



Deprem Yalıtımlı ve Söndürücülü Yapıların Tasarımında Doğrular ve Yanlışlar

19 Kasım 2020

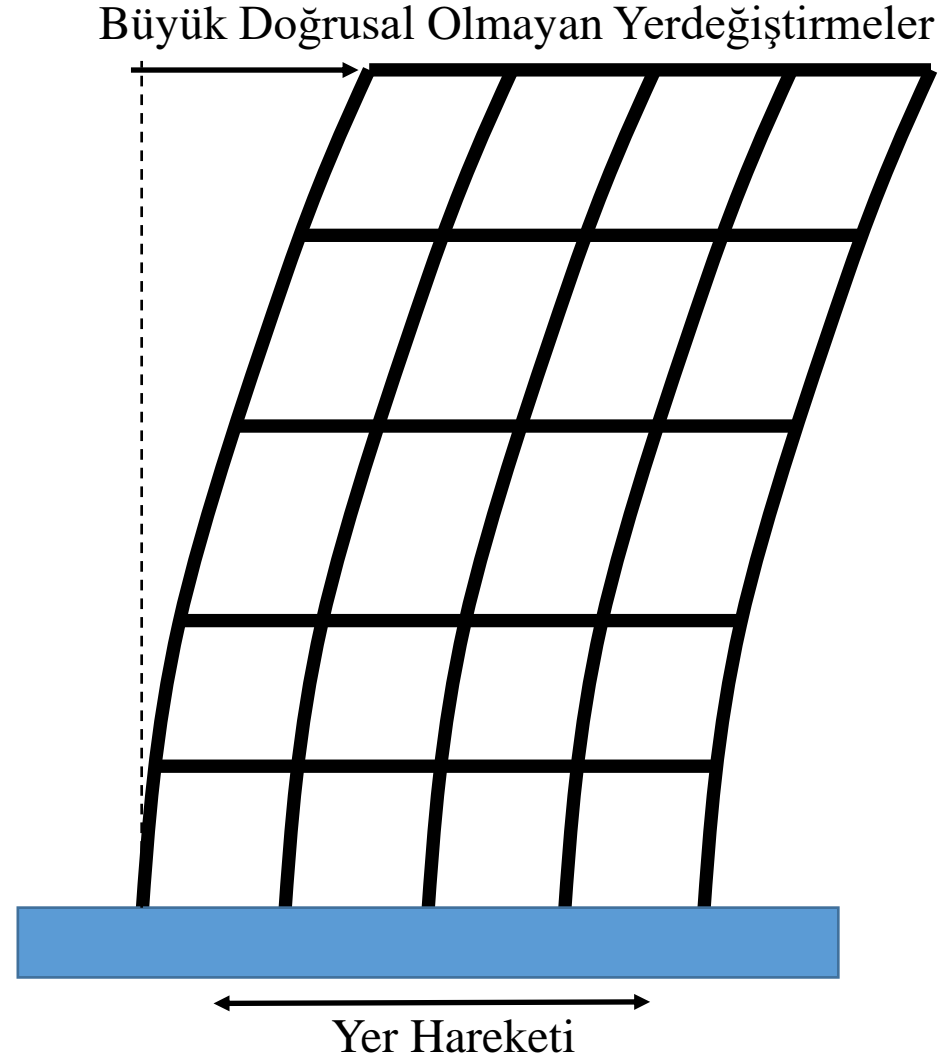
Dr. Barış Erkuş, Çelik İnşaat

İMO, Ankara
Webinar

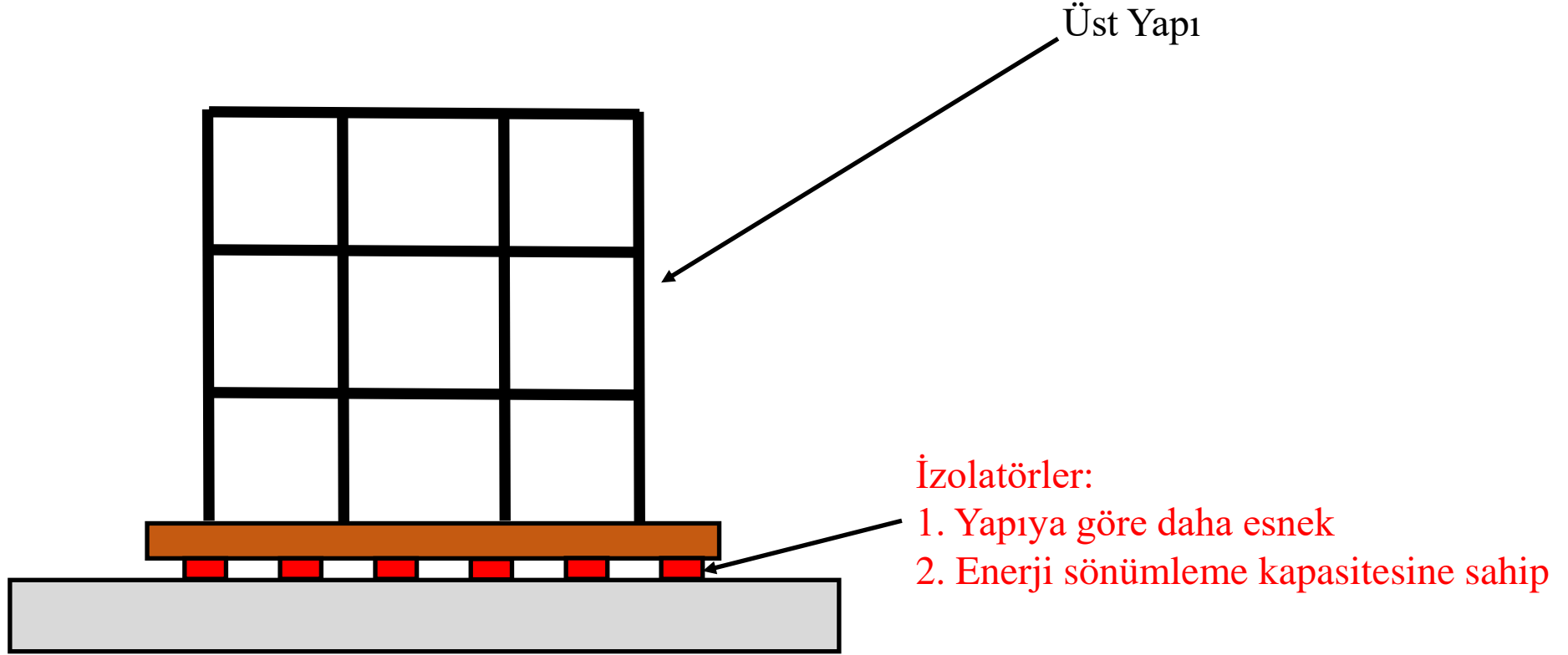
İçerik

- Giriş
 - Deprem Yalıtımlı Yapı Davranışı
 - Söndürücülü Yapı Davranışı
- Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı
 - Analiz Yöntemlerine Bağlı Tasarım
 - Tasarım Esasları
- Söndürücülü Yapıların Analiz ve Tasarımı
 - Yalıtımsız ve Yalıtımlı Yapılar
- İrdeleme - Tasarım Esasları, Boyutlandırma ve Analiz
 - Ana Tasarım Felsefesi, Hiperstatiklik, Üstyapı Davranışı
 - Eşdeğer Statik Yöntem Kabulünün Geçerliliği
 - Yalıtıcı Yerleşimi
 - Eşdeğer Statik Yöntem'e Bağlı Boyutlandırma ve Doğrusal Olmayan Analiz ile Teyit
- DD-2 ve DD-1 Seviyeleri için Tasarım
- R, Azaltma Katsayısının Kullanımı
- İzolatör Rezerv Kapasitesi
- Yalıtıcı Kolonu, Ankraj ve Plaka Tasarımı
- Kat İvmeleri ve Yapısal Olmayan Elemanlar
- Zaman-Tanım Alanında Analiz – Hızlı Analiz ve Doğrudan Analiz, Yalıtıcı Tipi ile İlişkisi
- Kauçuk ve Sürtünme Tabanlı İzolatörlerde Çevrimsel Eğriler
- Tasarım Gözetmenliği

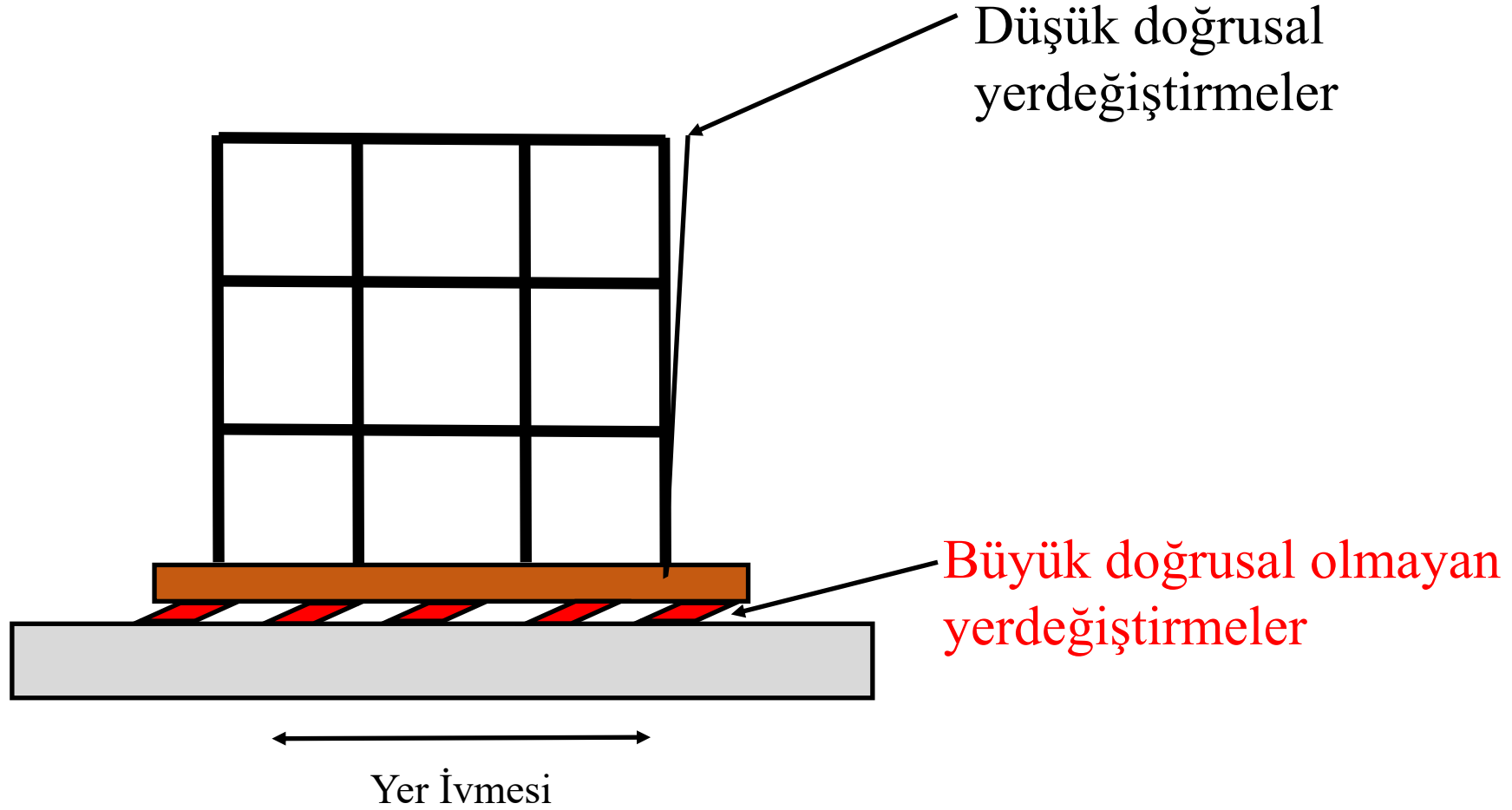
Giriş – Tipik Bina



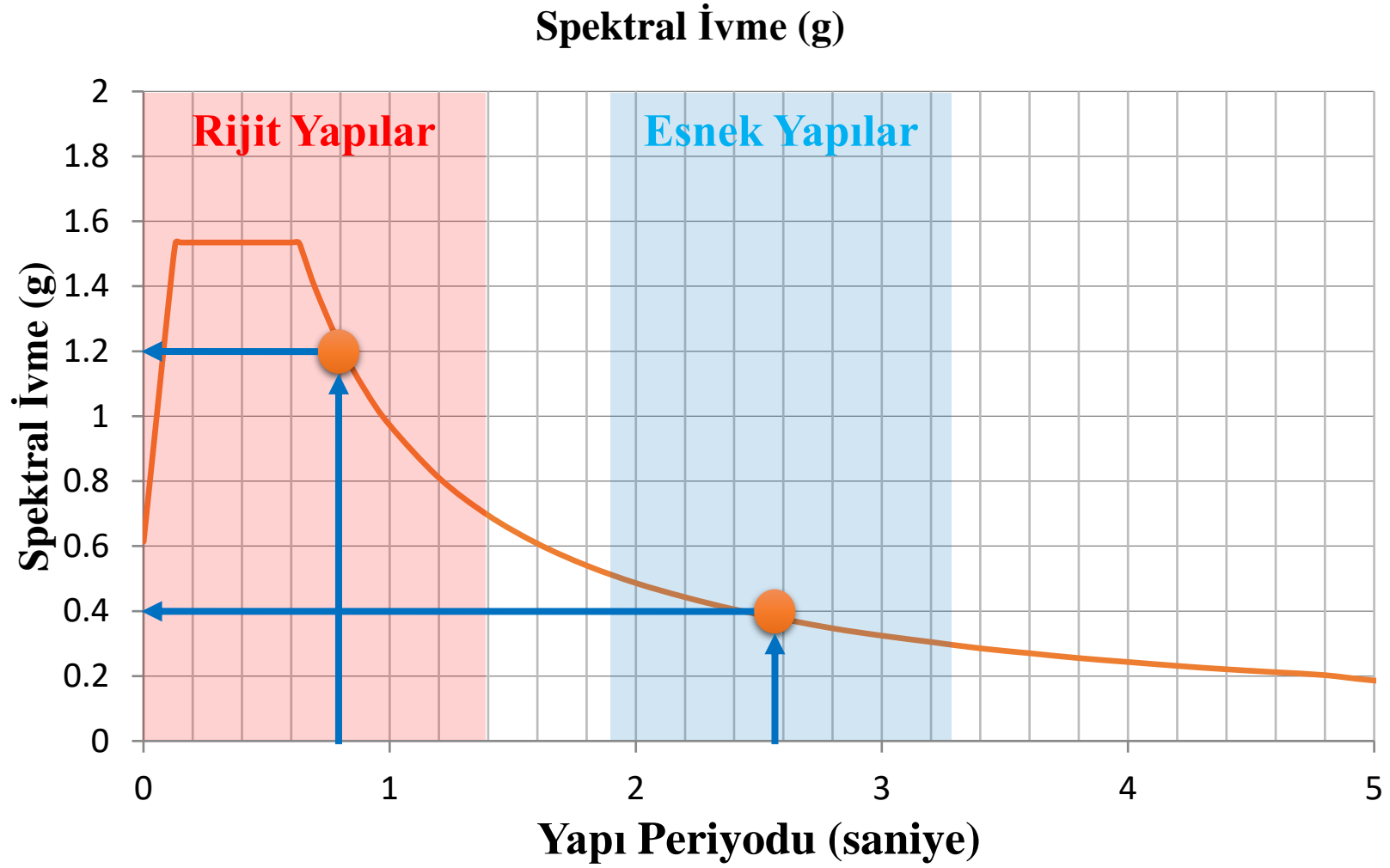
Giriş: Deprem Yalıtımı



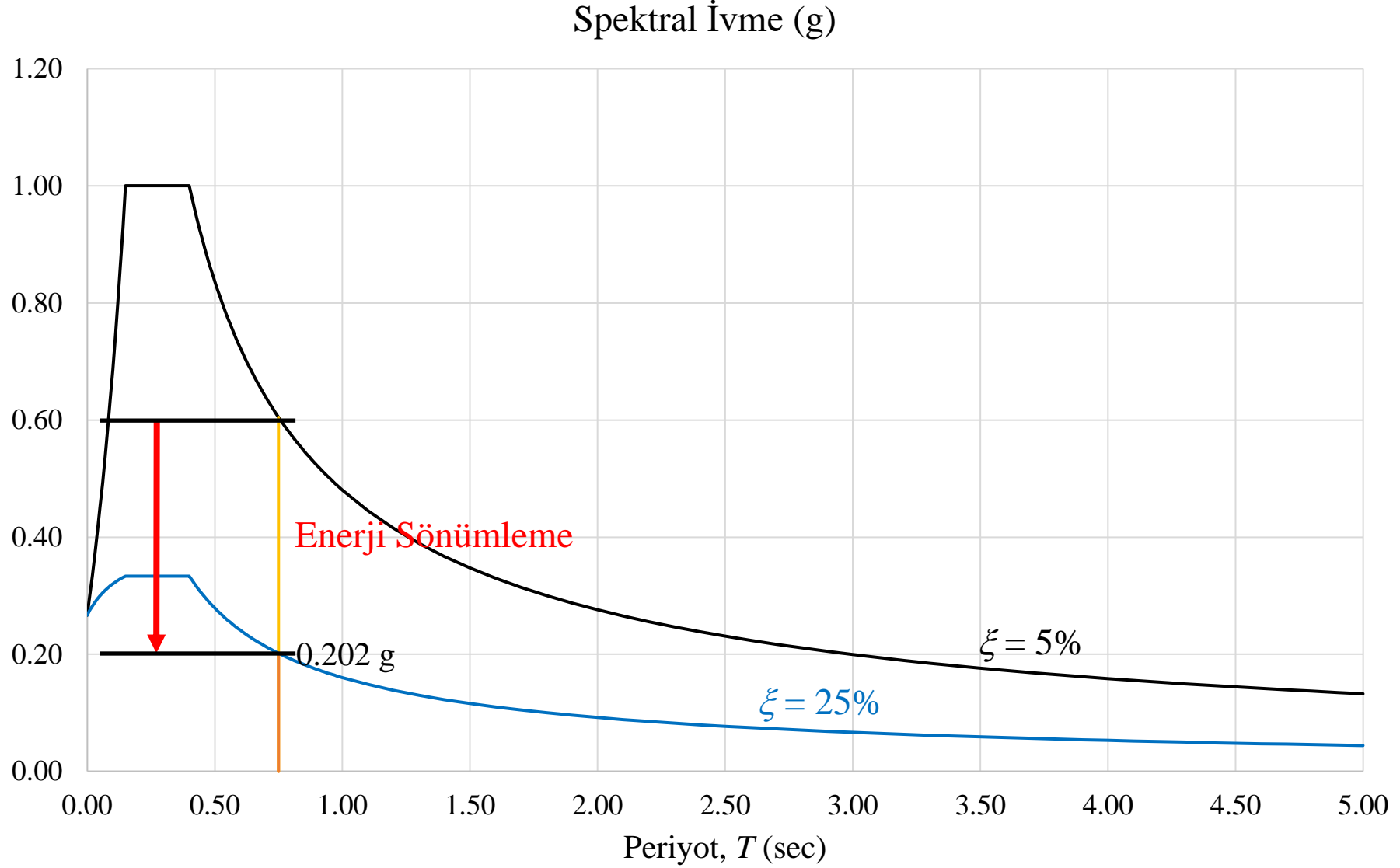
Giriş: Deprem Yalıtımı



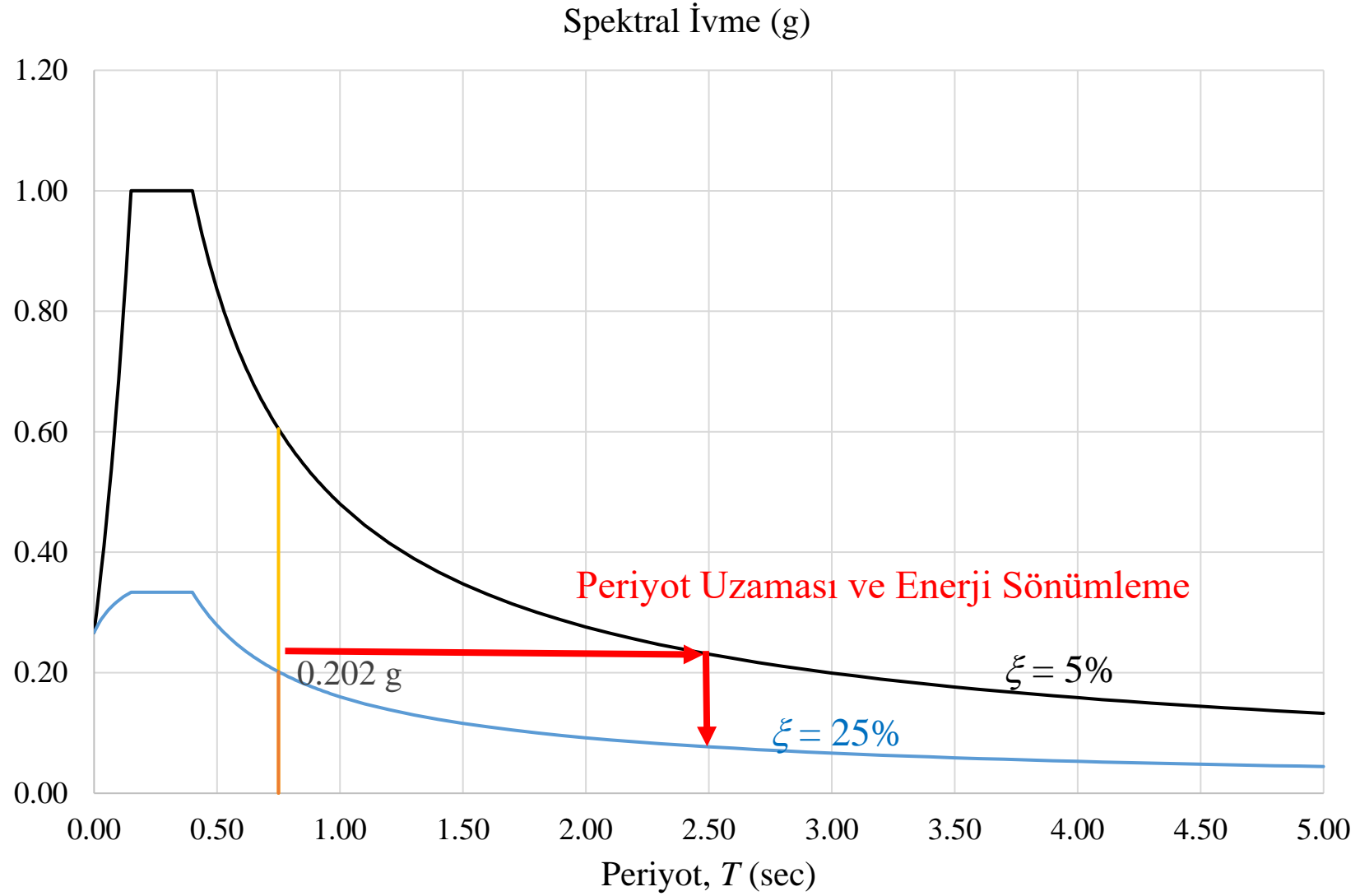
Giriş: Deprem Yalıtımı



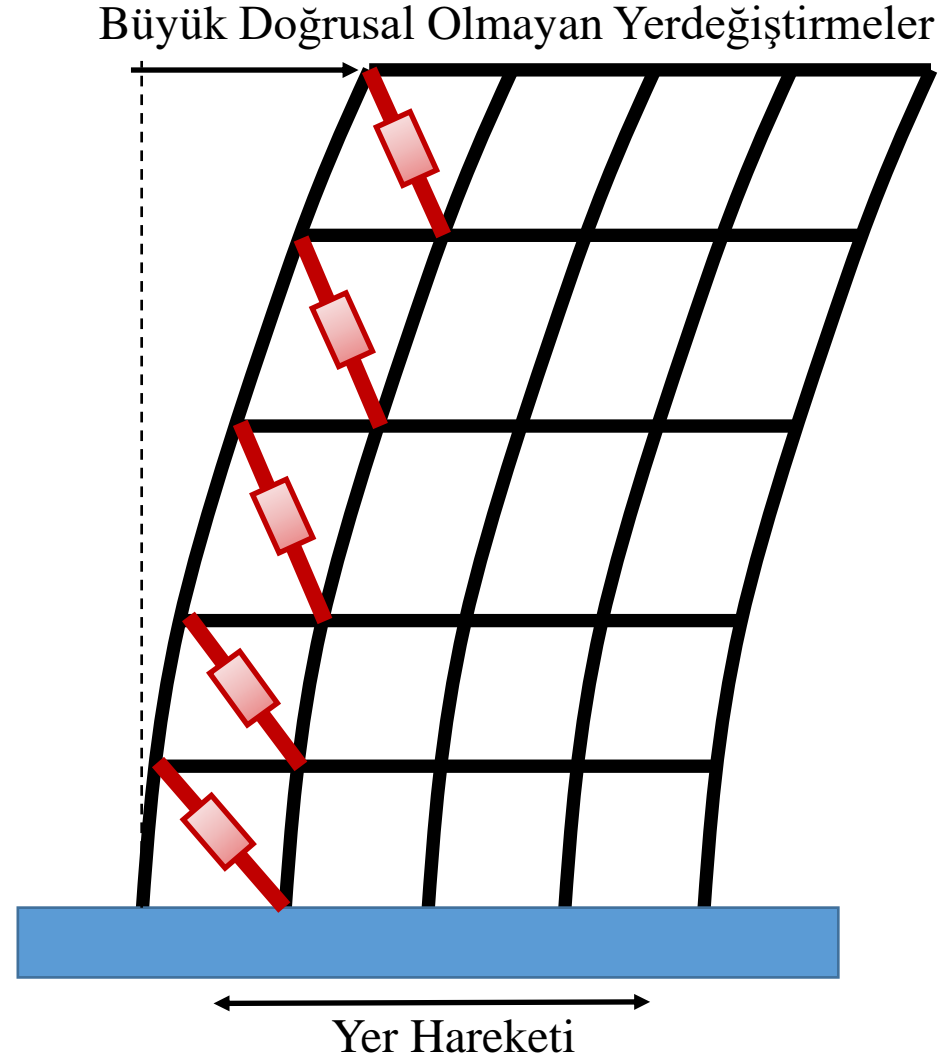
Giriş: Deprem Yalıtımı



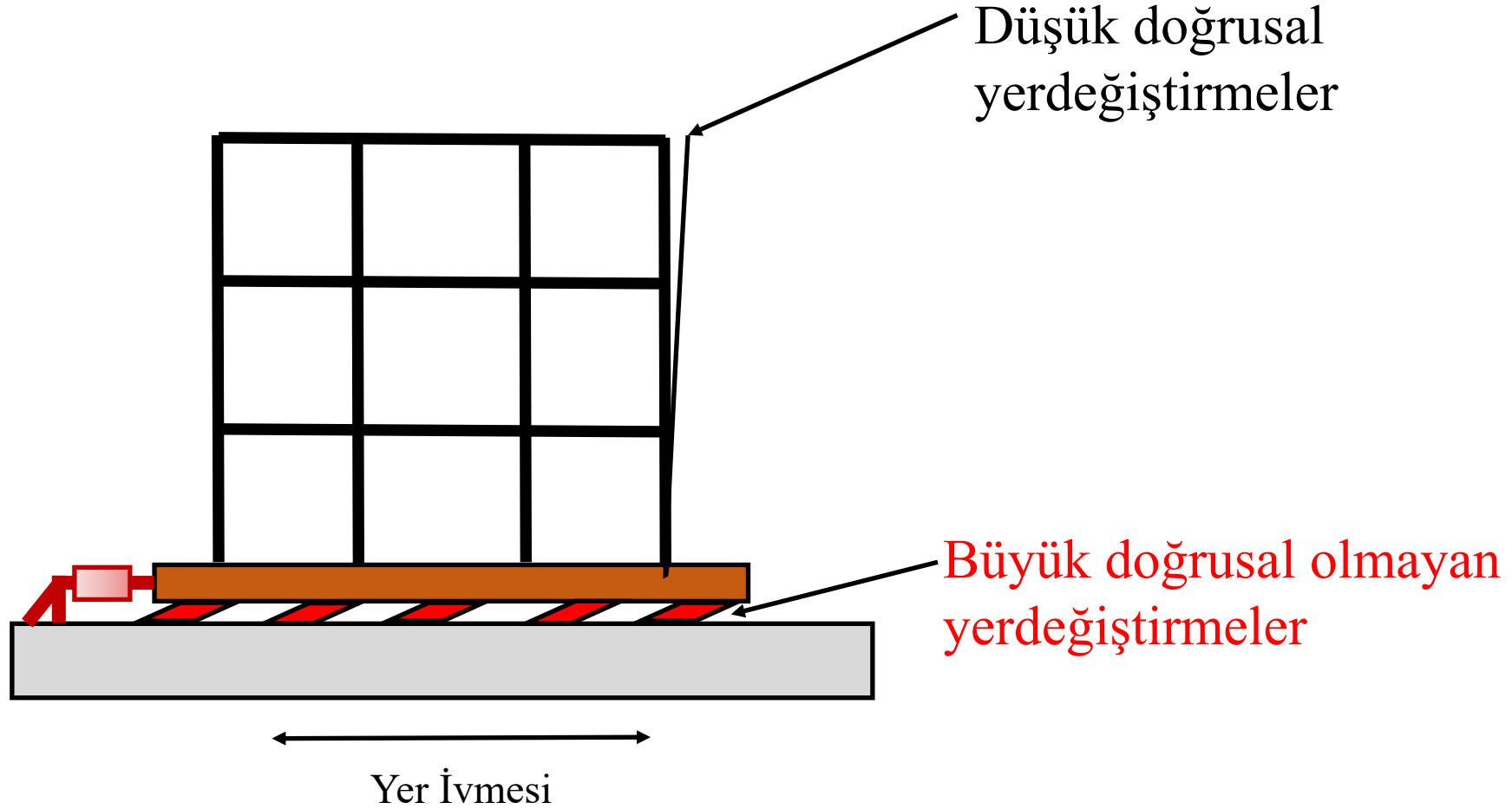
Giriş: Deprem Yalıtımı



Giriş – Deprem Söndürücüler



Giriş: Deprem Yalıtımı



Giriş: Deprem Yalıtımı

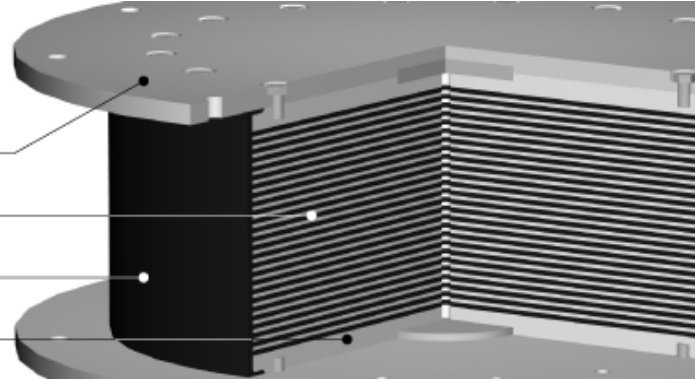
High Damping Rubber Bearing

Flange

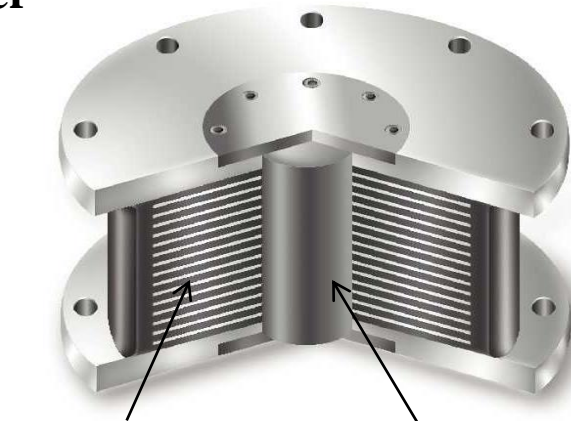
Laminated rubber

Rubber covering

Steel sheet



Lead Rubber Bearing

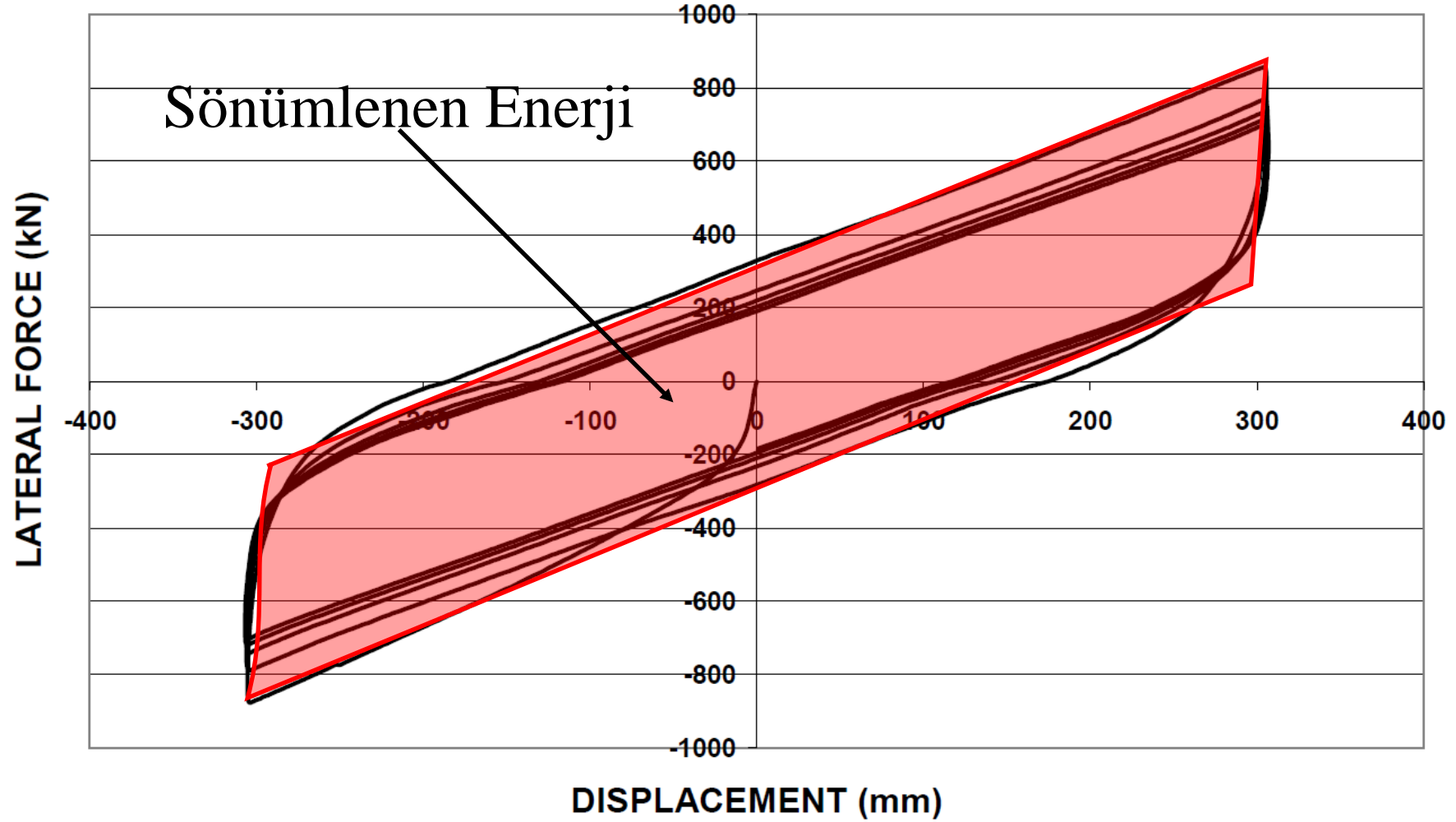


Laminated Elastomer

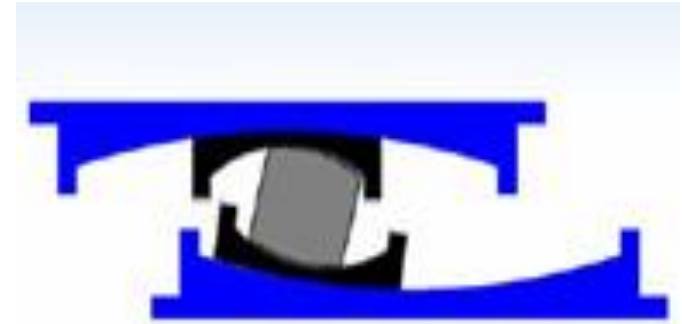
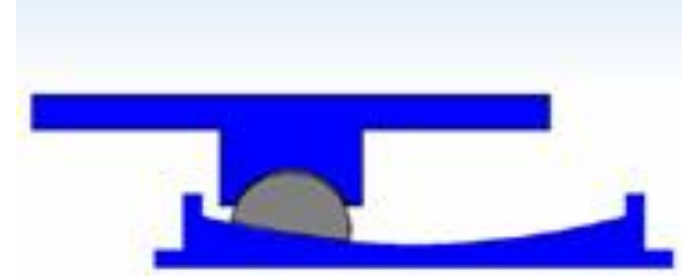
Lead Core



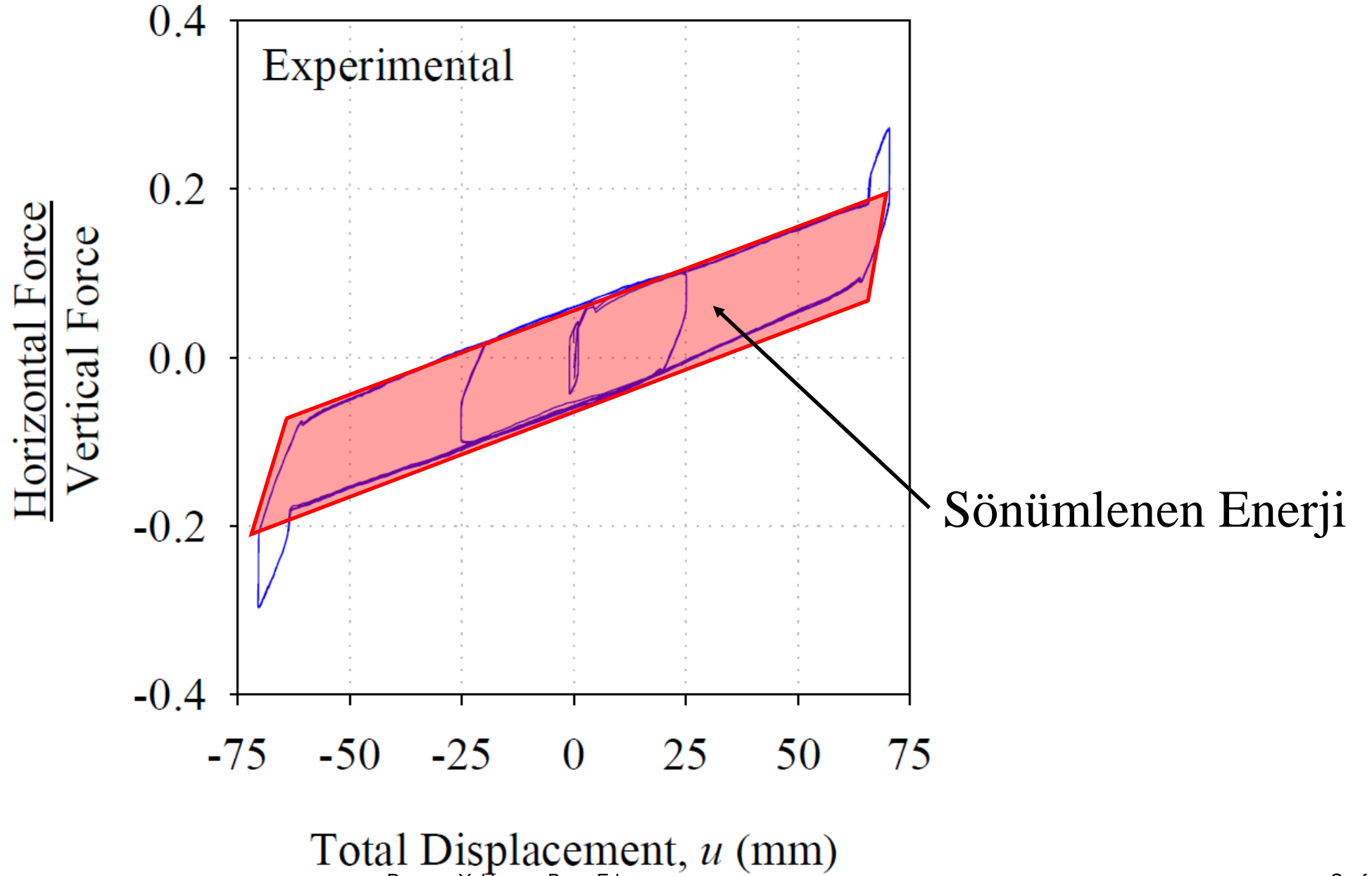
Giriş: Deprem Yalıtımı



Giriş: Deprem Yalıtımı



Giriş: Deprem Yalıtımı



Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı

•İzolatör Tasarımı

- Eşdeğer Statik Yöntem ve TSDS
- Eşdeğer doğrusal rijitlik ve eşdeğer viskoz sönümlenme (eşdeğer doğrusal model) kullanılır.
- Doğrusal analizdir.
- İzolatör tasarımı (yerdeğiştirme ve kuvvetleri) için kullanılır.
- İzolatör satın alım sürecinde bu değerler kullanılır.
- Üs yapı ön tasarım için kullanılır.

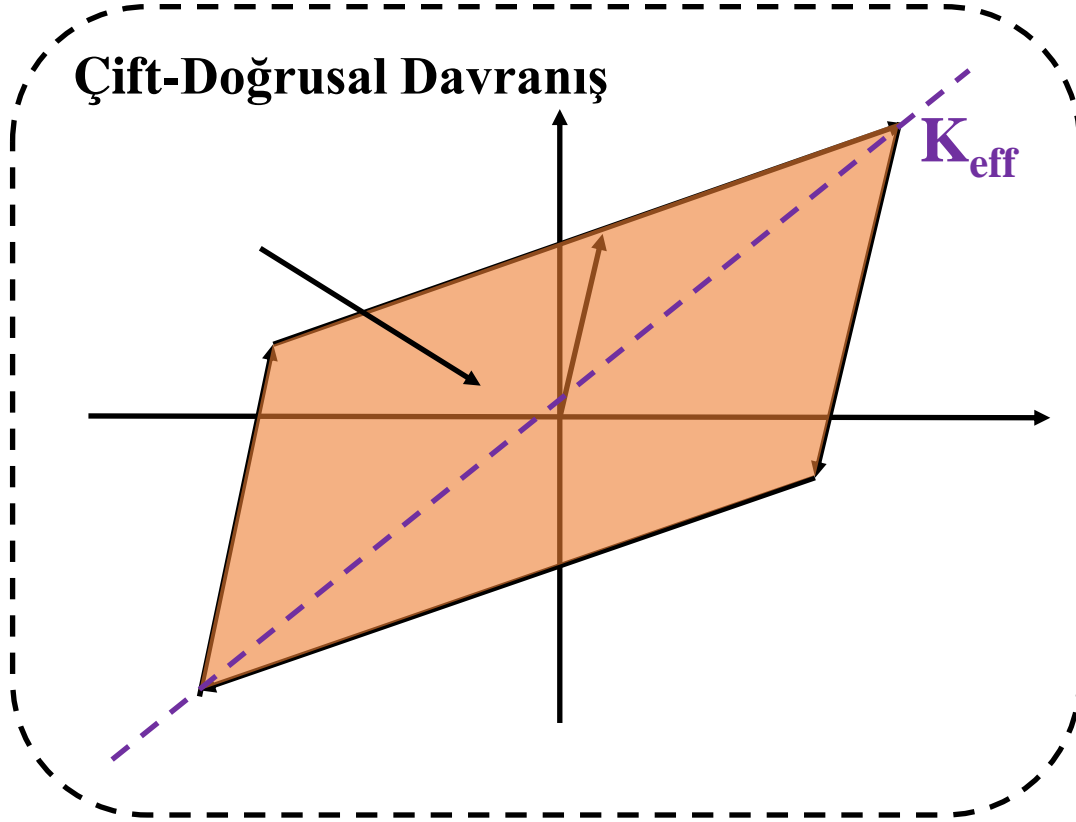
•Üst Yapı Tasarımı ve İzolatör Tasarımının Teyidi

- Mod Birleştirme Yöntemi ve ÇSDS
- Eşdeğer doğrusal rijitlik ve eşdeğer viskoz sönümlenme (eşdeğer doğrusal model) kullanılır.
- Doğrusal analizdir.
- İzolatör tasarımı (yerdeğiştirme ve kuvvetleri) teyidi için kullanılır.
- Üst yapı tasarımı için kullanılır.

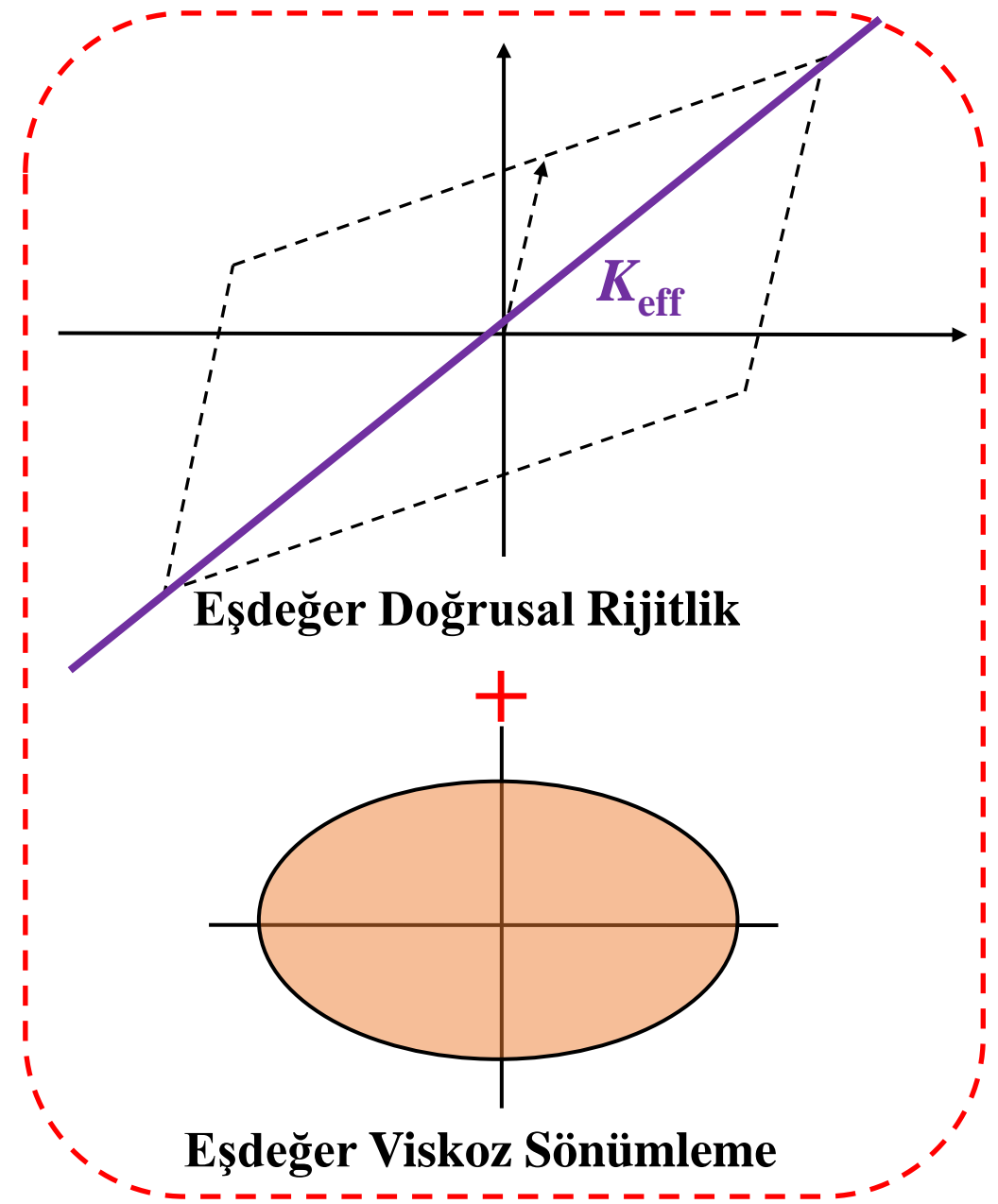
•Tüm Tasarımın Teyidi ve Performans Değerlendirmesi

- Doğrusal Olmayan Analizler (Zaman-Tanım Alanı) ve ÇSDS.
- İzolatörler için doğrusal olmayan modeller kullanılır.
- Tüm yapı (izolatör ve üst yapı) tasarımının teyidi için kullanılır (performans değerlendirme)

Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı

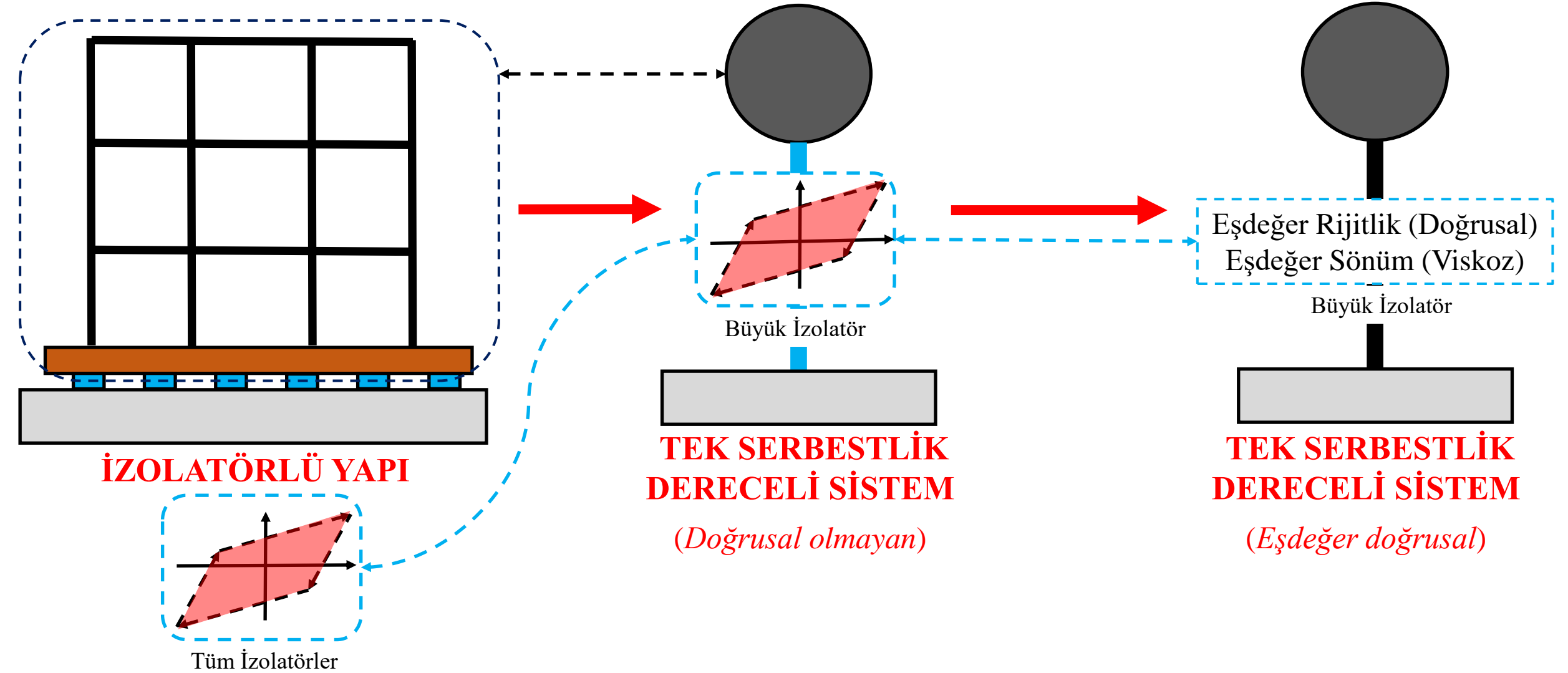


=

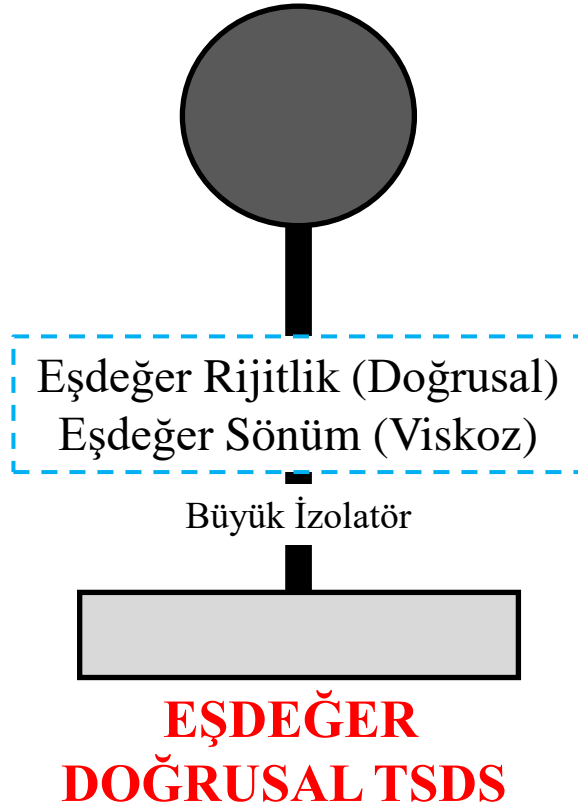


Eşdeğer Doğrusal İzolatör

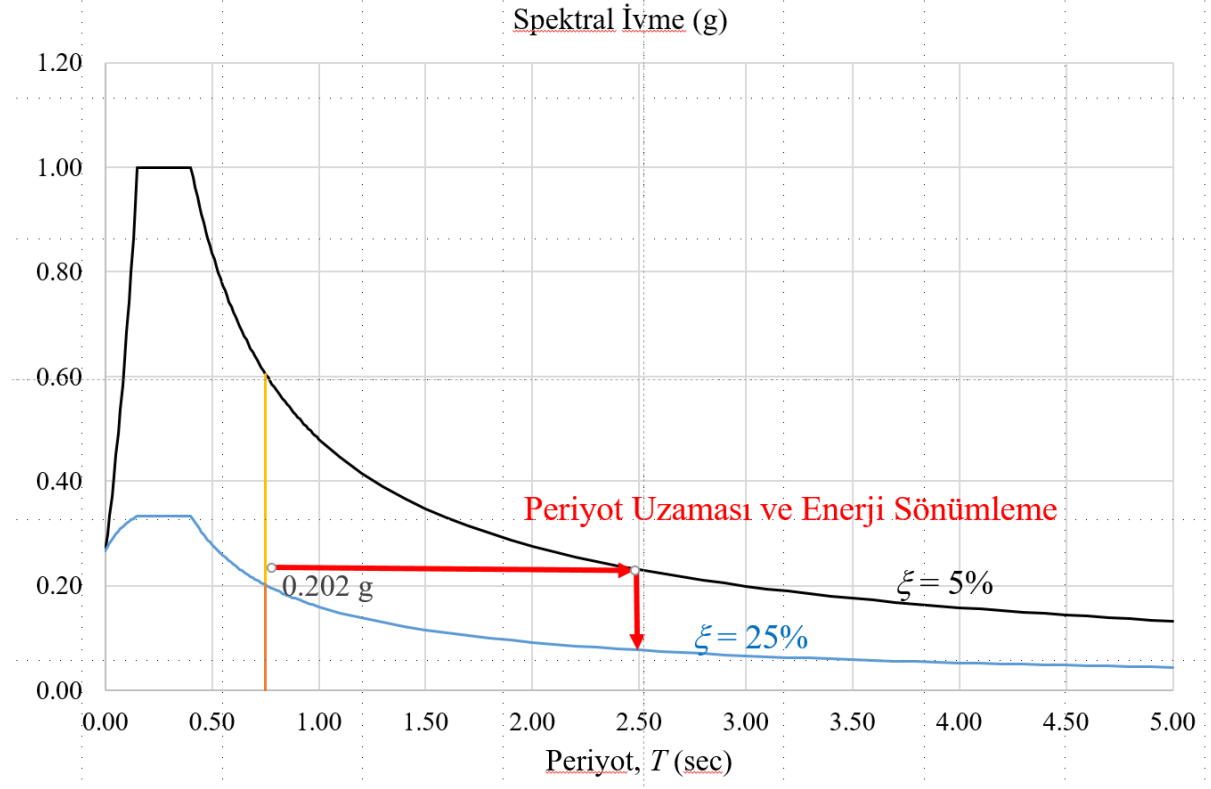
Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı



Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı



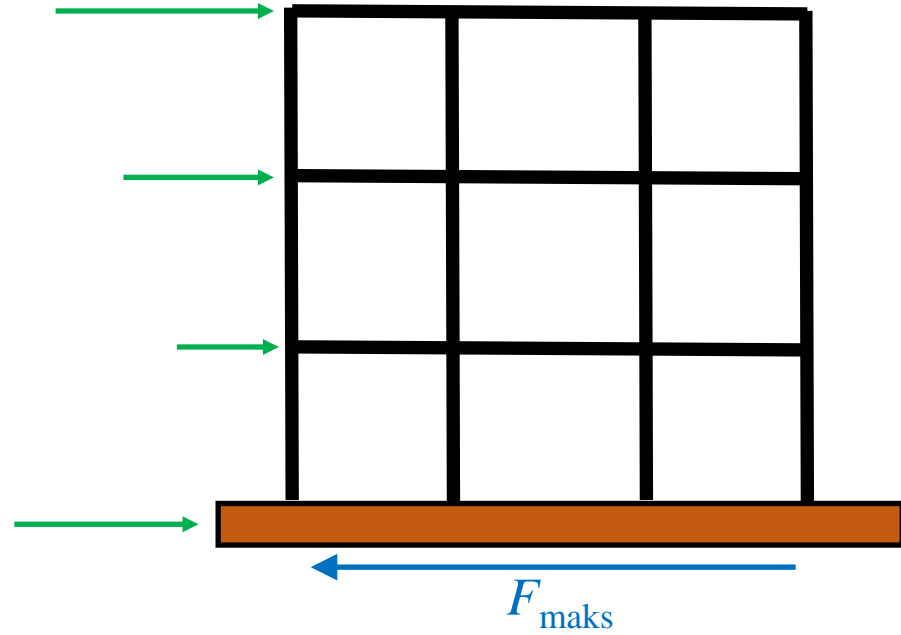
Depremsellik



- Verilen bir depremsellik için, Eşdeğer Rijitlik, Eşdeğer Sönümleme kullanılarak yinelemeli bir yöntem ile **İzolatör Yerdeğiştirmeleri (D_{maks})** ve **İzolatör Kuvvetleri (F_{maks})** bulunur.
- Üst yapı kuvvetleri bazı kabuller ile statik kuvvetler olarak ifade edilir.
- Üst yapı davranışı modellenmediğinden bu kabullerin ne kadar geçerli olduğu çok önemlidir.

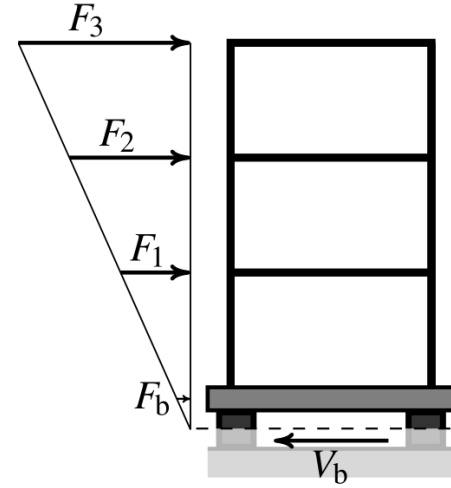
Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı

Statik Kuvvet Dağılımı (kabul)

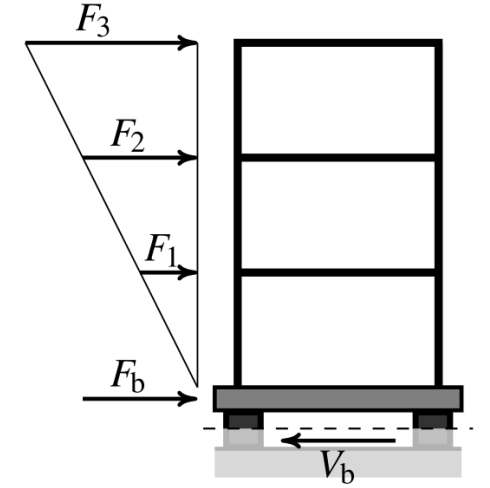


SADECE ÜST YAPI

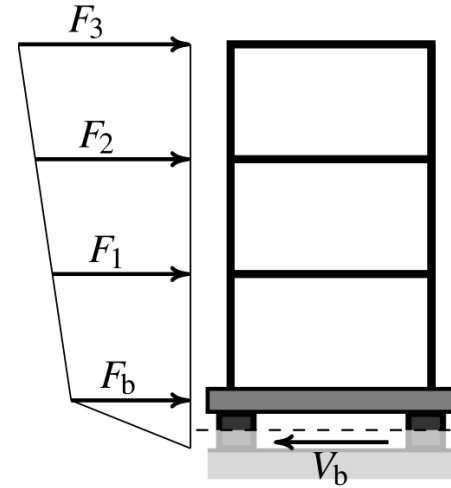
Tüm İzolatörler



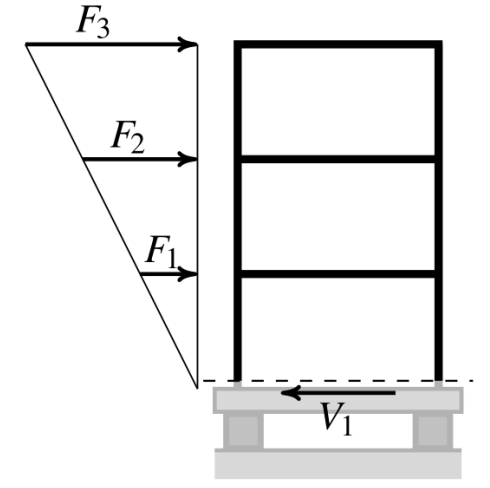
(a) ASCE 7-10, TBDY (2018)



(b) ASCE 7-16, ASCE 41-17

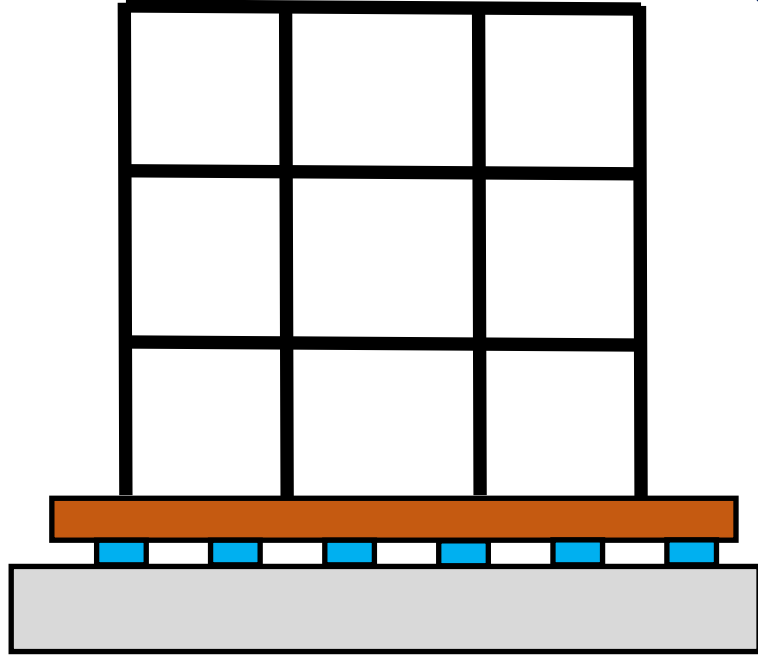


(c) Lee vd. (2001)



(d) Pratik Yaklaşım

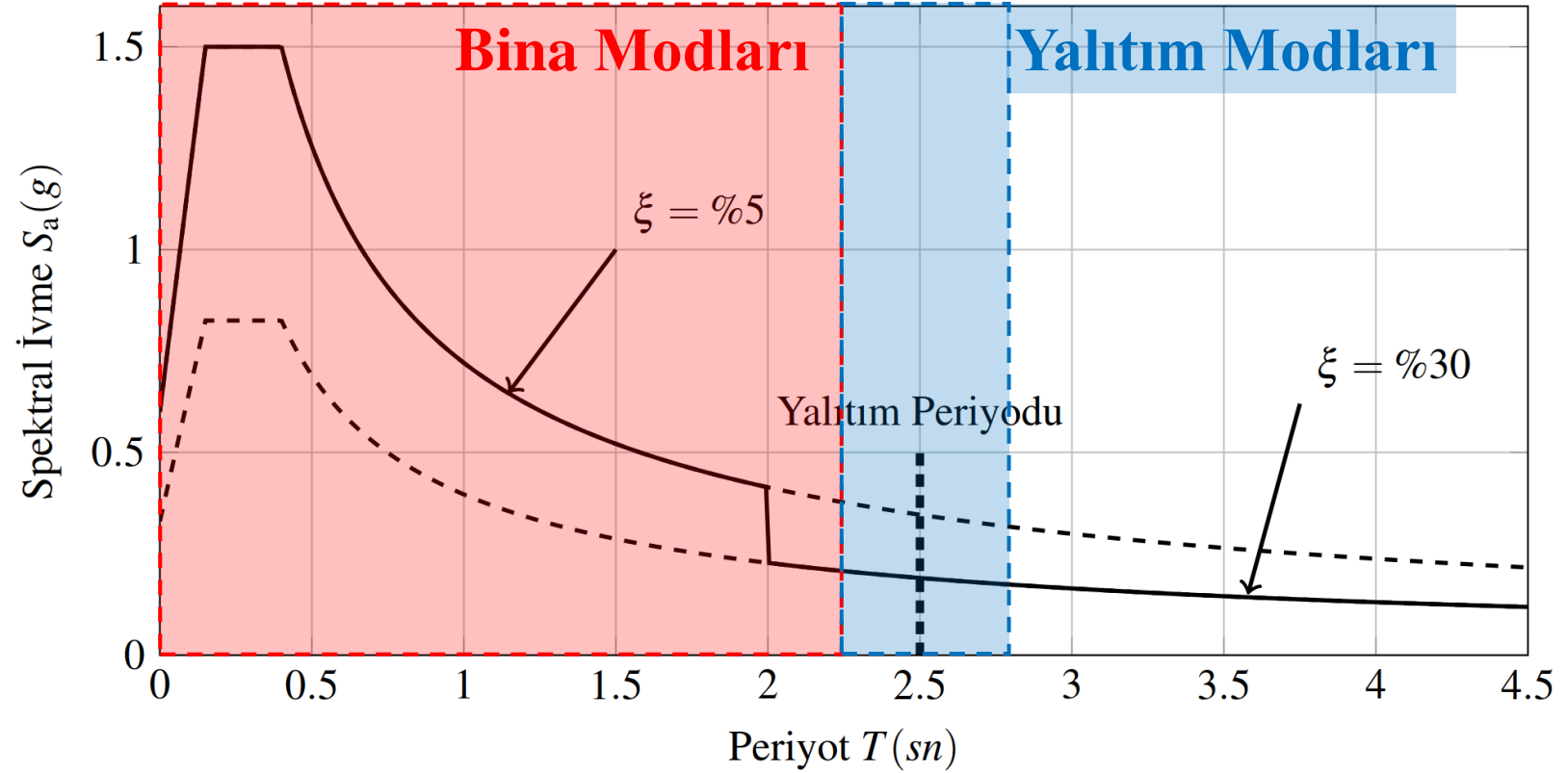
Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı



EŞDEĞER DOĞRUSAL SE/TK MODELİ

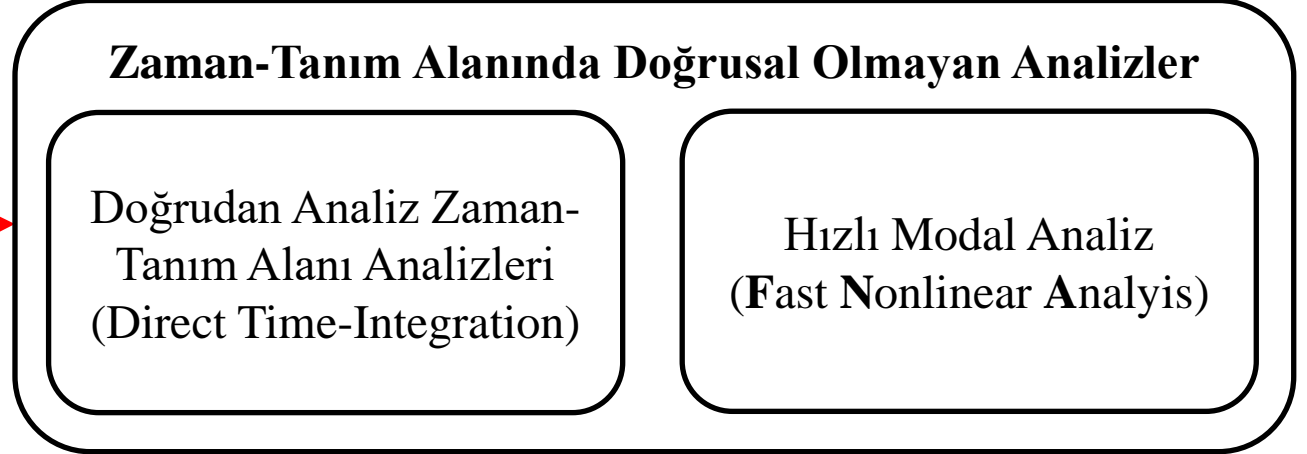
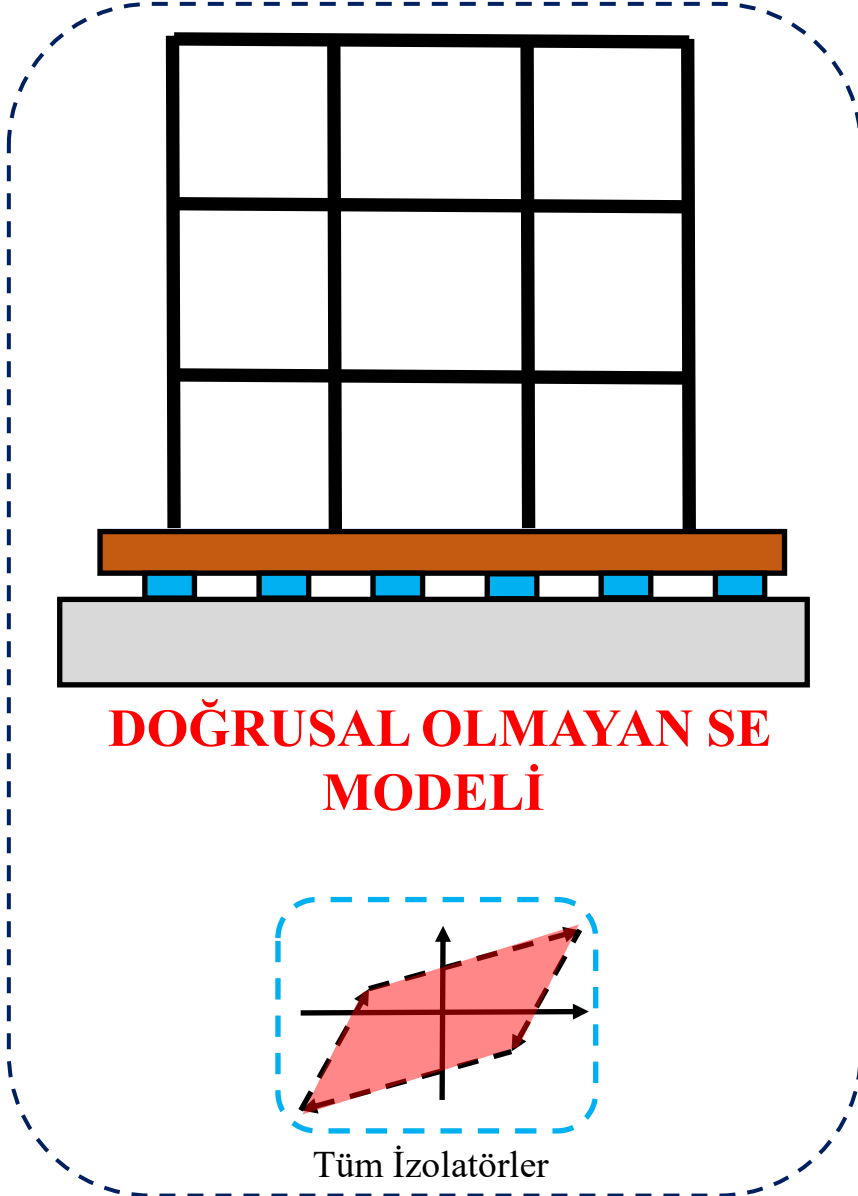
Eşdeğer Rijitlik (Doğrusal)
Eşdeğer Sönüm (Viskoz)

Tüm İzolatörler



- Mod birleştirme yönteminde, yalıtım modları için eşdeğer sönümleme kullanılır, bina modları için üst yapı içsel sönümleme kullanılır.

Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı



5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (5ICEES)
8-11 OCTOBER 2019, METU ANKARA TURKEY



SÖNÜMLEYİCİLİ YAPILARIN SİSMİK TASARIMI, BÖLÜM II: TÜRKİYE UYGULAMALARI İÇİN TASARIM ESASLARI ÖNERİSİ

Erkuş B.¹, Yıldırım S.², Güler M.D.³, Özer C.⁴, Sütçü F.⁵ ve Alhan C.⁶

¹*Dr. Öğr. Üye., İnşaat Müh. Böl., İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*

²*Yük. Müh. Promer Müh. ve Müş., İstanbul*

³*Yük. Müh., Neosis Müh., İstanbul*

⁴*Yük. Müh., Statica Müh., İstanbul*

⁵*Dr. Öğr. Üye., Deprem Müh. ve Afet Yön. Enst., İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*

⁶*Prof. Dr., İnşaat Müh. Böl., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, İstanbul*

E-Posta: syildirim@promerengineering.edu.tr

İçerik

- Giriş
 - Deprem Yalıtımlı Yapı Davranışı
 - Söndürücülü Yapı Davranışı
- Deprem Yalıtımlı Yapıların Tasarımı
 - Analiz Yöntemlerine Bağlı Tasarım
 - Tasarım Esasları
- Söndürücülü Yapıların Analiz ve Tasarımı
 - Yalıtımsız ve Yalıtımlı Yapılar
- İrdeleme - Tasarım Esasları, Boyutlandırma ve Analiz
 - Ana Tasarım Felsefesi, Hiperstatiklik, Üstyapı Davranışı
 - Eşdeğer Statik Yöntem Kabulünün Geçerliliği
 - Yalıtıcı Yerleşimi
 - Eşdeğer Statik Yöntem'e Bağlı Boyutlandırma ve Doğrusal Olmayan Analiz ile Teyit
- DD-2 ve DD-1 Seviyeleri için Tasarım
- R, Azaltma Katsayısının Kullanımı
- İzolatör Rezerv Kapasitesi
- Ankraj ve Plaka Tasarımı
- Kat İvmeleri ve Yapısal Olmayan Elemanlar
- Zaman-Tanım Alanında Analiz – Hızlı Analiz ve Doğrudan Analiz, Yalıtıcı Tipi ile İlişkisi
- Kauçuk ve Sürtünme Tabanlı İzolatörlerde Çevrimsel Eğriler
- Tasarım Gözetmenliği

Tasarım Felsefesi

- Tipik Yapı Hiperstatiklik
- Yalıtımlı Yapı Hiperstatiklik

Eşdeğer Statik Yöntemin Geçerliliği

- Üst ve Alt Yapılar Hakkında Kabul
- Köprü Yapılarında Yalıtım, Yalıtıcı Kolon Davranışı
- Tek Serbestlik Dereceli Sistem ve İki Serbestlik Dereceli Sistem
- Üst Yapı Doğrusal Olmayan Davranış / Uzun Periyotlu Üst Yapılar
- Eşdeğer Periyot, Eşdeğer Sönüm
- İvme Spektrumunun Etkisi, Deprem Değişkenliği
- Taban Kesme Kuvvetinin Tanımlanması

Boyutlandırma ve Performans Teyidi

- Eşdeğer Statik Yöntem ile Minimum Kuvvetlerin Belirlenmesi
- Doğrusal Olmayan Analizler ile Performans Teyidi
- Doğrusal Olmayan Analizler ile Optimizasyon
- Örnek: Birden Fazla Üst Yapı Durumu

DD-2 ve DD-1 için Tasarım

- Deprem Yönetmeliğinin Temel Yaklaşımı DD-1 (GÖ) ve DD-2 (KH)
- Sünek Yapıda Durum
- Yalıtımlı Yapıda Durum

R Azaltma Katsayısının Kullanımı

- R = 1.5 Kullanımı
- Üst Yapı Doğrusal Modeli ve Doğrusal Olmayan Davranışın Kontrolü

Yapısal Olmayan Elemanların Tasarımı

- Yönetmelik
- TBDY2018'de İvme Hesabı, Nominal Değer Kullanımı

İzolatör Rezerv Kapasitesi

- %25 ila %50 Oranında Artış
- Deneyler

Yalıtıcı Kolonu, Ankraj ve Plaka Tasarımı

- Tasarım Kuvveti
- Yönetmelik

Zaman-Tanım Alanında Analiz

- Hızlı Analiz
- Doğrudan Analiz
- Düşey İvmeye Bağlılık
- Üst Yapı Doğrusalsızlığı

Yalıtıcı Çevrimsel Davranışı

- Kauçuk Tabanlı Yalıtıcı
- Sürtünme Tabanlı Yalıtıcı – Sürtünme Oranı ve Yalıtıcı Kuvveti

Tasarım Gözetmenliği