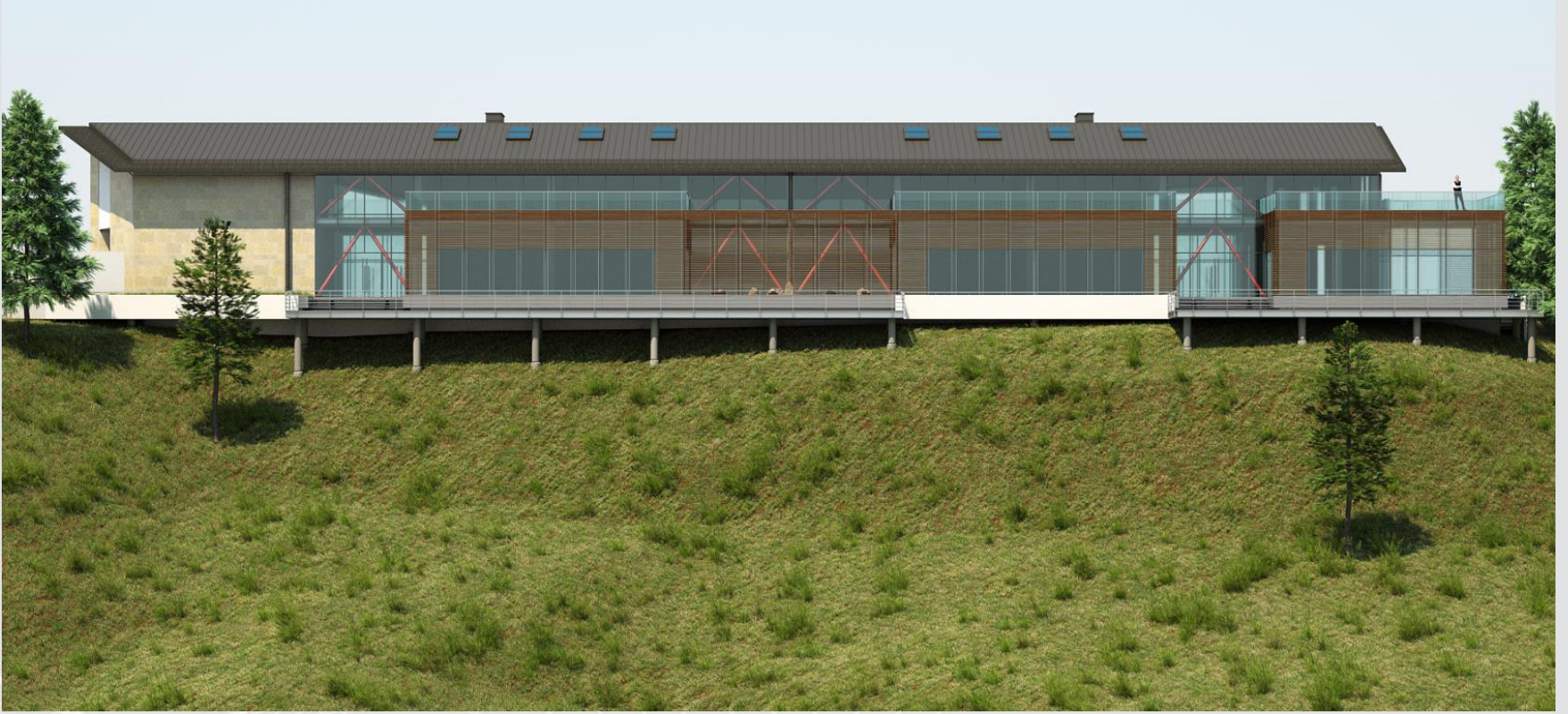
STORY	TOTAL COLUMN NUMBER	NUMBER OF COLUMN BELOW IO	NUMBER OF COLUMN BELOW LS	NUMBER OF COLUMN BELOW CP	NUMBER OF COLUMN ABOVE COLLAPSE LEVEL
TİP 1 - X	12	0	0	12	0
TİP 1 - Y	12	0	0	12	0
TİP 2 - X	12	3	9	0	0
TİP 2 - Y	12	0	1	11	0
TİP 3 - X	12	0	12	0	0
TİP 3 - Y	12	3	9	0	0
TİP 4 - X	12	4	8	0	0
TİP 4 - Y	12	12	0	0	0



## Sonuç:

1. % 4-6 cm mertebelerinde olan kolon öteleme oranları % 1.5 gibi kullanılabilir oranlara indirgenmiştir.
2. İyileştirmeden önce performans analizlerinde 2500 yıllık deprem için tamamı göçme bölgesinde ve kolon kapasite oranları 500 yıllık deprem için hemen kullanım ve 2500 yıllık deprem için can güvenliği ve göçme öncesi performans durumuna indirgenmiştir.
3. İyileştirmeden önce yapı gibi davranmayan modelin, iyileştirmeler ve alınan önlemler ile yapı gibi davranması ve hesaplanabilir hale gelmesi sağlanmıştır.

# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Bilkent Üniversitesi Restoranı



# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Bilkent Üniversitesi Restoranı

# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Bilkent Üniversitesi Restoranı



# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirmesi

# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirmesi



# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirmesi

# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirmesi



# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirilmesi

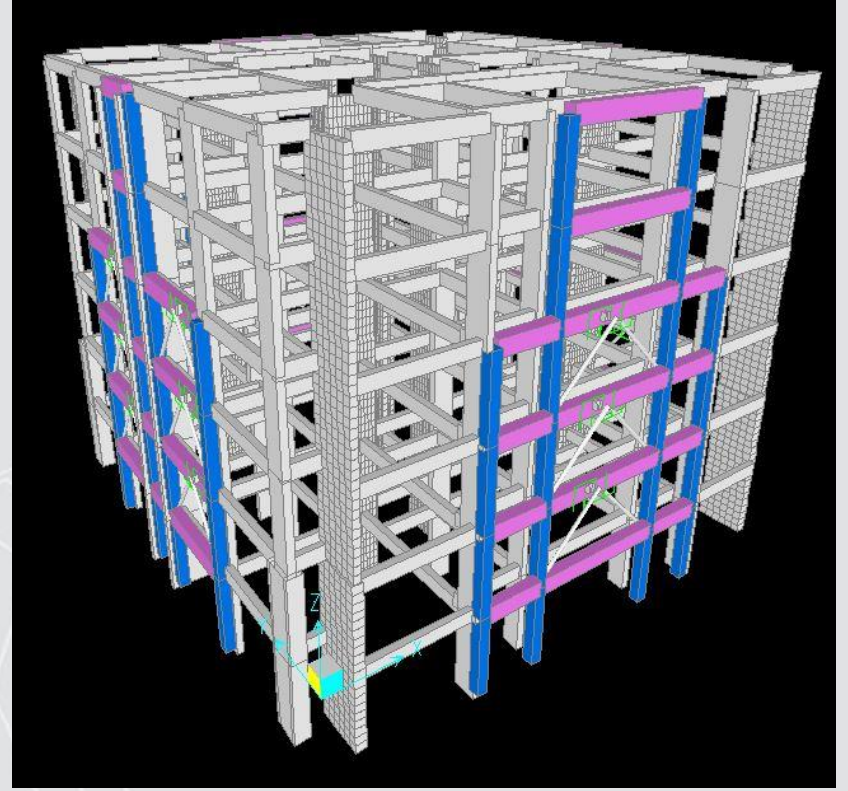
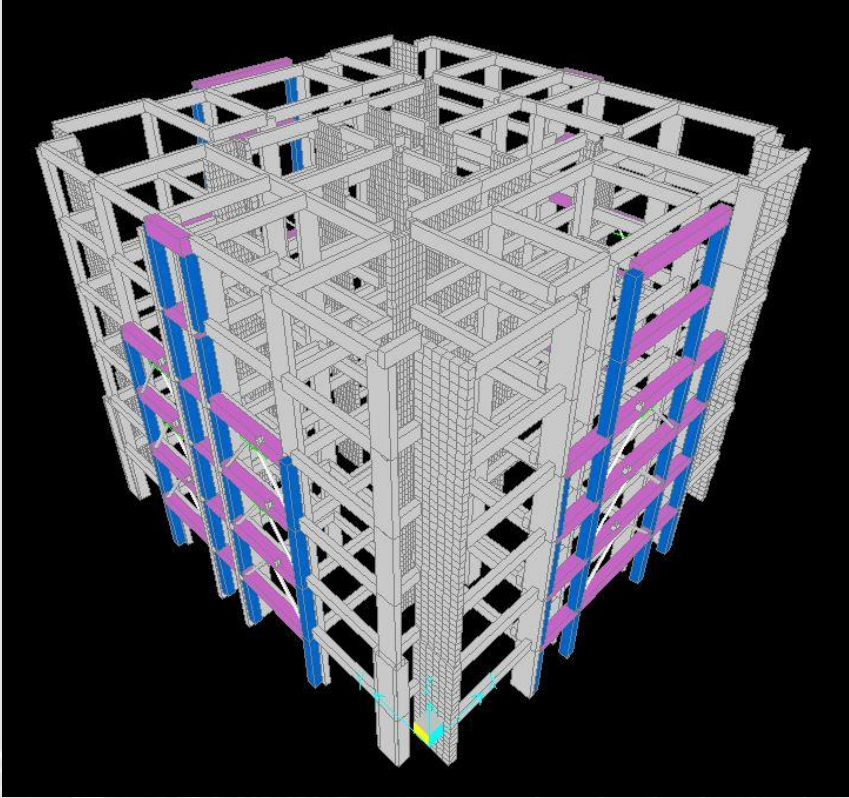
# Türkiye'den Kullanım Örnekleri:



Beton Prefabrik Yapı Güçlendirmesi

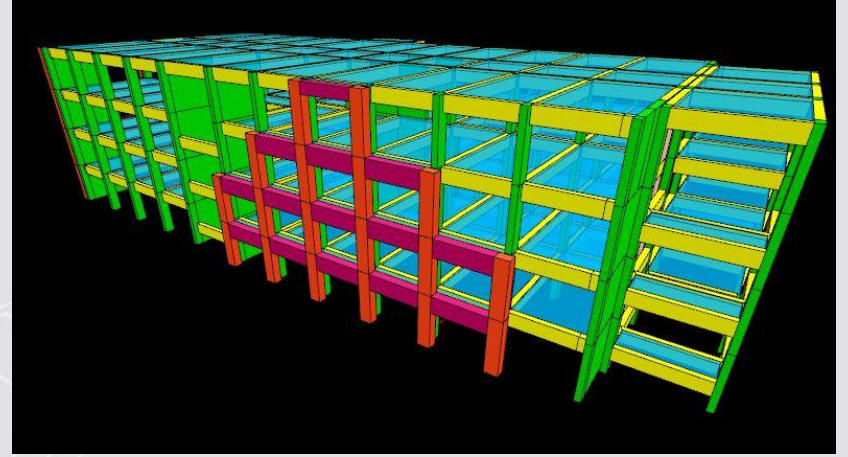
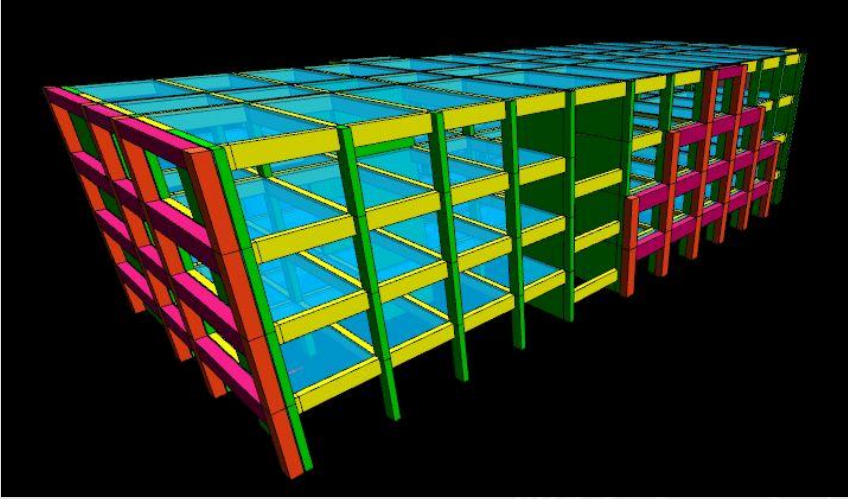


# Dış Çerçeve:



Yapı Dışından Sönümleyicili Dışçerçeve Uygulaması

# Dış Çerçeve:



Yapı Dışından Sönümleyicisiz Dış Çerçeve Uygulaması