

**ASCE 7-10, Bölüm 18:
Sönümleme Sistemli Yapıların
Deprem Tasarımı için Kurallar
(Türkçe Çeviri)**

16 Eylül 2021

(çevrimiçi yayınlanmıştır)

Barış Erkuş, Çelik İnşaat
(Editör ve Koordinatör)

TERCÜME VE TEKNİK DEĞERLENDİRME

1. Aşama Çeviri:

Ramazan Ayazoğlu
Muhammet Emre Erdemli
Barış Erkuş
Namık Eser
İbrahim Fansa
İbrahim Gencer
Necip Kaveloğlu
Ali Özcan

2. Aşama Çeviri:

Göktuğ Aşık
Serap Atmaca
Oğuzcan Çatlıoğlu
Kubilay Çiçek
Seda Öncü Davas
Barış Erkuş
Elif Güler
Bekir Kaçmaz
Barış Kasapoğlu
Hakan Özen
Aykut Pekdemir
Eray Temur
Berkay Topaloğlu
Rafet Egemen Turan

3. Aşama Çeviri:

Barış Erkuş

Teknik Değerlendirme:

Cenk Alhan, İ.Ü.C.
Barış Erkuş, Çelik İnşaat
Mustafa Deniz Güler, Neosis
Cem Özer, Statica
Fatih Sütçü, İ.T.Ü.
Suat Yıldırım, Promer

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	3
Önsöz	5
Sönümlleme Sistemli Yapıların Deprem Tasarımı için Kurallar	7
18.1 Genel	7
18.1.1 Kapsam	7
18.1.2 Tanımlar	7
18.1.3 Semboller	7
18.2 Genel Tasarım Kuralları	12
18.2.1 Deprem Tasarım Sınıfı A	12
18.2.2 Sistem Kuralları	12
18.2.2.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi	12
18.2.2.2 Sönümlleme Sistemi	13
18.2.3 Yer Hareketi	13
18.2.3.1 Tasarım Spektrumu	13
18.2.3.2 Yer Hareketi Serileri	14
18.2.4 Yöntem Seçimi	14
18.2.4.1 Doğrusal Olmayan Yöntemler	14
18.2.4.2 Tepki Spektrumu Yöntemi	14
18.2.4.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	14
18.2.5 Sönümlleme Sistemi	15
18.2.5.1 Sönümlleme Eleman Tasarımı	15
18.2.5.2 Çok Eksenli Hareket	15
18.2.5.3 Muayene ve Periyodik Deneyler	15
18.2.5.4 Kalite Kontrolü	15
18.3 Doğrusal Olmayan Yöntemler	16
18.3.1 Doğrusal Olmayan Tepki Serisi Yöntemi	16
18.3.1.1 Sönümlleme Cihazı Modellemesi	16
18.3.1.2 Davranış Parametreleri	16
18.3.2 Doğrusal Olmayan Statik Yöntem	17
18.4 Tepki Spektrumu Yöntemi	17
18.4.1 Modelleme	17
18.4.2 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi	18
18.4.2.1 Deprem Taban Kesme [Kuvveti]	18
18.4.2.2 Modal Taban Kesme [Kuvveti]	18
18.4.2.3 Modal Katılım Katsayısı	18
18.4.2.4 Hakim Mod [için] Deprem Tepki Katsayısı	19
18.4.2.5 Efektif Hakim Mod Periyodunun Belirlenmesi	19
18.4.2.6 Hakim Mod [için] Deprem Tepki Katsayısı	19
18.4.2.7 Tasarım Yanal Kuvveti	19
18.4.3 Sönümlleme Sistemi	20
18.4.3.1 Tasarım Depremi Kat Yerdeğıştirmeleri	20
18.4.3.2 Tasarım Depremi Çatı Katı Yerdeğıştirmesi	20
18.4.3.3 Tasarım Depremi Görelî Kat Ötelemesi	21
18.4.3.4 Tasarım Depremi Kat Hızları	21
18.4.3.5 En Büyük Deprem Tepkileri	21
18.5 Eşdeğer Yanal Kuvvet Yöntemi	22
18.5.1 Modelleme	22
18.5.2 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi	22
18.5.2.1 Deprem Taban Kesme [Kuvveti]	22
18.5.2.2 Hakim Modun Taban Kesme [Kuvveti]	22
18.5.2.3 Hakim Mod Özellikleri	23
18.5.2.4 Hakim Mod Deprem Tepki Katsayısı	23

18.5.2.5 Efektif Hakim Mod Periyodunun Belirlenmesi.	24
18.5.2.6 Artık Mod Taban Kesme [Kuvveti].	24
18.5.2.7 Artık Mod Özellikleri.	24
18.5.2.8 Artık Mod Deprem Tepki Katsayısı.	24
18.5.2.9 Tasarım Yanal Kuvveti.	25
18.5.3 Sönümleme Sistemi.	25
18.5.3.1 Tasarım Depremi [için] Kat Yerdeğiştirmesi.	25
18.5.3.2 Tasarım Depremi [için] Çatı Katı Yerdeğiştirmesi.	26
18.5.3.3 Tasarım Depremi [için] Göreli Kat Ötelemesi.	26
18.5.3.4 Tasarım Depremi [için] Kat Hızı.	26
18.5.3.5 En Büyük Deprem Tepkileri.	27
18.6 Sönümlü Davranışın Değiştirilmesi 28	28
18.6.1 Sönüm Katsayısı.	28
18.6.2 Efektif Sönüm [Oranı].	28
18.6.2.1 İçsel Sönüm [Oranı].	29
18.6.2.2 Çevrimsel Sönüm [Oranı].	29
18.6.2.2.1 Çevrimsel Döngü Düzeltme Katsayısı.	29
18.6.2.3 Viskoz Sönüm [Oranı].	30
18.6.3 Efektif Süneklik Talebi.	30
18.6.4 En Büyük Efektif Süneklik Talebi.	31
18.7 Deprem Yük Koşulları ve Kabul Kriterleri 32	32
18.7.1 Doğrusal Olmayan Yöntemler.	32
18.7.1.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi.	32
18.7.1.2 Sönümleme Sistemleri.	32
18.7.1.3 Yük Etkilerinin Birleştirilmesi.	32
18.7.1.4 İlgili Tepki Parametreleri için Kabul Kriterleri.	32
18.7.2 Tepki Spektrumu ve Eşdeğer Yanal Kuvvet Yöntemleri.	32
18.7.2.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi.	32
18.7.2.2 Sönümleme Sistemi.	33
18.7.2.3 Yük Etkilerinin Birleştirilmesi.	33
18.7.2.4 Sönümleme Sistemi Modal Tasarım Kuvvetleri.	33
18.7.2.5 Deprem Yük Koşulları ve Modal Tepkilerin Birleşimi.	33
18.7.2.6 Elastik Olmayan Davranış Sınırları.	36
18.8 Tasarım Gözetimi.	36
18.9 Deneyler.	37
18.9.1 Prototip Deneyleri.	37
18.9.1.1 Veri Kaydı.	37
18.9.1.2 Deney Dizisi ve Çevrimleri.	37
18.9.1.3 Benzer Cihazların Deneyleri.	38
18.9.1.4 Kuvvet-Hız-Yerdeğiştirme Özelliklerinin Belirlenmesi.	38
18.9.1.5 Cihaz Yeterliliği.	39
18.9.1.5.1 Yerdeğiştirmeye Bağlı Sönümleme Cihazları.	39
18.9.1.5.2 Hıza Bağlı Sönümleme Cihazları.	39
18.9.1.6 Üretim Deneyleri.	40
Kaynakça.	41
Sembollerin Açıklaması.	42
İngilizce-Türkçe Sözlük.	43
Türkçe-İngilizce Sözlük.	46

ÖNSÖZ

Ülkemizde sönümleyicili yapıların deprem veya rüzgar tasarımı için bir yönetmelik bulunmamaktadır. Bu eksiği kapatmak amacı ile Mart 2013’de yılında, 2012’de başlayan ve 2018’e kadar süren, 2007 Deprem Yönetmeliğinin güncellenmesi çalışmaları kapsamında “Pasif Yapısal Kontrol (Deprem Yalıtımı ve Söndürümü) Alt Komisyonu”nda ASCE 7 yönetmeliğinin sönümleyicili yapıların deprem tasarımı ile ilgili olan 18. Bölümün Türkçe çevirisinin yapılması görevi gönüllü olarak Sn. Barış Erkuş ve Sn. Cem Özer tarafından üstlenilmiştir. Çeviri çalışmaları Nisan 2013’de başlamış ve Barış Erkuş’un o dönemde İ.T.Ü.’deki çalışma grubu öğrencilerinin desteği ile ilk çeviriler tamamlanmıştır. Ancak, aşağıda sunulan çeviriden de anlaşılacağı üzere, ASCE 7 yönetmeliğinin bu bölümünün çok karmaşık olması ve dönemin ve günümüz Türk Deprem Yönetmelikleri ile uyumsuzluğu ve ülkemizde önceden sönümleyicili yapılara yönelik olarak bir yönetmelik çalışmasının yapılmamış olması gibi nedenlerden ötürü, bu süreç ertelenmiştir. 2019 yılında yeni deprem yönetmeliğinin yayınlanması ile Sn. Cenk Alhan, Sn. Barış Erkuş, Sn. Mustafa Deniz Güler, Sn. Cem Özer Sn. Fatih Sütçü ve Sn. Suat Yıldırım tarafından ülkemize yönelik olarak bir sönümleyici yönetmeliği önerisi çalışması yapılmış ve çeviri işlemleri tekrar başlamıştır. Türkiye için sönümleyici yönetmelik önerisi 2019 yılında Ankara, ODTÜ’de düzenlenen 5. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansında sunulmuştur. Çevirinin ikinci aşaması Sn. Barış Erkuş, Sn. Fatih Sütçü ve Sn. Cenk Alhan’ın öğrencileri tarafından hazırlanmış ve üçüncü aşamada tüm çeviri Sn. Barış Erkuş tarafından tekrar yapılarak tamamlanmıştır. Çevirinin son kontrolleri yukarıda verilen isimlerce gerçekleştirilmiştir.

Çevirinin anlaşılması açısından bazı noktaların vurgulanması faydalı olacaktır. İngilizce metinde bulunan ifadelerin ASCE 7 yönetmeliği ve Amerikan uygulamaları kapsamındaki anlamlarının korunması amacı ile mümkün olduğunca İngilizce metindeki cümle yapıları korunmaya çalışılmıştır. Bundan dolayı, Türkçede günlük kullanılan bazı teknik terimler kullanılmamıştır. (örnek: *mod birleştirme yöntemi* yerine *tepki spektrumu yöntemi*). Bazı terimlerin Türkçesi, anlatılmak istenilenin Türkçede kullandığımız anlamından farklı olduğunu vurgulamak amacı ile, günlük kullanılmayan kelimelerden bilinçli olarak seçilmiştir (örnek: *displacement* için *yerdeğiştirme* kullanılırken, *deflection* için *sapma* kullanılması). Bu bağlamda çevirinin İngilizce metin ve ASCE 7 yönetmeliği ile kullanılması önerilmektedir. ASCE 7-16’da ASCE 7-10’a göre birçok ana değişikliğin yapıldığı hatırlanmalıdır. Mümkünse, ASCE 7-16’nın da incelenmesi önerilmektedir. Çeviride, İngilizce metinden farklı olarak, bir ismi ve metni ifade eden simgeler düz, değişkeni ifade eden simgeler eğik olarak gösterilmiştir (örnek: A_m ifadesinde “ m ” bir değişken parametredir; A_M ifadesinde “ M ” *maximum* kelimesinin ilk harfidir). Bunlar ayrı bölümde özet olarak verilmiştir. İngilizce metinde hatalı olduğu düşünülen bazı ifadeler düzeltilmiştir. Çeviride köşeli parantez, [...], olarak gösterilen kelimeler İngilizce metinde bulunmamakla beraber,

Çevirmen tarafından metne dahil edilen kelimelerdir. Normal parantez, (...), ile gösterilen kelimeler ise çevirmen tarafından metne dahil edilmeden bilgilendirme amacı ile eklenen kelimelerdir.

ASCE 7-10 ile ASCE 7-05 yönetmeliklerinin sönümleyici bölümleri büyük oranda aynıdır. Hem yönetmeliklerde hem de sönümleyici bölümünde ana fark, ASCE 7-05’de deprem spektrumları geometrik ortalama, ASCE 7-10’da ise en büyük yn spektrumlarıdır. Verilen bir saha için en büyük yn spektrumu, geometrik ortalama spektrumunun yaklaşık olarak 1.3 katı olduğu kabul yapılabilir. ASCE 7-10 yönetmeliğinde bu farkı vurgulamak için “en büyük deprem için en büyük yn spektrumu” MCE_R olarak ifade edilmiştir. Burada “R” indisi en büyük yerdeğiştirme yönüne döndürülmüş spektrumu ifade etmek amacıyla “rotated” kelimesini ifade etmektedir.

Sönümleyicili yapıların tasarımına yönelik olarak yönetmelik ve eviri çalışmaları devam edecektir. Bir sonraki eviride ASCE 7-16 yönetmeliğinin ilgili yönetmelik ve yorum bölümlerinin çevirisinin yapılması düşünülmektedir. Çeviriden de grleceği üzere, ASCE 7 Bölüm 18’in bu hali ile uygulamada kullanılması veya tümüyle Türk Yönetmeliklerine uyarlanması mümkün değildir; ancak bazı bölümleri ve yöntemleri parça olarak kullanılabilir. Ülkemizdeki uygulamalara yönelik olarak, güncel yönetmelikler ile uyumlu, zgn ve sade bir sönümleyici yönetmeliğinin hazırlanması gerektiği açıktır.

Çevirinin sönümleyicili yapıların tasarımı ile ilgilenen meslektaşlarımıza faydalı olmasını temenni ederiz.

Barış Erkuş

Editör ve Koordinatör

Eylül 2021, İstanbul

Bölüm 18

SÖNÜMLEME SİSTEMLİ YAPILARIN DEPREM TASARIMI İÇİN KURALLAR

18.1 GENEL

18.1.1 Kapsam. Sönümleme sistemli her yapı ve [bu yapıların] tüm bölümleri, bu yönetmeliğin (ASCE 7-10 yönetmeliği) kurallarına göre bu bölüm (Bölüm 18) ile güncellendiği haliyle tasarlanacak ve inşa edilecektir. Bir deprem yalıtımlı yapıda, sönümleme cihazlarının yalıtım arayüzünü kesecek şekilde kullanılması durumunda, yerdeğiştirmeler, hızlar ve ivmeler Bölüm 17'e göre belirlenecektir.

18.1.2 Tanımlar. Aşağıdaki tanımlar Bölüm 18'in hükümleri için geçerlidir.

SÖNÜMLEME CİHAZI: Sönümleme sisteminin, cihazın her iki ucunun görelî hareketi nedeni ile enerji yayabilen esnek bir yapısal elemanı. Sönümleme cihazları, cihazların yapının diğer elemanlarına bağlanması için gerekli olan tüm pinleri, cıvataları, guse levhaları, çapraz elemanları ve diğer elemanları içerir. Sönümleme cihazları ya yerdeğiştirmeye bağlı ya da hıza bağlı ya da bunların [her ikisinin] birleşimi olarak sınıflandırılabilir ve doğrusal veya doğrusal olmayan davranış [gösterecek] şekilde düzenlenebilir.

SÖNÜMLEME SİSTEMİ: (a) Sönümleme cihazlarının tümünü, (b) sönümle cihazından yapının tabanına kuvvetleri aktarmak için gerekli yapısal elemanların veya çaprazların tümünü ve (c) sönümleme cihazlarından deprem kuvvet-taşıyıcı sistemine kuvvetleri aktarmak için gerekli olan yapısal elemanları içeren yapısal elemanların toplamı.

YERDEĞİŞTİRMeye BAĞLI SÖNÜMLEME CİHAZI: Yerdeğiştirmeye bağlı sönümleme cihazlarının kuvvet tepkisi, büyük oranda cihazın her iki ucu arasındaki görelî yerdeğiştirmenin bir fonksiyonudur. [Cihazın kuvvet] tepkisi, büyük oranda cihazın iki [ucu] arasındaki görelî hızdan ve/veya dış yükleme frekansından bağımsızdır.

HIZA BAĞLI SÖNÜMLEME CİHAZI: Hıza bağlı sönümleme cihazları için kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi, büyük oranda cihazın iki ucundaki görelî hızın bir fonksiyondur ve aynı zamanda cihazın iki ucu arasındaki görelî yerdeğiştirmenin de bir fonksiyonu olabilir.

18.1.3 Semboller. Aşağıdaki semboller bu bölümün hükümleri için geçerlidir:

B_{1D} = Efektif sönüm [oranının] $\beta_{m[D]}$ 'e ($m = 1$) eşit olduğu ve yapı periyodunun T_{1D} 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı

B_{1E} = Efektif sönüm [oranının] $\beta_1 + \beta_{v1}$ 'e eşit olduğu ve [yapı] periyodunun T_1 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı

- B_{1M} = Efektif sönüm [oranının] β_{mM} 'e eşit olduğu ($m=1$) ve yapı periyodunun T_{1M} 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı
- B_{mD} = Efektif sönüm [oranının] $\beta_{m[D]}$ 'e eşit olduğu ve yapı periyodunun T_m 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı
- B_{mM} = Efektif sönüm [oranının] β_{mM} 'e eşit olduğu ve yapı periyodunun T_m 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı
- B_R = Efektif sönüm [oranının] β_R 'e eşit olduğu ve yapı periyodunun T_R 'e eşit olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı
- B_{V+I} = Efektif sönüm [oranının], yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki viskoz sönüm [oranı], β_{Vm} ($m=1$), ile içsel sönüm [oranının], β_I , toplamına eşit olduğu ve yapı periyodunun T_1 olduğu durum için Tablo 18.6-1'de verilen sayısal katsayı
- C_d = Tablolar 12.2-1, 15.4-1 veya 15.4-2'den alınan sapma (yerdeğiştirme) artım katsayısı (ASCE 7-10, Bölüm 11'den alınmıştır)
- C_{mFD} = Tablo 18.7-1 ile hesaplanan kuvvet katsayısı
- C_{mFV} = Tablo 18.7-2 ile hesaplanan kuvvet katsayısı
- C_{S1} = Yapının hakim salınım modu için hesaplanan, ilgili doğrultudaki deprem davranış katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.4.2.4 veya 18.5.2.4 ($m=1$)
- C_{Sm} = Yapının m . salınım modu için hesaplanan, ilgili doğrultudaki deprem davranış katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.4.2.4 ($m=1$) veya Bölüm 18.4.2.6 ($m>1$)
- C_{SR} = Yapının artık salınım modu için hesaplanan, ilgili doğrultudaki deprem davranış katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.5.2.8
- D_{1D} = Yapının hakim salınım modu için hesaplanan, çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.2
- D_{1M} = Yapının hakim salınım modu için hesaplanan, çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki en büyük [deprem] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.5
- D_{mD} = Yapının m . salınım modu için hesaplanan, çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.4.3.2
- D_{mM} = Yapının m . salınım modu için hesaplanan, çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki en büyük [deprem] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.4.3.5
- D_{RD} = Yapının artık salınım modu için hesaplanan, çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.2

- D_{RM} = Yapının artık salınım modu için hesaplanan, yapının çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki en büyük [deprem] yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.5
- D_Y = Yapının çatı katı rijitlik merkezinin, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin efektif akma noktasındaki yerdeğiştirmesi, [bakınız] Bölüm 18.6.3
- f_i = Yapıya yaklaşık olarak Bölüm 12.8.3'e göre dağıtılmış Seviye i 'ye etkiyen yanal kuvvet, [bakınız] 18.5.2.3
- F_{i1} = Yapının hakim salınım modu için Seviye i 'de (veya kütle noktası i 'de) hesaplanan ilgili doğrultudaki atalet kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.5.2.9
- F_{im} = Yapının m . salınım modu için Seviye i 'de (veya kütle noktası i 'de) hesaplanan ilgili doğrultudaki atalet kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.4.2.7
- F_{iR} = Yapının artık salınım modu için Seviye i 'de (veya kütle noktası i 'de) hesaplanan ilgili doğrultudaki atalet kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.5.2.9
- h_r = Yapının tabandan çatı seviyesine olan yüksekliği, [bakınız] Bölüm 18.5.2.3
- q_H = Bölüm 18.6.2.2.1'de tanımlanan çevrimsel döngü düzeltme katsayısı
- Q_{DSD} = Yerdeğiştirmeye bağlı sönümleme cihazlarında oluşan (~~tasarım~~) deprem kuvvetlerine karşı koyabilmek için sönümleme sistem elemanlarında olması gereken [dayanım] kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.7.2.5
- Q_{mDSV} = Yapının m . modunun salınımı nedeni ile hıza bağlı sönümleme cihazlarında oluşan, ilgili doğrultudaki (~~tasarım~~) deprem kuvvetlerine karşı koyabilmek için, sönümleme sistem elemanlarında olması gereken [dayanım] kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.7.2.5
- Q_{mSFRS} = Yapının m . modunun salınımı nedeni ile deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminde oluşan, ilgili doğrultudaki (~~tasarım~~) deprem kuvvetlerine karşı koyabilmek için, sönümleme sistem elemanlarında olması gereken [dayanım] kuvveti, [bakınız] Bölüm 18.7.2.5
- T_1 = Yapının ilgili doğrultudaki doğal salınım periyodu
- T_{1D} = Yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki yapı tasarım [depremi] yerdeğiştirmelerine denk gelen ve Bölüm 18.4.2.5 veya 18.5.2.5'de tanımlanan efektif periyodu (saniye)
- T_{1M} = Yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki yapı en büyük [deprem] yerdeğiştirmelerine denk gelen ve Bölüm 18.4.2.5 veya 18.5.2.5'de tanımlanan efektif periyodu (saniye)
- T_R = Yapının ilgili doğrultudaki artık salınım modunun periyodu (saniye), [bakınız] Bölüm 18.5.2.7

- V_m = Yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki taban kesme [kuvvetinin] tasarım değeri, [bakınız] Bölüm 18.4.2.2
- V_{min} = Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin tasarımı için izin verilen ilgili doğrultudaki en küçük (emniyetli) taban kesme [kuvveti], [bakınız] Bölüm 18.2.2.1
- V_R = Artık salınım modunun ilgili doğrultudaki taban kesme [kuvvetinin] Bölüm 18.5.2.6'de belirlenen tasarım değeri
- $\bar{W}_1$ = Yapı doğal salınım modunun Denk. 18.4-2b ve $m = 1$ 'e göre hesaplanan efektif sismik ağırlığı
- $\bar{W}_R$ = Yapı artık salınım modunun Denk. 18.5-13'e göre belirlenen efektif sismik ağırlığı
- α = Sönümleme cihaz kuvveti ile sönümleme cihaz hızı arasındaki ilişkiyi tanımlayan hız üssü
- β_{mD} = Yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki yapı tasarım [depremi] yerdeğiştirmelerine denk gelen toplam efektif sönüm [oranı], [bakınız] Bölüm 18.6.2
- β_{mM} = Yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki yapı en büyük [deprem] yerdeğiştirmelerine denk gelen toplam efektif sönüm [oranı], [bakınız] Bölüm 18.6.2
- β_{HD} = Yapı Efektif sönüm [oranının], μ_D efektif süneklik talebine denk gelen ve ilgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümleme sistem elemanlarının akma sonrası çevrimsel davranışı ile sönümlenen bölümü, [bakınız] Bölüm 18.6.2.2
- β_{HM} = Yapı Efektif sönüm [oranının], μ_M efektif süneklik talebine denk gelen ve ilgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümleme sistem elemanlarının akma sonrası çevrimsel davranışı ile sönümlenen bölümü, [bakınız] Bölüm 18.6.2.2
- β_I = Yapı Efektif sönüm [oranının], deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi efektif akma yerdeğiştirmesine denk gelen noktada veya hemen öncesinde, yapı elemanları tarafından içsel enerji sönümlemesi ile sönümlenen bölümü, [bakınız] Bölüm 18.6.2.1
- β_R = Yapının artık salınım modunun ilgili doğrultudaki Bölüm 18.6.2'ye göre ($\mu_D = 1.0$ ve $\mu_M = 1.0$ değerleri kullanılarak) hesaplanan toplam efektif sönüm [oranı]
- β_{Vm} = Yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki Efektif sönüm [oranının], deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi efektif akma yerdeğiştirmesine denk gelen noktada veya

hemen öncesinde, sönümleme sistemindeki viskoz enerji sönümlemesi ile sönümlenen bölümü, [bakınız] Bölüm 18.6.2.3.

δ_i = Uygulanan yanal kuvvetler, f_i , nedeni ile yapının Seviye i 'sinin elastik sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.5.2.3.

δ_{iD} = Seviye i 'nin yapının rijitlik merkezinde oluşan ilgili doğrultudaki hakim mod tasarım [depremi] sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.5.3.1

δ_{iD} = Seviye i 'nin yapının rijitlik merkezinde oluşan ilgili doğrultudaki toplam tasarım [depremi] sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.5.3

δ_{iM} = Seviye i 'nin yapının rijitlik merkezinde oluşan ilgili doğrultudaki toplam en büyük [deprem] sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.5.3

δ_{iRD} = Seviye i 'nin yapının rijitlik merkezinde oluşan ilgili doğrultudaki artık mod tasarım [depremi] sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.5.3.1

δ_{im} = Seviye i 'nin ilgili doğrultuda yapının rijitlik merkezinin m . salınım modundaki sapması (yerdeğiştirmesi), [bakınız] Bölüm 18.6.2.3

Δ_{1D} = Yapının hakim salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.3

Δ_D = Yapının ilgili doğrultudaki toplam tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.3

Δ_M = Yapının ilgili doğrultudaki toplam en büyük [deprem] görelî kat ötelemesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3

Δ_{mD} = Yapının m . salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, [bakınız] Bölüm 18.4.3.3

Δ_{RD} = Yapının artık salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, [bakınız] Bölüm 18.5.3.3

μ = İlgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi üzerindeki efektif süneklik talebi

μ_D = İlgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi üzerindeki tasarım [depremi] yer hareketleri nedeni ile oluşan efektif süneklik talebi, [bakınız] Bölüm 18.6.3

μ_M = İlgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi üzerindeki en büyük [deprem] yer hareketleri nedeni ile oluşan efektif süneklik talebi, [bakınız] Bölüm 18.6.3

μ_{max} = İlgili doğrultuda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi üzerinde tasarım [depremi] yer hareketleri için izin verilen en büyük efektif süneklik talebi, Bölüm 18.6.4

- ϕ_1 = Yapı hakim salınım modunun Seviye i 'deki yerdeğiştirme genliğinin, ilgili doğrultuda çatı katı yerdeğiştirmesinin birim değere normalize edilmesi durumundaki değeri, [bakınız] Bölüm 18.5.2.3
- ϕ_{1R} = Yapı artık salınım modunun Seviye i 'deki yerdeğiştirme genliğinin, ilgili doğrultuda çatı katı yerdeğiştirmesinin birim değere normalize edilmesi durumundaki değeri, [bakınız] Bölüm 18.5.2.7
- Γ_1 = Yapı hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki katılım katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.4.2.3 ve 18.5.2.3 ($m = 1$)
- Γ_m = Yapı m . salınım modunun ilgili doğrultudaki katılım katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.4.2.3
- Γ_R = Yapı artık salınım modunun ilgili doğrultudaki katılım katsayısı, [bakınız] Bölüm 18.5.2.7
- V_{1D} = Tasarım [depremi] için yapı hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki kat hızı, [bakınız] Bölüm 18.5.3.4
- V_D = Tasarım [depremi] için ilgili doğrultudaki yapı kat hızı, [bakınız] Bölüm 18.4.3.4
- V_M = En büyük [deprem] için ilgili doğrultudaki yapı kat hızı, [bakınız] Bölüm 18.5.3
- V_{mD} = Tasarım [depremi] için yapı m . salınım modunun ilgili doğrultudaki kat hızı, [bakınız] Bölüm 18.4.3.4

18.2 GENEL TASARIM KURALLARI

18.2.1 Deprem Tasarım Sınıfı A. Deprem Tasarım Sınıfı A [sınıfında] olan sönümleme sistemli yapılar Bölüm 11.4.4'e göre belirlenen tasarım spektral tepki ivmesi ve Deprem Tasarım Sınıfı B [sınıfında] olan yapılar için [belirlenen] analiz yöntemleri ve tasarım kuralları kullanılarak tasarlanacaktır.

18.2.2 Sistem Kuralları. Yapının tasarımı, aşağıdaki bölümlerde deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümleme sistemi için tanımlanan temel kuralları sağlayacaktır. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi Bölüm 18.2.2.1'de tanımlanan kuvvetleri taşımak için gerekli dayanıma sahip olacaktır. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümleme sisteminin birleşiminin, görelı kat öteleme şartını sağlamak için kullanılmasına izin verilir.

18.2.2.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi. Sönümleme sistemi içeren yapılar, her iki yanal doğrultuda, Tablo 12.2-1'de belirtilen [taşıyıcı sistem] tiplerine uyan deprem kuvvet-taşıyıcı sistemlerine sahip olmak zorundadır.

Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin her iki doğrultudaki tasarımı Bölüm 18.7 ile belirtilen kuralları ve aşağıdaki koşulları sağlayacaktır:

1. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin tasarımında kullanılan deprem taban kesme [kuvveti], $V_{\min}$ değerinden küçük olamaz, burada $V_{\min}$ değeri, [aşağıdaki gibi] Denk. 18.2-1 ve 18.2-2 kullanılarak hesaplanan değerlerin en büyüğü olarak belirlenecektir:

$$V_{\min} = \frac{V}{B_{V+1}} \quad (18.2-1)$$

$$V_{\min} = 0.75V \quad (18.2-2)$$

Burada,

V = Bölüm 12.8'ye göre belirlenen ilgili doğrultudaki deprem taban kesme [kuvveti]

B_{V+1} = Efektif sönüm [oranının] hakim salınım modunun yapının ilgili doğrultudaki viskoz sönümle [oranı], β_{Vm} ($m = 1$) ile içsel sönüm [oranının], β_I toplamına eşit olduğu ve yapı periyodunun T_1 olduğu durum için Tablo 18.6-1 ile hesaplanan sayısal katsayı

İSTİSNA: Aşağıdaki durumlardan herhangi birisinin geçerli olması durumunda, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin tasarımında kullanılan deprem taban kesme [kuvveti] 1.0V değerinden daha az alınamaz:

- a. İlgili doğrultu için, sönümleme sistemi her katta burulmaya karşı iki sönümleme cihazından daha az [cihaza] sahiptir.
 - b. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi Tip 1b (Tablo 12.3-1) yatay düzensizliğine veya Tip 1b (Tablo 12.3-2) düşey düzensizliğine sahiptir.
2. Sönümleme sisteminin de elemanları olan deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin elemanları veya değillerse sönümleme cihazlarının kuvvetlerine tepki [kuvveti] oluşturması beklenen elemanların asgari dayanım koşulları Bölüm 18.7.2'de belirtilen ek koşulları sağlayacaktır.

18.2.2.2 Sönümleme Sistemi. Sönümleme sisteminin elemanlarının doğrusal olmayan davranışının sönümleme sisteminin davranışını olumsuz yönde etkilemediği analizlerle veya deneylerle gösterilmediği ve yapının doğrusal olmayan yerdeğiştirmelerinin Bölüm 18.7.2.6'nın koşullarına uygun olarak sınırlandırılmadığı sürece, sönümleme sistem elemanları, sönümleme cihazlarının azaltılmamış deprem kuvvetlerini de içeren tasarım yükleri altında elastik kalacak şekilde Bölüm 18.7.2.1'e göre tasarlanacaktır.

18.2.3 Yer Hareketi.

18.2.3.1 Tasarım Spektrumu. Sönümleme sistemli tüm yapıların analiz ve tasarımı için tasarım depremi yer hareketleri için ve en büyük deprem yer hareketleri için Bölüm 17.3.1'e göre hazırlanan spektrumlar kullanılacaktır. Aşağıdaki durumlardan herhangi birisinin geçerli olması durumunda sahaya özel tasarım spektrumları üretilecek ve [bu spektrumlar] sönümleme sistemli tüm yapıların analiz ve tasarımı için kullanılacaktır:

1. Yapı Sınıf F [zeminine sahip olan] bir sahada konumlanır.
2. Yapı S_1 değeri 0.6'ya eşit veya ondan daha büyük olan bir sahada konumlanır.

18.2.3.2 Yer Hareketi Serileri. Aşağıda belirtilen durumlardan herhangi birisinin geçerli olması durumunda, sönümleme sistemli tüm yapıların analiz ve tasarımında, tasarım depremi ve en büyük deprem için Bölüm 17.3.2'e göre geliştirilen yer hareketi serileri kullanılacaktır:

1. Yapı, S_1 değeri 0.6'ya eşit veya ondan daha büyük olan bir sahada konumlanır.
2. Sönümleme sistemi açıkça modellenir ve tepki serisi analizi yöntemi ile çözülür.

18.2.4 Yöntem Seçimi. Sönümleme sistemli tüm yapılar, bu bölümün izin verdiği şekilde, doğrusal yöntemler, doğrusal olmayan yöntemler veya doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerin bir birleşimi kullanılarak tasarlanacaktır.

Kullanılan analizin yöntemine bakılmaksızın, eğer yapı, S_1 değeri 0.6'ya eşit veya ondan daha büyük olan bir sahada konumlanmış ise, yapının ve sönümleme sisteminin elamanlarının en büyük dinamik tepkileri doğrusal olmayan tepki serisi yöntemi ile teyit edilecektir.

18.2.4.1 Doğrusal Olmayan Yöntemler. Bölüm 18.3'de belirtilen doğrusal olmayan yöntemlerin sönümleme sistemli tüm yapıların tasarımında kullanılmasına izin verilir.

18.2.4.2 Tepki Spektrumu Yöntemi. Bölüm 18.4'de belirtilen tepki spektrumu yönteminin kullanılmasına

1. İlgili doğrultuda, sönümleme sisteminin her katta burulmaya karşı en az iki sönümleme cihazına sahip olması
2. İlgili doğrultuda yapı hakim salınım modunun toplam efektif sönüm [oranının], β_{mD} ($m = 1$), kritik [sönümlemenin] %35'inden daha büyük olmaması

şartları ile izin verilir.

18.2.4.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi. Sönümleme sistemli yapıların tasarımında Bölüm 18.5'de belirtilen eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılmasına

1. İlgili doğrultuda, sönümleme sisteminin her katta burulmaya karşı en az iki sönümleme cihazına sahip olması
2. İlgili doğrultuda yapı hakim salınım modunun toplam Efektif sönüm [oranının], β_{mD} ($m = 1$), kritik [sönümlemenin] %35'inden daha büyük olmaması
3. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin Tip 1a veya 1b (Tablo 12.3-1) yatay düzensizlikleri veya Tip 1a, 1b, 2 veya 3 (Tablo 12.3-2) düşey düzensizliklerine sahip olmaması
4. Döşeme diyaframlarının Bölüm 12.3.1'de belirtilen tanıma göre rijit olması
5. Tabandan ölçülen yapı yüksekliğinin 100 ft (30 m)'yi geçmemesi

şartları ile izin verilir.

18.2.5 Sönümleme Sistemi

18.2.5.1 Sönümleme Eleman Tasarımı. Sönümleme cihazlarının tasarımı, üretimi ve montajı en büyük deprem tepkilerine göre ve aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurularak yapılacaktır:

1. [Sönümleme cihazının davranışında] deprem yüklerinden dolayı oluşan düşük-çevrim, yüksek-yerdeğiştirme bozulması.
2. [Sönümleme cihazının davranışında] rüzgar, sıcaklık veya diğer çevrimsel yüklerden dolayı oluşan, yüksek-çevrim, düşük-yerdeğiştirme bozulması.
3. [Sönümleme cihazında] düşey yüklerden dolayı oluşan kuvvet veya yerdeğiştirmeler.
4. Korozyon, aşınma, biyolojik bozulma, rutubet veya kimyasal etkilere maruz kalma nedeni ile cihaz parçalarında oluşan aderans.
5. [Sönümleme cihazlarının] sıcaklık, nem, rutubet, radyasyon (örnek: ultraviyole ışık), kimyasal tepkimeye açık veya korozif maddeler (örnek: tuzlu su) gibi ama bunlarla sınırlı olmayan çevresel etkilere maruz kalması.

Düşük-çevrimli yorulma nedeni ile göçme olasılığı olan sönümleme cihazları, herhangi bir kayma, hareket veya doğrusal olmayan çevrim göstermeden rüzgar yüklerine dayanım gösterecektir.

Sönümleme cihazının tasarımı, cihaz özelliklerinin kullanım ömrü boyunca değişmesine neden olan sıcaklık şartlarının, cihaz aşınmasının, üretim toleranslarını ve diğer etkilerin [olası] değerlerini göz önünde bulunduracaktır.

18.2.5.2 Çok Eksenli Hareket. Sönümleme cihazının bağlantı noktaları, [cihazın] aynı anda boylamasına, yatay ve düşey hareketlerine izin verecek şekilde tasarlanacaktır.

18.2.5.3 Muayene ve Periyodik Deneyler. Sönümleme cihazlarının muayenesi, [bakımı] ve sökümü için gerekli olan erişim [yolları ve erişim] araçları sağlanacaktır.

Yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) farklı tipteki her sönümleme cihazı için cihazların tasarım ömrü boyunca güvenilir davranmasını sağlayacak uygun bir muayene ve deney takvimi oluşturacaktır. Muayene ve deneylerin ne kadar detaylı olacağı, sönümleme cihazlarının ne kadardır kullanıldığına ve [cihaz] özelliklerinde kullanım ömrü boyunca olabilecek değişikliklere bakılarak belirlenecektir.

18.2.5.4 Kalite Kontrolü. Yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) sönümleme cihazlarının üretimi için Bölüm 11A.1.2'ye göre geliştirilen

kalite güvence planının bir parçası olarak bir kalite kontrol planı oluşturacaktır. Bu plan en az Bölüm 18.9.2’de belirtilen deney koşullarını içerecektir.

18.3 DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLER

Modellerde kullanılan sönümlleme cihazlarının rijitlik ve sönümlleme özellikleri, Bölüm 18.9’da belirtildiği şekilde sönümlleme cihazlarının deneylerine dayanacaktır veya deneyler ile doğrulanacaktır. Sönümlleme cihazlarının doğrusal olmayan kuvvet-yerdeğiştirme özellikleri cihaz davranışının, deprem yüklemesinin frekans, genlik ve süresine bağlılığını açıkça içerecek şekilde modellenecektir.

18.3.1 Doğrusal Olmayan Tepki Serisi Yöntemi. Doğrusal olmayan tepki serisi (zaman serisi) analizi, yapı ve sönümlleme sisteminin Bölüm 16.2.2 ve bu bölüme [uygun] şekilde [hazırlanan] matematiksel modelini kullanacaktır. Bu model yapının, tasarım tepki spektrumuna uyumlu yer hareketleri altında tepkisini sayısal entegrasyon yöntemleri kullanarak [doğru bir şekilde] hesaplamak için yapısal elemanların ve sönümlleme cihazlarının doğrusal olmayan çevrimsel davranışını doğrudan yansıtacaktır.

Analizler Bölüm 16.2 ve bu bölümün koşullarına da uygun olarak yapılacaktır. Yapının içsel sönümllemesi, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin efektif akma yerdeğiştirmesi anında ya bu değerden daha düşük yerdeğiştirme seviyelerine uyumlu deneyler verisi daha yüksek yüksek değerleri desteklemediği sürece, kritik [sönümllemenin] yüzde 5’inden daha fazla alınmayacaktır.

Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin bir elemanında hesaplanan kuvvet, onun nominal dayanımının 1.5 katını geçmiyorsa bu elemanın doğrusal olarak modellenmesine izin verilir.

18.3.1.1 Sönümlleme Cihazı Modellemesi. Yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazlarının matematiksel modelleri, deney verileriyle uyumlu olan çevrimsel davranışı içerecek ve cihazların dayanım, rijitlik ve çevrimsel döngü şekillerinde gözlemlenen değişiklikleri yansıtacaktır. Hıza bağlı sönümlleme cihazlarının matematiksel modelleri, deney verileri ile uyumlu olan hız katsayısını içerecektir. Bu katsayı zaman ve/veya sıcaklıkla ile değişiyorsa, bu tür etkiler açıkça modellenecektir. Sönümlleme cihazının, sönümleyici birimlerini yapıya bağlayan bağlantı elemanları modele dahil edilecektir.

İSTİSNA: Zaman serisi analizinin süresi boyunca sönümlleme cihazlarının özelliklerinin değişmesi bekleniyorsa, yapının dinamik tepkileri, cihaz özelliklerinin üst ve alt sınırları ile zarf alınarak [belirlenmesine] izin verilir. Değişken cihaz özellikleri için [yapılan] tüm bu sınır değer [analizleri] cihazların zamana bağlı davranışları açıkça modellendiği durumların aynısını sağlamak zorundadır.

18.3.1.2 Davranış Parametreleri. Hıza-bağlı sönümlleme cihazlarının kullanılması durumunda, Bölüm 16.2.4’te verilen tepki parametrelerine ek olarak, tepki serisi analizlerinde kullanılan her bir deprem yer hareketi için, her bir sönümlleme cihazı kuvvetleri,

yerdeşiştirmeleri ve hızlarının en büyük değerlerini içeren tekil tepki parametreleri de belirlenecektir.

Tepki serisi analizlerinde en az yedi adet deprem yer hareketi kullanılması durumunda, sönümlleme cihazlarının tasarım kuvvet, yerdeğiştirme ve hız değerleri, analizlerce belirlenen değerlerin ortalaması olarak alınmasına izin verilir. Tepki serisi analizlerinde yediden daha az deprem yer hareketi kullanılması durumunda, sönümlleme cihazlarının kuvvet, yerdeğiştirme ve hız tasarım değerleri, analizlerce belirlenen değerlerin en büyüğü olarak alınacaktır. An az üç adet deprem yer hareketi kullanılacaktır.

18.3.2 Doğrusal Olmayan Statik Yöntem. Bölüm 16.2.2’de açıklanan doğrusal olmayan yöntemler ve Bölüm 16.2’de açıklanan yanal yükler deprem kuvvet-taşıyıcı sistemine uygulanacaktır. Tasarım depremi yer hareketleri ve en büyük deprem yer hareketleri nedeni ile oluşan, sırası ile Denk. 18.6-8 ve 18.6-9’de verilen süneklik taleplerinin, μ_D ve μ_M , hesaplanmasında, Denk. 18.6-10 ile hesaplanan etkin akma yerdeğiştirmesi, D_Y , kabulü yerine, [doğrusal olmayan statik analizden] elde edilen kuvvet-yerdeğiştirme eğrisi kullanılacaktır. (R/C_d) değeri, tepki spektrumu yöntemi için Denk. 18.4-4, 18.4-5, 18.4-8 ve 18.4-9’da, eşdeğer yanal kuvvet yöntemi için ise Denk. 18.5-6, 18.5-7 ve 18.5-15’de 1.0 alınacaktır.

18.4 TEPKİ SPEKTRUMU YÖNTEMİ

Tepki spektrumu yönteminin sönümlleme sistemli yapıları çözümllemek için kullanıldığı yerlerde, bu bölümde verilen şartlar uygulanacaktır.

18.4.1 Modelleme. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ve sönümlleme sisteminin, yapı boyunca kütle, rijitlik ve sönümün uzaysal dağılımını doğru bir şekilde temsil eden matematiksel bir modeli oluşturulacaktır. Model ve analiz, deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi için Bölüm 12.9’da verilen şartlara ve sönümlleme sistemi için bu bölümde verilen şartlara uygun olacaktır. Modellerde kullanılan sönümlleme cihazlarının rijitlik ve sönüm özellikleri Bölüm 18.9’da belirtilen deneylere dayanacak veya bu deneyler ile doğrulanacaktır.

Sönümlleme sisteminin, sönümlleme cihazları dışında kalan tüm elemanlarının elastik rijitlikleri açıkça modellenecektir. Sönümlleme cihazlarının rijitlikleri, sönümlleme cihazı türüne bağlı olarak aşağıdaki gibi modellenecektir:

1. Yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazları: Yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazları, ilgili tepki yerdeğiştirmesi anında (örneğin, tasarım görelı kat ötelemesi) sönümlleme cihazı kuvvetini temsil eden bir efektif rijitlik ile modellenecektir. Alternatif olarak, akmaya dayalı ve sürtünmeye dayalı sönümlleme cihazlarının rijitliğinin, yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazlarındaki tasarım kuvvetlerinin,

Q_{DSD} , dış yük olarak modele uygulanması koşulu ile, tepki spektrumu yöntemine dahil edilmemesine izin verilir (Bölüm 18.7.2.5).

2. Hıza bağlı sönümlenme cihazları: Rijitlik bileşenine sahip olan hıza bağlı sönümlenme cihazları (örneğin, viskoelastik sönümlenme cihazları), ilgili genlik ve frekansa karşılık gelen bir efektif rijitlik ile modellenenecektir.

18.4.2 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi.

18.4.2.1 Deprem Taban Kesme [Kuvveti]. Yapının verilen bir doğrultudaki deprem taban kesme [kuvveti], V , modal kesme kuvvetlerinin, V_m , modal birleşimi olarak belirlenecek ve [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-1'in sınırları sağlayacaktır:

$$V \geq V_{min} \quad (18.4-1)$$

Yapının deprem taban kesme [kuvveti], V , modal taban kesme [kuvvetlerinin], V_m , kareler toplamının karekökü (KTKK) (~~yöntemi~~) ile veya tam karesel birleşimi (TKB) ile belirlenecektir.

18.4.2.2 Modal Taban Kesme [Kuvveti]. Yapının m . salınım modunun, ilgili doğrultudaki modal taban kesme [kuvveti], V_m , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-2'e göre belirlenecektir:

$$V_m = C_{Sm} \bar{W}_m \quad (18.4-2a)$$

$$\bar{W}_m = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i \phi_{im} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \phi_{im}^2} \quad (18.4-2b)$$

Burada,

C_{Sm} = yapının m . salınım modunun, ilgili doğrultuda Bölüm 18.4.2.4 ($m = 1$) veya Bölüm 18.4.2.6 ($m > 1$) ile belirlenen deprem davranış katsayısı

$\bar{W}_m$ = yapının m . salınım modunun efektif deprem ağırlığı

18.4.2.3 Modal Katılım Katsayısı. Yapının m . salınım modunun, ilgili doğrultudaki modal katılım katsayısı, Γ_m , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-3'e göre belirlenecektir:

$$\Gamma_m = \frac{\bar{W}_m}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im}} \quad (18.4-3)$$

ϕ_{im} = Yapının m . salınım modunun i . seviyesinin, ilgili bir doğrultudaki yerdeğiştirme genliğinin, çatı katı seviyesi yerdeğiştirme değeri ile normleştirilmiş hali

18.4.2.4 Hakim Mod [için] Deprem Tepki Katsayısı. Yapının hakim modunun ($m = 1$), ilgili doğrultudaki deprem davranış katsayısı, C_{S1} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-4 ve Denk. 18.4-5'e göre belirlenecektir:

$T_{1D} < T_s$ için,

$$C_{S1} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{DS}}{\Omega_0 B_{1D}} \quad (18.4-4)$$

$T_{1D} \geq T_s$ için,

$$C_{S1} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{D1}}{T_{1D} (\Omega_0 B_{1D})} \quad (18.4-5)$$

18.4.2.5 Efektif Hakim Mod Periyodunun Belirlenmesi. Tasarım depremi yer hareketi seviyesindeki efektif hakim modal periyot, T_{1D} , ve MCE_R (en büyük deprem) yer hareketi seviyesinde efektif hakim modal periyot, T_{1M} , yapının akma sonrası kuvvet-yerdeğiştirme özelliklerinin açıkça elde edilmesi ile veya [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-6 ve 18.4-9'a göre belirlenecektir.:

$$T_{1D} = T_1 \sqrt{\mu_D} \quad (18.4-6)$$

$$T_{1M} = T_1 \sqrt{\mu_M} \quad (18.4-7)$$

18.4.2.6 Hakim Mod [için] Deprem Tepki Katsayısı. Yapının m . salınım modunun yüksek mod ($m > 1$) deprem davranış katsayısı aşağıda verilen Denk. 18.4-8 ve 18.4-9'a göre hesaplanacaktır:

$T_m < T_s$ için,

$$C_{Sm} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{DS}}{\Omega_0 B_{mD}} \quad (18.4-8)$$

$T_m \geq T_s$ için,

$$C_{Sm} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{D1}}{T_m (\Omega_0 B_{mD})} \quad (18.4-9)$$

T_m = yapının ilgili doğrultudaki m . salınım modunun periyodu, saniye

B_{mD} = efektif sönüm [oranı] için β_{mD} ve yapının periyodu için T_m değerlerinin kullanılması ile Tablo 18.6-1'den elde edilen sayısal katsayı

18.4.2.7 Tasarım Yanal Kuvveti. Yapının m . modunun salınımı nedeni ile, ilgili doğrultuda Seviye i 'de oluşan tasarım yanal kuvveti, F_{im} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-10'a göre belirlenecektir:

$$F_{im} = w_i \phi_{im} \frac{\Gamma_m}{W_m} V_m \quad (18.4-10)$$

Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi yapısal elemanlarının tasarım kuvveti, modal kuvvetlerin KTKK (kareler toplamının karekökü) veya tam karesel birleşimi (TKB) ile belirlenecektir.

18.4.3 Sönümlleme Sistemi. Sönümlleme cihazlarının ve sönümlleme sisteminin diğer elemanlarının tasarım kuvveti, aşağıdaki bölümlerde açıklanan kat yerdeğiştirmeleri, kat ötelemeleri ve kat ivmeleri kullanılarak belirlenecektir.

Sönümlleme cihazlarındaki en büyük kuvvetlerin hesaplarında kullanılan yerdeğiştirme ve hızların hesabında, cihaz eksenlerinin yatayla olan açısı ve deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi tasarımında kullanılması zorunlu burulma etkileri nedeni ile artan yerdeğiştirmeler dikkate alınacaktır.

Seviye i 'de oluşan kat yerdeğiştirmeleri, δ_{iD} ve δ_{iM} , tasarım kat ötelemeleri, Δ_D ve Δ_M , ve tasarım kat hızları, ∇_D ve ∇_M , hem tasarım depremi yer hareketleri için hem de en büyük deprem yer hareketleri için, bu bölüme göre hesaplanacaktır.

18.4.3.1 Tasarım Depremi Kat Yerdeğiştirmeleri. Yapının m . salınım modunun, tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile Seviye i 'de oluşan ilgili doğrultudaki yapı yerdeğiştirmesi, δ_{imD} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-11'e göre belirlenecektir:

$$\delta_{imD} = D_{mD} \phi_{im} \quad (18.4-11)$$

Yapının her bir katında oluşan toplam tasarım [depremi] kat yerdeğiştirmeleri, tasarım depremi modal yerdeğiştirmelerinin KTKK (kareler toplamının karekökü) veya tam karesel birleşimi (TKB) ile hesaplanacaktır.

18.4.3.2 Tasarım Depremi Çatı Katı Yerdeğiştirmesi. Yapının hakim modunun ($m = 1$) ve diğer modlarının ($m > 1$), tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile oluşan ilgili doğrultudaki çatı katı yerdeğiştirmeleri, D_{1D} ve D_{mD} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-12 ve 18.4-13'e göre belirlenecektir:

$m = 1$ için,

$$D_{1D} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_{1D}^2}{B_{1D}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1D} < T_s \quad (18.4-12a)$$

$$D_{1D} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_{1D}^2}{B_{1D}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1D} \geq T_s \quad (18.4-12b)$$

$m > 1$ için,

$$D_{mD} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_m \frac{S_{D1} T_m^2}{B_{mD}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_1^2}{B_{mD}} \quad (18.4-13)$$

18.4.3.3 Tasarım Depremi Görelî Kat Ötelemesi. Yapının hakim modunun ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, Δ_{1D} , ve [yapının] diğer modlarının ilgili doğrultudaki [tasarım depremi] görelî kat ötelemeleri, Δ_{mD} ($m > 1$), Bölüm 18.4.3.2’de verilen modal çatı katı yerdeğıştirmeleri kullanılarak Bölüm 12.8.6’ya göre hesaplanacaktır.

Yapıda oluşan toplam tasarım [depremi] görelî kat ötelemeleri, Δ_D , tasarım [depremi] modal görelî kat ötelemelerinin KTKK (kareler toplamının karekökü) veya tam karesel birleşimi (TKB) ile belirlenecektir.

18.4.3.4 Tasarım Depremi Kat Hızları. Yapının hakim modunun ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] kat hızları, ∇_{1D} , ve [yapının] diğer modlarının ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] kat hızları, ∇_{mD} ($m > 1$), [aşağıdaki gibi] Denk. 18.4-14 ve 18.4-15’e göre hesaplanacaktır:

$$m = 1 \text{ için, } \nabla_{1D} = 2\pi \frac{\Delta_{1D}}{T_{1D}} \quad (18.4-14)$$

$$m > 1 \text{ için, } \nabla_{mD} = 2\pi \frac{\Delta_{mD}}{T_m} \quad (18.4-15)$$

Yapıda oluşan toplam tasarım [depremi] kat hızları, ∇_D , tasarım [depremi] modal hızlarının KTKK (kareler toplamının karekökü) veya tam karesel birleşimi (TKB) ile belirlenecektir.

18.4.3.5 En Büyük Deprem Tepkileri. Seviye i ’deki en büyük [deprem] toplam modal kat yerdeğıştirmeleri, (tasarım) kat ötelemeleri ve (tasarım) kat hızları sırası ile Bölüm 18.4.3.1, 18.4.3.3 ve 18.4.3.4’e göre hesaplanacak, ancak denklemlerde “tasarım [depremi] çatı katı yerdeğıştirmesi”, “en büyük [deprem] çatı katı yerdeğıştirmesi” olarak değıştirilecektir. Yapının, ilgili doğrultudaki en büyük [deprem] çatı katı yerdeğıştirmesi aşağıda verilen Denk. 18.4-16 ve 18.4-17’e göre hesaplanacaktır:

$m = 1$ için,

$$D_{1M} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_{1M}^2}{B_{1M}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1M} < T_s \quad (18.4-16a)$$

$$D_{1M} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{M1} T_{1M}^2}{B_{1M}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1M} \geq T_s \quad (18.4-16b)$$

$m > 1$ için,

$$D_{mM} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_m \frac{S_{M1} T_m^2}{B_{mM}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_1^2}{B_{mM}} \quad (18.4-17)$$

B_{mM} = Efektif sönüm [oranı] için β_{mM} ($m = 1$) ve yapı periyodu için T_m değerlerinin kullanılması ile Tablo 18.6-1'den elde edilen sayısal katsayı

18.5 EŞDEĞER YANAL KUVVET YÖNTEMİ

Sönümlenme sistemine sahip bir yapının tasarımında eşdeğer yanal kuvvet yöntemi kullanılması durumunda bu bölümde verilen şartlar sağlanacaktır.

18.5.1 Modelleme. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin elemanları, Bölüm 12.8'deki koşullara uygun olarak modellenenecektir. Analizlerde, yapının tabanda sabit mesnetli olduğu düşünülecektir.

Sönümlenme sisteminin elemanları, sönümlenme cihazlarından hem zemine hem de deprem kuvvet-taşıyıcı sistemine aktarılan tasarım kuvvetlerini belirleyecek şekilde modellenenecektir. Hıza bağlı sönümlenme cihazlarının efektif rijitliği modellenenecektir.

Efektif sönüm [oranının] Bölüm 18.6'nın yöntemlerine göre hesaplandığı ve [efektif sönümlenme oranının] Bölüm 18.5.2 ve 18.5.3'de şart koşulduğu şekilde [yapı] tepkilerinin değiştirilmesi için kullanıldığı [durumlarda], sönümlenme cihazlarının açıkça modellenmesine gerek yoktur.

Modellerde kullanılan sönümlenme cihazlarının rijitlik ve sönüm özellikleri Bölüm 18.9'da belirtilen deneyler ile elde edilecek veya bu deneyler ile doğrulanacaktır.

18.5.2 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi.

18.5.2.1 Deprem Taban Kesme [Kuvveti]. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ilgili doğrultudaki deprem taban kesme [kuvveti], V , iki modal bileşenin, V_1 ve V_R , birleşimi olarak, [aşağıdaki] Denk. 18.5-1'e göre belirlenecektir:

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_R^2} \geq V_{\min} \quad (18.5-1)$$

V_1 = hakim modun, (~~tepkinin~~) verilen bir doğrultuda Bölüm 18.5.2.2'de belirlenen (~~tasarım~~) taban kesme [kuvveti]

V_R = artık modun, verilen bir doğrultuda Bölüm 18.5.2.6'de belirlenen (~~tasarım~~) taban kesme [kuvveti]

$V_{\min}$ = deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin tasarımında kullanılmasına izin verilen, ilgili doğrultuda Bölüm 18.2.2.1'de belirlenen en küçük emniyetli taban kesme [kuvveti]

18.5.2.2 Hakim Modun Taban Kesme [Kuvveti]. Hakim modun taban kesme [kuvveti] V_1 , [aşağıdaki] Denk. 18.5-2'e göre belirlenecektir:

$$V_1 = C_{S1} \bar{W}_1 \quad (18.5-2)$$

C_{S1} = Bölüm 18.5.2.4’de belirlenen, hakim modun deprem davranış katsayısı

$\bar{W}_1$ = Denk. 18.4-2b’de $m = 1$ için tanımlanan ve hareketli yükün bir bölümünü de içeren hakim modun efektif sismik ağırlığı

18.5.2.3 Hakim Mod Özellikleri. Hakim mod şekli, ϕ_{i1} , ve katılım katsayısı, Γ_1 , ya [kuvvet] tepkisi gösteren elemanların elastik yapısal özellikleri ve şekildeğiştirme özelliklerinin kullanıldığı dinamik analiz ile veya [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-3 ve 18.5.4 kullanılarak belirlenecektir:

$$\phi_{i1} = \frac{h_i}{h_r} \quad (18.5-3)$$

$$\Gamma_1 = \frac{\bar{W}_1}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{i1}} \quad (18.5-4)$$

h_i = yapının tabandan Seviye i ’ye olan yüksekliği

h_r = yapının tabandan çatı seviyesine olan yüksekliği

w_i = toplam efektif sismik ağırlığın, W , Seviye i ’de bulunan veya bu seviyeye atanan bölümü

Hakim periyot, T_1 , [kuvvet] tepkisi gösteren elemanların elastik yapısal özellikleri ve şekildeğiştirme özelliklerinin kullanıldığı dinamik analizi ile veya aşağıdaki gibi Denk. 18.5-5 kullanılarak belirlenecektir:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}} \quad (18.5-5)$$

f_i = yapının Seviye i ’sinde, dağılımı Bölüm 12.8.3’e göre yapılan yatay kuvvet

δ_i = yapının Seviye i ’sinde, uygulanan f_i yanal yüklerinden kaynaklanan elastik yerdeğiştirme

18.5.2.4 Hakim Mod Deprem Tepki Katsayısı. Hakim mod deprem tepki katsayısı, C_{S1} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-6 veya 18.5-7 kullanılarak belirlenecektir:

$T_{1D} < T_s$ için,

$$C_{S1} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{DS}}{\Omega_0 B_{1D}} \quad (\text{asıl metinde } S_{D1} \text{ kullanılmış, } S_{DS} \text{ olması gerekiyor}) \quad (18.5-6)$$

$T_{1D} \geq T_s$ için,

$$C_{S1} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{D1}}{T_{1D}(\Omega_0 B_{1D})} \quad (18.5-7)$$

S_{DS} = kısa periyot bölgesinde tasarım [depremi] spektral davranış ivme parametresi

S_{D1} = 1 saniye periyotta, tasarım [depremi] spektral davranış ivme parametresi

B_{1D} = Efektif sönüm [oranı] için β_{mD} ($m = 1$) ve yapının periyodu için T_{1D} değerlerinin kullanılması ile Tablo 18.6-1'den elde edilen sayısal katsayı

18.5.2.5 Efektif Hakim Mod Periyodunun Belirlenmesi. Tasarım depremi [seviyesindeki] efektif hakim modal periyot, T_{1D} , ve en büyük deprem [seviyesindeki] efektif hakim modal periyot, T_{1M} , yapının akma sonrası kuvvet-yerdeğiştirme özelliklerinin açıkça elde edilmesi ile veya [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-8 ve 18.5-9 kullanılarak hesaplanacaktır:

$$T_{1D} = T_1 \sqrt{\mu_D} \quad (18.5-8)$$

$$T_{1M} = T_1 \sqrt{\mu_M} \quad (18.4-9)$$

18.5.2.6 Artık Mod Taban Kesme [Kuvveti]. Artık mod taban kesme [kuvveti], V_R , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-10'a göre hesaplanacaktır:

$$V_R = C_{SR} \bar{W}_R \quad (18.5-10)$$

C_{SR} = Bölüm 18.5.2.8'de hesaplanan artık mod deprem davranış katsayısı

$\bar{W}_R$ = Denk. 18.5-13 kullanılarak hesaplanan (efektif) artık modun efektif ağırlığı

18.5.2.7 Artık Mod Özellikleri. Artık mod şekli, ϕ_R , katılım katsayısı, Γ_R , yapının artık mod efektif sismik ağırlığı, $\bar{W}_R$, ve efektif periyot, T_R , aşağıda verilen Denk. 18.5-11, [18.5-12, 18.5-13 ve] 18.5-14 kullanılarak belirlenecektir:

$$\phi_{iR} = \frac{1 - \Gamma_1 \phi_{i1}}{1 - \Gamma_1} \quad (18.5-11)$$

$$\Gamma_R = 1 - \Gamma_1 \quad (18.5-12)$$

$$\bar{W}_R = W - \bar{W}_1 \quad (18.5-13)$$

$$T_R = 0.4 T_1 \quad (18.5-14)$$

18.5.2.8 Artık Mod Deprem Tepki Katsayısı. Artık mod deprem davranış katsayısı, C_{SR} , [aşağıdaki] Denk. 18.5.15'e göre belirlenecektir:

$$C_{SR} = \left(\frac{R}{C_d} \right) \frac{S_{DS}}{\Omega_0 B_R} \quad (18.5-15)$$

B_{RD} = efektif sönüm [oranı] için β_R ve yapının periyodu için T_R değerlerinin kullanılması ile Tablo 18.6-1'den elde edilen sayısal katsayı

18.5.2.9 Tasarım Yanal Kuvveti. Seviye i 'de bulunan deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin elemanlarındaki, yapının hakim modunun davranışlarından kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım yanal kuvveti, F_{i1} , ve yapının artık modunun davranışından kaynaklanan [ilgili doğrultudaki tasarım yanal kuvveti], F_{iR} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-16 ve 18.5-17'e göre belirlenecektir:

$$F_{i1} = \omega_i \phi_{i1} \frac{\Gamma_1}{W_1} V_1 \quad (18.5-16)$$

$$F_{iR} = \omega_i \phi_{iR} \frac{\Gamma_R}{W_R} V_R \quad (18.5-17)$$

Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin elemanlarında oluşan tasarım kuvveti, hakim ve artık modlardan kaynaklanan kuvvetlerin KTKK (kareler toplamının karekökü) alınarak belirlenecektir.

18.5.3 Sönümleme Sistemi. Sönümleme cihazlarının ve sönümleme sisteminin diğer elemanlarının tasarım kuvveti, aşağıdaki bölümlerde açıklandığı gibi kat yerdeğiştirmeleri, kat ötelemeleri ve kat ivmeleri kullanılarak hesaplanacaktır.

Sönümleme cihazlarındaki en büyük kuvvetlerin hesaplarında kullanılan yerdeğiştirme ve hızların hesabında, cihaz eksenlerinin yatayla olan açısı ve deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi tasarımında kullanılması zorunlu burulma etkileri nedeni ile artan yerdeğiştirmeler dikkate alınacaktır.

Seviye i 'deki kat yerdeğiştirmeleri, δ_{iD} ve δ_{iM} , tasarım kat ötelemeleri, Δ_D ve Δ_M , ve tasarım kat hızları, ∇_D ve ∇_M , sırası ile hem tasarım depremi yer hareketleri için hem de en büyük deprem yer hareketleri için aşağıdaki bölümlere göre hesaplanacaktır.

18.5.3.1 Tasarım Depremi [için] Kat Yerdeğiştirmesi. Yapının her bir katındaki, ilgili doğrultudaki toplam tasarım [depremi] yerdeğiştirmesi, hakim ve artık modların kat yerdeğiştirmelerinin KTKK (kareler toplamının karekökü) olarak hesaplanacaktır. Hakim ve artık modların, yapı Seviye i 'sinin rijitlik merkezinde tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile oluşan ilgili doğrultudaki yerdeğiştirmeleri, δ_{i1D} ve δ_{iRD} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-18 ve 18.5-19 kullanarak belirlenecektir:

$$\delta_{i1D} = D_{1D} \phi_{i1} \quad (18.5-18)$$

$$\delta_{iRD} = D_{RD} \phi_{iR} \quad (18.5-19)$$

D_{1D} = yapının çatı katının rijitlik merkezinin, değerlendirilen doğrultudaki hakim mod tasarım [depremi] yerdeğiştirmeleri, Bölüm 18.5.3.2

D_{RD} = yapının çatı katının rijitlik merkezinin, değerlendirilen doğrultudaki artık mod tasarım [depremi] yerdeğiştirmeleri, Bölüm 18.5.3.2

18.5.3.2 Tasarım Depremi [için] Çatı Katı Yerdeğiştirmesi. Yapının çatı katının rijitlik merkezinin tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile ilgili doğrultuda oluşan hakim ve artık mod yerdeğiştirmeleri, D_{1D} ve D_{1R} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-20 ve 18.5-21 kullanılarak belirlenecektir:

$$D_{1D} = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_{1D}^2}{B_{1D}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{DS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1D} < T_s \quad (18.5-20a)$$

$$D_{1D} = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{D1} T_{1D}}{B_{1D}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{D1} T_1}{B_{1E}}, \quad T_{1D} \geq T_E \quad (18.5-20b)$$

$$D_{RD} = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_R \frac{S_{D1} T_R}{B_R} \leq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_R \frac{S_{DS} T_R^2}{B_R} \quad (18.5-21)$$

18.5.3.3 Tasarım Depremi [için] Göreli Kat Ötelemesi. İlgili doğrultuda, tasarım [depremi] göreli kat ötelemeleri, Δ_D , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-22 kullanılarak hesaplanacaktır:

$$\Delta_D = \sqrt{\Delta_{1D}^2 + \Delta_{RD}^2} \quad (18.5-22)$$

Δ_{1D} = yapının hakim salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] göreli kat ötelemesi

Δ_{RD} = yapının artık salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] göreli kat ötelemesi

Tasarım [depremi] modal göreli kat ötelemeleri, Δ_{1D} ve Δ_{RD} , Bölüm 18.5.3.1'in yerdeğiştirmeleri kullanılarak elde edilen ilgili katın üst ve alt yerdeğiştirmelerinin farkı olarak hesaplanacaktır.

18.5.3.4 Tasarım Depremi [için] Kat Hızı. İlgili doğrultuda, tasarım [depremi] kat hızları, ∇_D , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-23, [18.5-24 ve] 18.5-25'e göre hesaplanacaktır:

$$\nabla_D = \sqrt{\nabla_{1D}^2 + \nabla_{RD}^2} \quad (18.5-23)$$

$$\nabla_{1D} = 2\pi \frac{\Delta_{1D}}{T_{1D}} \quad (18.5-24)$$

$$\nabla_{RD} = 2\pi \frac{\Delta_{RD}}{T_R} \quad (18.5-25)$$

Δ_{1D} = yapının hakim salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] göreli kat hızı

Δ_{RD} = yapının artık salınım modundan kaynaklanan ilgili doğrultudaki tasarım [depremi] göreli kat hızı

18.5.3.5 En Büyük Deprem Tepkileri. Seviye i 'deki en büyük [deprem] toplam ve modal kat yerdeğiştirmeleri, tasarım kat ötelemeleri ve tasarım kat hızları sırası ile Bölüm 18.5.3.1, 18.5.3.3 ve 18.5.3.4'e göre hesaplanacak, ancak denklemlerde "tasarım [depremi] çatı katı yerdeğiştirmesi", "en büyük [deprem] çatı katı yerdeğiştirmesi" olarak değiştirilecektir. Yapının, en büyük [deprem] çatı katı yerdeğiştirmesi [aşağıdaki gibi] Denk. 18.5-26 ve 18.5-27'e göre hesaplanacaktır:

$$D_{1M} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_{1M}^2}{B_{1M}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1M} < T_S \quad (18.5-26a)$$

$$D_{1M} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_1 \frac{S_{M1} T_{1M}^2}{B_{1M}} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_1 \frac{S_{MS} T_1^2}{B_{1E}}, \quad T_{1M} \geq T_S \quad (18.5-26b)$$

$$D_{RM} = \frac{g}{4\pi^2} \Gamma_R \frac{S_{M1} T_R^2}{B_R} \geq \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \Gamma_R \frac{S_{MS} T_R^2}{B_R} \quad (18.5-27)$$

S_{M1} = Bölüm 11.4.3'e göre hesaplanan, yüzde 5 sönümlü MCE_R (en büyük deprem) davranış spektrumunun 1 saniye periyottaki ivmesi

S_{MS} = Bölüm 11.4.3'e göre hesaplanan, yüzde 5 sönümlü MCE_R (en büyük deprem) davranış spektrumunun kısa periyotlardaki ivmesi

B_{1M} = efektif sönüm [oranı] için β_{mM} ($m = 1$) ve yapı periyodu için T_{1M} değerlerinin kullanılması ile Tablo 18.6-1'den elde edilen sayısal katsayı

TABLO 18.6-1 SÖNÜM KATSAYISI, B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} VEYA B_{mM} (YAPININ PERİYODU $\geq T_0$ İSE)

Efektif Sönüm [Oranı] β (yüzde kritik)	B_{V+I} , B_{1D} , B_R , B_{1M} , B_{mD} veya B_{mM} (yapının periyodu $\geq T_0$ ise)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

18.6 SÖNÜMLÜ DAVRANIŞIN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bölümler 18.4 ve 18.5’de şart koşulduğu üzere, yapı davranışı, sönümleme sisteminin etkileri için değiştirilecektir.

18.6.1 Sönüm Katsayısı. Yapının periyodunun T_0 ’dan büyük veya T_0 ’a eşit olduğu durumlarda, sönüm katsayısı Tablo 18.6-1’den alınacaktır. Yapının periyodunun T_0 ’dan küçük olduğu durumda, sönüm katsayısı, tüm efektif sönüm değerleri için 0-saniye periyotta 1 değeri ile T_0 periyodunda Tablo 18.6-1’den alınan değer arasında doğrusal aradeğerlendirilecektir.

18.6.2 Efektif Sönüm [Oranı]. Yapının m . salınım modunun, ilgili doğrultuda tasarım [depremi] yerdeğiştirmesindeki efektif sönüm [oranı], β_{mD} , ve ilgili doğrultuda en büyük [deprem] yerdeğiştirmesindeki efektif sönüm [oranı], β_{mM} , [aşağıdaki gibi] Denk. 18.6-1 ve 18.6-2’e göre hesaplanacaktır:

$$\beta_{mD} = \beta_I + \beta_{Vm} \sqrt{\mu_D} + \beta_{HD} \quad (18.6-1)$$

$$\beta_{mM} = \beta_I + \beta_{Vm} \sqrt{\mu_M} + \beta_{HM} \quad (18.6-1)$$

β_{HD} = yapının ilgili doğrultudaki efektif sönüm [oranının], [tasarım depremi için hesaplanan] efektif süneklik talebi, μ_D , anındaki, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ve sönümleme sistem elemanlarının akma sonrası çevrimsel davranışından kaynaklanan bileşeni

β_{HM} = yapının ilgili doğrultudaki efektif sönüm [oranının], [en büyük deprem için hesaplanan] efektif süneklik talebi, μ_M , anındaki, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ve sönümleme sistem elemanlarının akma sonrası çevrimsel davranışından kaynaklanan bileşeni

β_I = yapının efektif sönüm [oranının], deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin efektif akma veya hemen altındaki yerdeğiştirmelerinde, yapının elemanlarının içsel enerji yitiminden kaynaklanan bölümü

β_{Vm} = yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki efektif sönüm [oranının], deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin efektif akma veya hemen altındaki yerdeğiştirmelerinde, sönümleme sistemi tarafından enerjinin viskoz yitiminden kaynaklanan bileşeni

μ_D = ilgili doğrultuda, tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminde oluşan efektif süneklik talebi

μ_M = ilgili doğrultuda, en büyük deprem yer hareketleri nedeni ile deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminde oluşan efektif süneklik talebi

Analiz veya deney verisi başka değerleri desteklemedikçe, yüksek modların ilgili doğrultudaki efektif süneklik talebi 1.0 alınacaktır.

18.6.2.1 İçsel Sönüm [Oranı]. İçsel sönüm [oranı], β_i , malzeme tipine, yerleşimine, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin dinamik tepki verdiği efektif akma veya daha düşük [yerdeğıştirmelerdeki] seviyelerdeki yapısal ve yapısal olmayan elemanların davranışına dayandırılacaktır. Analiz veya deney verisi başka değerleri desteklemedikçe, tüm salınım modları için içsel sönümleme, kritik [sönümlemenin] %5'i alınacaktır.

18.6.2.2 Çevrimsel Sönüm [Oranı]. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ve sönümleme sisteminin çevrimsel sönüm [oranı] deneylere veya analize dayandırılacak veya [aşağıdaki gibi] Denk 18.6-3 ve 18.6-4'e göre hesaplanacaktır:

$$\beta_{HM} = q_H (0.64 - \beta_i) \left(1 - \frac{1}{\mu_D} \right) \quad (18.6-3)$$

$$\beta_{HD} = q_H (0.64 - \beta_i) \left(1 - \frac{1}{\mu_M} \right) \quad (18.6-4)$$

q_H = çevrimsel döngü ayarlama katsayısı, Bölüm 18.6.2.2.1 tanımlanmıştır.

μ_D = Bölüm 18.6.3'de tanımlanan, tasarım depremi yer hareketleri nedeni ile deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminde oluşan ilgili doğrultudaki efektif süneklik talebi

μ_M = Bölüm 18.6.3'de tanımlanan, en büyük deprem yer hareketleri nedeni ile deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminde oluşan ilgili doğrultudaki efektif süneklik talebi

Analiz veya deney verisi başka değerleri desteklemedikçe, yüksek salınım modlarının ilgili doğrultudaki çevrimsel sönüm [oranı] sıfır alınacaktır.

18.6.2.2.1 Çevrimsel Döngü Düzeltme Katsayısı. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ve sönümleme sisteminin çevrimsel sönüm hesabı, deprem talebinin tekrarlı çevrimleri esnasında çevrim döngü alanını azaltan daralma ve diğerk etkileri içerecektir. Analiz veya deney verisi başka değerleri desteklemedikçe, çevrim döngü alanının tasarımda kullanılacak bölümünün oranı aşağıda Denk. 18.6-5 kullanılarak hesaplanan q_H katsayısına eşit alınacaktır.

$$q_H = 0.67 \frac{T_s}{T_1} \quad (18.6-5)$$

Burada,

T_s = S_{D1} / S_{DS} oranı ile tanımlanan periyot

T_1 = ilgili doğrultuda yapının hakim salınım modunun periyodu

q_H değeri 1.0'den büyük alınmayacaktır ve 0.5'den küçük alınmasına gerek yoktur.

18.6.2.3 Viskoz Sönüm [Oranı]. Yapının m . salınım modunun viskoz sönüm [oranı], β_{vm} , aşağıda verilen Denk. 18.6-6 ve 18.6-7 kullanılarak hesaplanacaktır:

$$\beta_{vm} = \frac{\sum_j W_{mj}}{4\pi W_m} \quad (18.6-6)$$

$$W_m = \frac{1}{2} \sum_i F_{im} \delta_{im} \quad (18.6-7)$$

Burada,

W_{mj} = yapının m . salınım moduna denk gelen dinamik davranışın bir tam çevrimi ile ilgili doğrultudaki δ_{im} modal yerdeğiştirmelerinde j . sönümleme cihazı tarafından yapılan iş

W_m = yapının m . salınım modunun ilgili doğrultudaki δ_{im} modal yerdeğiştirmelerinde en büyük birim şekildeğiştirme enerjisi

F_{im} = m . modun Seviye i 'deki eylemsizlik kuvveti

δ_{im} = Seviye i 'nin m . salınım modunda, yapı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki yerdeğiştirmesi

Yerdeğiştirmeye bağlı sönümleme cihazlarının viskoz modal sönümü, yapının efektif akma yerdeğiştirmesine eşit bir davranış genliğine dayalı olacaktır.

Her bir sönümleme cihazı tarafından yapılan işin hesabı, ilgili salınım moduna göre her bir cihazın doğrultusunu ve katılımını göz önünde bulunduracaktır. Her bir sönümleme cihazı tarafından yapılan iş, pimler, cıvatalar, köşebent plakalar, destek uzantıları ve sönümleme cihazlarını yapının diğer elemanlarına bağlayan diğer bileşenler de dahil olmak üzere tüm elemanların esnekliğini hesaba katmak için gerektiği gibi azaltılacaktır.

18.6.3 Efektif Süneklik Talebi. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi üzerindeki tasarım depremi yer hareketleri için efektif süneklik talebi, μ_D , ve en büyük deprem yer hareketleri için efektif süneklik talebi, μ_M , aşağıda verilen Denk. 18.6-8, 18.6-9 ve 18.6-10 kullanılarak hesaplanacaktır:

$$\mu_D = \frac{D_{1D}}{D_Y} \geq 1 \quad (18.6-8)$$

$$\mu_M = \frac{D_{1M}}{D_Y} \geq 1 \quad (18.6-9)$$

$$D_Y = \left(\frac{g}{\pi^2} \right) \left(\frac{\Omega_0 C_d}{R} \right) \Gamma_1 C_{S1} T_1^2 \quad (18.6-10)$$

Burada,

D_{1D} = yapının çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki hakim mod tasarım [depremi] yerdeğiştirmeleri, Bölüm 18.4.3.2 veya 18.5.3.2

D_{1M} = yapının çatı katı rijitlik merkezinin ilgili doğrultudaki hakim mod en büyük [deprem] yerdeğiştirmeleri, Bölüm 18.4.3.5 veya 18.5.3.5

D_Y = yapının çatı katı rijitlik merkezinin deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin efektif akma noktasındaki yerdeğiştirmeleri.

R = Tablo 12.2-1'den alınan davranış değiştirme katsayısı

C_d = Tablo 12.2-1'den alınan yerdeğiştirme büyütme katsayısı

Ω_0 = Tablo 12.2-1'den alınan sistem dayanım fazlalığı katsayısı

Γ_1 = yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki katılım katsayısı, Bölüm 18.4.2.3 veya 18.5.2.3 ($m = 1$)

C_{S1} = yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki deprem davranış katsayısı, Bölüm 18.4.2.4 veya 18.5.2.4 ($m = 1$)

T_1 = yapının ilgili doğrultudaki hakim salınım modunun periyodu

Tasarım [depremi] süneklik talebi, μ_D , Bölüm 18.6.4'te verilen efektif süneklik talebinin en büyük değerini, μ_{max} , aşmayacaktır.

18.6.4 En Büyük Efektif Süneklik Talebi. Çevrimsel döngü ayarlama katsayısı, çevrimsel sönüm [oranı] ve diğer parametrelerin belirlenmesi için efektif süneklik talebinin en büyük değeri, μ_{max} , Denk. 18.6-11 ve 18.6-12 kullanılarak hesaplanacaktır:

$T_{1D} \leq T_S$ için

$$\mu_{max} = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{R}{\Omega_0 I_e} \right)^2 + 1 \right) \quad (18.6-8)$$

$T_1 \geq T_S$ için

$$\mu_{max} = \frac{R}{\Omega_0 I_e} \quad (18.6-9)$$

$T_1 \leq T_S \leq T_{1D}$ için, μ_{max} Denk. 18.6-8 ve 18.6-12'nin değerleri arasında aradeğerleme ile belirlenecektir.

Burada,

I_e = Bölüm 11.5.1'e göre belirlenen [bina] (kullanım) önem katsayısı

T_{1D} = yapının hakim salınım modunun ilgili doğrultudaki yapı tasarım [depremi] yerdeğiştirmelerine denk gelen efektif periyodu

18.7 DEPREM YÜK KOŞULLARI VE KABUL KRİTERLERİ

Bölüm 18.3'teki doğrusal olmayan yöntemler için, deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi, sönümlleme sistemi, yükleme koşulları ve ilgili tepki parametreleri için kabul kriterleri Bölüm 18.7.1'e uygun olacaktır. Bölüm 18.4'ün tepki spektrumu yöntemine veya Bölüm 18.5'ün eşdeğer yanal kuvvet yöntemine göre belirlenen tasarım kuvvetleri ve yerdeğiştirmeler, bu standardın dayanım tasarım kriterleri ve Bölüm 18.7.1 ve 18.7.2'deki deprem yükleme koşulları kullanılarak kontrol edilecektir.

18.7.1 Doğrusal Olmayan Yöntemler. Analizde doğrusal olmayan yöntemlerin kullanılması durumunda deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi, sönümlleme sistemi, deprem yükleme koşulları ve kabul kriterleri aşağıdaki alt bölümlere uygun olacaktır.

18.7.1.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi, Bölüm 18.2.2.1'de verilen deprem taban kesme [kuvvetinin], V_{min} , kullanıldığı Bölüm 12.2.1'in dayanım şartlarını sağlayacaktır. Göreli kat ötelemesi, tasarım depremi yer hareketleri kullanılarak hesaplanacaktır.

18.7.1.2 Sönümlleme Sistemleri. Sönümlleme cihazları ve bağlantıları, en büyük deprem kuvvetlerine, yerdeğiştirmelerine ve hızlarına dayanacak şekilde boyutlandırılacaktır.

18.7.1.3 Yük Etkilerinin Birleştirilmesi. Düşey yükler ve deprem kuvvetlerinden dolayı sönümlleme sisteminde oluşan etkiler, analize göre belirlenen yatay deprem kuvvetlerinin, Q_E , etkisi kullanılarak Bölüm 12.4'e göre birleştirilecektir. Hiperstatiklik katsayısı, ρ , her durum için 1.0'a eşit alınacaktır ve Bölüm 12.4.3'te verilen dayanım fazlalığını içeren deprem yük etkisinin sönümlleme sisteminin tasarımında kullanılmasına gerek yoktur.

18.7.1.4 İlgili Tepki Parametreleri için Kabul Kriterleri. Sönümlleme sistemi bileşenleri, deprem yükleme şartları ve bu standardın doğrusal olmayan yöntemler ve $\phi = 1.0$ ile hesaplanan deprem kuvvetleri kullanılarak belirlenen dayanım tasarımı kriterleri ile kontrol edilecektir. Deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin elemanlarının doğrusal olmayan yöntemlerin kuvvetleri ile kontrol edilmesine gerek yoktur.

18.7.2 Tepki Spektrumu ve Eşdeğer Yanal Kuvvet Yöntemleri. Tepki spektrumu ve eşdeğer yanal kuvvet yöntemlerinin kullanıldığı analizlerde deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi, sönümlleme sistemi, deprem yükleme koşulları ve kabul kriterleri aşağıdaki bölümlere uyacaktır.

18.7.2.1 Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi, Bölüm 18.4.2 veya Bölüm 18.5.2'ye uygun olarak belirlenen deprem taban kesme [kuvveti] ve tasarım kuvvetleri kullanılarak, Bölüm 12.2.1'in şartlarını sağlayacaktır.

Bölüm 18.4.3.3 veya 18.5.3.3'e göre hesaplanan tasarım [depremi] görelî kat ötelemesi, Δ_D , (R/C_D) ile Tablo 12.12-1'den elde edilen ve Bölüm 12.8.4'nin gerektirdiği burkulma etkilerini de içeren görelî kat öteleme sınır değeri'nin çarpımından fazla olmayacaktır.

18.7.2.2 Sönümlleme Sistemi. Sönümlleme sistemi, bu bölüme uygun olarak hesaplanan deprem tasarım kuvvetleri ve deprem yükleme durumları için, Bölüm 12.2.1 şartlarını sağlayacaktır.

18.7.2.3 Yükl Etkilerinin Birleştirilmesi. Düşey yüklemler ve deprem kuvvetlerinden dolayı sönümlleme sistemi ve bu sistemin elemanları üzerinde oluşan etkiler, Bölüm 18.7.2.5'e göre hesaplanan yanal deprem kuvvetlerinin, Q_E , etkisi kullanılarak, Bölüm 12.4'e göre birleştirilecektir. Hiperstatiklik katsayısı, ρ , her durum için 1.0'a eşit alınacaktır ve Bölüm 12.4.3'te verilen dayanım fazlalığını içeren deprem yük etkisinin sönümlleme sisteminin tasarımında kullanılmasına gerek yoktur.

18.7.2.4 Sönümlleme Sistemi Modal Tasarım Kuvvetleri. Sönümlleme sistemi modal tasarım kuvvetleri, sönümlleme cihazlarının tipine ve Bölüm 18.4.3 veya 18.5.3'e göre belirlenen modal tasarım kat yerdeğıştirmelerine ve hızlarına göre hesaplanacaktır.

Modal tasarım kat yerdeğıştirmeleri ve hızları, tepki serisi analizi ile teyit edilmesi gereken en büyük tepkinin gerekli olduğu Bölüm 18.3'e göre belirlenen toplam tasarım kat yerdeğıştirmelerini ve hızlarını kapsayacak şekilde artırılacaktır.

1. Yerdeğıştirmeye bağılı sönümlleme cihazları: Yerdeğıştirmeye bağılı sönümlleme cihazlarındaki (tasarım) deprem kuvveti, tasarım depremi görelî kat ötelemesi de, Δ_D , dahil olmak üzere bu ötelemeye kadar ki tüm [cihaz] yerdeğıştirmelerinde oluşan en büyük [cihaz] kuvvetine dayanacaktır.
2. Hıza bağılı sönümlleme cihazları: Salınımın her bir modu için hıza bağılı sönümlleme cihazlarındaki (tasarım) deprem kuvveti, ilgili modun tasarım depremi kat hızı da dahil olmak üzere bu kat hızına kadar ki tüm [cihaz] hızlarında oluşan en büyük [cihaz] kuvvetine dayanacaktır.

Her katta sönümlleme cihazlarındaki (tasarım) [depremi] kuvvetlerini belirlemek için kullanılan yerdeğıştirme ve hızlar, sönümlleme cihazının yatayla yaptığı aç ve burulma hareketlerinden dolayı artan kat etkilerini de içerecektir.

18.7.2.5 Deprem Yükl Koşulları ve Modal Tepkilerin Birleşimi. Sönümlleme sisteminin her bir elemanında yatay deprem nedeni ile oluşan (tasarım) deprem kuvveti, Q_E , aşağıdaki üç yükleme durumunun en büyük kuvveti olarak alınacaktır:

1. En büyük yerdeğıştirme aşaması: En büyük yerdeğıştirme aşamasındaki deprem tasarım kuvveti [aşağıdaki gibi] Denk. 18.7-1'e göre hesaplanacaktır:

$$Q_E = \Omega_0 \sqrt{\sum_m (Q_{mSFRS})^2} \pm Q_{DSD} \quad (18.7-1)$$

Burada,

Q_{mSFRS} = sönümlleme sistem elamanının, deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin m . salınım modunun ilgili doğrultudaki (~~tasarım~~) deprem kuvvetine eşit olan [eleman] kuvveti

Q_{DSD} = sönümlleme sistem elemanının, yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazlarının (~~tasarım~~) deprem kuvvetlerine karşı koyabilmek için gerekli [eleman] kuvveti

Sönümlleme sistemin elamanlarında deprem kuvvetler, Q_{DSD} , yerdeğiştirmeye-bağlı sönümlleme cihazlarında oluşan tasarım kuvvetlerinin sönümlleme sistem üzerine yarı-statik kuvvet olarak uygulanması ile hesaplanacaktır. Yerdeğiştirmeye bağlı sönümlleme cihazlarının (~~tasarım~~) deprem kuvvetleri, yapının en büyük yerdeğiştirmesinde hem pozitif hem de negatif doğrultuda uygulanacaktır.

2. En büyük hız aşaması: En büyük hız aşamasındaki tasarım deprem tasarım kuvveti [aşağıdaki gibi] Denk. 18.7-2'e göre hesaplanacaktır:

$$Q_E = \sqrt{\sum_m (Q_{mDSV})^2}$$

Burada,

Q_{mDSV} = sönümlleme sistemin elamanının, hıza bağlı sönümlleme cihazlarının deprem kuvvet-taşıyıcı sisteminin ilgili doğrultudaki m . salınım modu nedeni ile oluşan (~~tasarım~~) deprem kuvvetlerine karşı koyabilmek için gerekli [eleman] kuvveti

Sönümlleme sisteminin elemanlarındaki modal deprem tasarım kuvvetleri Q_{mDSV} , hıza bağlı cihazların modal tasarım kuvvetlerini şekildeğiştirmemiş (yerdeğiştirmemiş) sönümlleme sistemi üzerine yarı statik kuvvetler olarak uygulanması ile hesaplanacaktır. Modal deprem tasarım kuvvetleri ilgili modun şekildeğiştirmiş hali ile uyumlu doğrultularda uygulanacaktır. Yatay kısıt kuvvetleri, hıza bağlı sönümlleme cihazlarındaki tasarım kuvvetleri ile kesişen, şekildeğiştirmemiş sönümlleme sisteminin her bir Seviye i katına yapının her seviyesindeki yatay yerdeğiştirme sıfır olacak şekilde uygulanacaktır. Her Seviye i katında, kısıtlama kuvvetleri her bir kütle ile orantılı olacak ve her bir kütle noktasına (lokasyonuna) uygulanacaktır.

3. En büyük ivme aşaması: En büyük ivme adımındaki deprem tasarım kuvveti [aşağıdaki gibi] Denk. 18.7-3'e göre hesaplanacaktır:

$$Q_E = \sqrt{\sum_m (C_{mFD} \Omega_0 Q_{mSFRS} + C_{mFV} Q_{mDSV})^2} \pm Q_{DSD} \quad (18.2-4)$$

Kuvvet katsayıları, C_{mFD} ve C_{mFV} , sırasıyla Tablo 18.7-1 ve 18.7-2'den, aşağıdaki şartlara göre belirlenen efektif sönüm [değerleri] kullanılarak belirlenecektir:

İlgili doğrultudaki hakim-mod tepkileri ($m = 1$) için, C_{1FD} ve C_{1FV} katsayıları, cihaz kuvveti ile sönümleme cihaz hızını ilişkilendiren hız üssüne, α , bağlı olacaktır. Efektif hakim mod sönümü, ilgili [yapısal] tepki seviyesinde ($\mu = \mu_D$ veya $\mu = \mu_M$), hakim modun toplam efektif sönüm [oranından], sönümün çevrimsel bileşeninin çıkarılması ile elde edilen değere eşit olacaktır ($\beta_{1D} - \beta_{HD}$ veya $\beta_{1M} - \beta_{HM}$).

İlgili doğrultudaki yüksek mod ($m > 1$) veya artık mod tepkileri için C_{mFD} ve C_{mFV} , katsayıları α 'nın 1.0'a eşit olduğu değere dayanacaktır. Etkili modal sönümü, ilgili modun toplam efektif sönüm [oranına] (β_{mD} veya β_{mM}) eşit olarak alınacaktır. C_{mFD} katsayısının belirlenmesinde, süneklik talebi hakim modun süneklik talebine ($\mu = \mu_D$ veya $\mu = \mu_M$) eşit olarak alınacaktır.

TABLO 18.7-1 KUVVET KATSAYISI, C_{mFD} ^{a,b}

Efektif Sönüm [Oranı]	$\mu \leq 1.0$				$C_{mFD} = 1.0^c$
	$\alpha \leq 0.25$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha \geq 1.0$	
≤ 0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	$\mu \geq 1.0$
0.1	1.00	1.00	1.00	1.00	$\mu \geq 1.0$
0.2	1.00	0.95	0.94	0.93	$\mu \geq 1.1$
0.3	1.00	0.92	0.88	0.86	$\mu \geq 1.2$
0.4	1.00	0.88	0.81	0.78	$\mu \geq 1.3$
0.5	1.00	0.84	0.73	0.71	$\mu \geq 1.4$
0.6	1.00	0.79	0.64	0.64	$\mu \geq 1.6$
0.7	1.00	0.75	0.55	0.58	$\mu \geq 1.7$
0.8	1.00	0.70	0.50	0.53	$\mu \geq 1.9$
0.9	1.00	0.66	0.50	0.50	$\mu \geq 2.1$
≥ 1.0	1.00	0.62	0.50	0.50	$\mu \geq 2.2$

^aAnaliz veya deney verisi farklı değerleri desteklemediği sürece, viskoelastik sistemler için kuvvet katsayısı C_{mFD} 1.0 olarak alınacaktır.

^bHız üssünün, α , ve süneklik talebinin, μ , ara değerleri için aradeğerleme yapılacaktır.

^c C_{mFD} , süneklik talebi değerlerinin, μ , gösterilen değerlerden büyük veya bu değerlere eşit olması durumunda 1.0'e eşit alınacaktır.

18.7.2.6 Elastik Olmayan Davranış Sınırları. Sönümlleme sistem elemanlarının (kuvvetlerinin) dayanım sınırlarını aşmalarına aşağıdaki koşulların sağlanması durumunda izin verilir:

1. Elastik olmayan davranış sönümlleme sisteminin çalışmasını olumsuz yönde etkilemez.
2. Bölüm 18.7.2.5'e göre $\Omega_0 = 1.0$ alınarak hesaplanan eleman kuvvetleri, Bölüm 12.4'de yer alan yük birleşimlerini sağlayan dayanım değerini aşmaz.

TABLO 18.7-2 KUVVET KATSAYISI, C_{mFV} ^{a,b}

Efektif Sönüm [Oranı]	$\alpha \leq 0.25$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha \geq 1.0$
≤ 0.05	1.00	0.35	0.20	0.10
0.1	1.00	0.44	0.31	0.20
0.2	1.00	0.56	0.46	0.37
0.3	1.00	0.64	0.58	0.51
0.4	1.00	0.70	0.69	0.62
0.5	1.00	0.75	0.77	0.71
0.6	1.00	0.80	0.84	0.77
0.7	1.00	0.83	0.90	0.81
0.8	1.00	0.90	0.94	0.90
0.9	1.00	1.00	1.00	1.00
≥ 1.0	1.00	1.00	1.00	1.00

^aAnaliz veya deney verileri farklı değerleri desteklemediği sürece, viskoelastik sistemler için kuvvet katsayısı C_{mFV} 1.0 olarak alınacaktır.

^bHız üssü α 'nın ara değerleri için aradeğerleme yapılacaktır.

18.8 TASARIM GÖZETİMİ

Sönümlleme sisteminin ve ilgili deney programlarının tasarım gözetimi, [projeye] uygun disiplinlerdeki lisanslı tasarım mühendisleri ve deprem analiz yöntemleri ve enerji sönümlleme sistemlerinin teori ve uygulaması konusunda tecrübeli diğer uzmanlardan oluşan bağımsız bir ekip tarafından yürütülecektir.

Tasarım gözetimi, en az aşağıdaki kontrolleri de içerecektir:

1. Sahaya özel (deprem) spektrumlarının ve yer hareketi kayıtlarının elde edilmesi ve diğer bütün projeye özel tasarım kriterlerini içeren sahaya özel deprem kriterlerinin kontrolü.
2. Sönümlleme cihazlarının tasarım parametrelerini de dahil olmak üzere deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümlleme sisteminin ön tasarımlarının kontrolü.

3. Deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi ve sönümleme sisteminin nihai tasarımlarının ve ilgili tüm analizlerin kontrolü.
4. Sönümleme cihazı deney şartları, cihaz imalat kalite kontrol ve güvencesi ve planlanmış bakım ve muayene şartlarının kontrolü.

18.9 DENEYLER

Sönümleme sisteminin tasarımda kullanılan kuvvet-hız, [kuvvet]-yerdeğiştirme ve sönümleme özellikleri, bu bölümde verilen prototip deneylerine dayanacaktır.

Üretim ve kalite kontrol prosedürleri, tüm prototipler ve üretilen tüm sönümleme cihazları için aynı olacaktır.

18.9.1 Prototip Deneyleri. Aşağıdaki deneyler, tasarımda kullanılan her tip ve ebattaki iki tam boyutlu sönümleme cihazında, aşağıda listenen sırayla ayrı ayrı gerçekleştirilecektir.

Aşağıda verilen durumların her ikisinin de sağlanması koşulu ile her iki tür cihazın benzer boyutlarının prototip deneyi için kullanılmasına izin verilir:

1. Üretim ve kalite kontrol yöntemleri, yapıda kullanılan cihazların her türü ve boyutu için aynıdır.
2. Temsili boyutların prototip deneyleri, yapının tasarımından sorumlu ve lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından kabul edilir.

Deney örnekleri, yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından kabul edilmedikçe ve prototip ve üretim deneyleri için şartları sağlamadıkça, inşaat için kullanılmayacaktır.

18.9.1.1 Veri Kaydı. Her deneyin her çevrimi için kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi kaydedilecektir.

18.9.1.2 Deney Dizisi ve Çevrimleri. Aşağıda dizisi verilen deneyler için, her bir sönümleme cihazı, cihazın kurulu durumunu temsil eden yerçekimi yükü etkilerine ve sıcaklık koşullarına tabi tutulacaktır. Deprem deneylerinde ön görülen en büyük deprem için cihazlarda hesaplanan, burada cihaz en büyük deprem yerdeğiştirmesi olarak adlandırılmış olan, yerdeğiştirmeler kullanılacaktır.

1. Her bir sönümleme cihazı, 2.000 adet sürekli rüzgar yükü tam tersinir çevriminden az olmamak kaydı ile, tasarım kasırga [yüklerinde] oluşması beklenen çevrim sayısına tabi tutulacaktır. Rüzgar yükü tasarım fırtınasında beklenen genlikte olacak ve bina hakim periyodunun tersine eşit olan frekansta uygulanacaktır ($f_1 = 1/T_1$).

İSTİSNA: Cihazlar rüzgar kaynaklı kuvvetlere veya yerdeğiştirmelere maruz kalmıyor ise veya tasarım rüzgar kuvveti, eleman akma veya aktivasyon kuvvetinden daha az ise, cihazların bu deneylere tabi tutulmasına gerek yoktur.

- Her bir sönümlleme cihazı, Bölüm 18.4.2.5 de hesaplanan $1/T_{1M}$ 'e eşit bir frekansta ve cihazın en büyük deprem yerdeğiştirmesinde, beş tam sinüzoidal ve tersinir çevrimle yüklenecektir. Sönümlleme cihazının özellikleri çalışma sıcaklığı ile değişiyor ise, bu deneyler çalışma sıcaklığının aralığını tanımlayan en az 3 sıcaklıkta (en düşük, ortam ve en büyük) yapılacaktır.

İSTİSNA: Aşağıdaki durumların tümünün sağlanması koşuluyla sönümlleme cihazlarının alternatif yöntemlerle deneylerine izin verilir:

- Alternatif deney yöntemleri bu bölümde verilen çevrimsel deney koşularına eşdeğerdir.
 - Alternatif yöntemler, sönümlleme cihazı tepkisinin ortam sıcaklığına, yükleme frekansına ve deney sırasındaki sıcaklık artışına olan bağlılığını gösterir.
 - Alternatif yöntemler, yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından kabul edilir.
- Eğer, $1/T_{1M}$ 'den $2.5/T_1$ 'e kadar deney frekansı aralığındaki değişiklikler için, cihaz en büyük deprem yerdeğiştirme değerinden daha az veya buna eşit herhangi bir yerdeğiştirmede sönümlleme cihazının kuvvet-şekildeğiştirme özellikleri yüzde 15'ten fazla değişiyorsa, önceki deneyler $1/T_1$ ve $2.5/T_1$ 'e eşit frekanslarda da yapılacaktır.

Eğer sönümlleme cihazlarının hıza bağlı özelliklerini belirlemek için küçük ölçekli prototipler kullanılırsa, küçük ölçekli prototipler tam ölçekli prototiplerle aynı tür ve malzemelerden olacak, aynı yöntemler ve kalite kontrol prosedürleriyle imal edilecek ve de tam ölçekli prototiplerin yükleme hızlarını temsil eden bir frekansta (benzeşim-ölçekli prototip frekansı) deneye tabi tutulacaktır.

18.9.1.3 Benzer Cihazların Deneyleri. Aşağıdaki durumların her ikisinin de sağlanması koşuluyla sönümlleme cihazlarının prototip deneylerine gerek kalmaz:

- Tüm ilgili deney [verileri] ve diğer sönümlleme cihazı verileri, yapının tasarımından sorumlu olan lisanslı tasarım mühendisine (yetkin statik proje müellifine) iletilmiş ve onun tarafından kabul edilmiştir.
- Lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi), sönümlleme cihazının daha önce deneyi yapılmış olan cihazlarla benzerliğini kanıtlamak sureti ile tasdik eder.

18.9.1.4 Kuvvet-Hız-Yerdeğiştirme Özelliklerinin Belirlenmesi. Bir sönümlleme cihazının kuvvet-hız-yerdeğiştirme özellikleri, prototip cihazlarının bir önceki kısımda tanımlanan çevrimsel yük ve yerdeğiştirme deneylerine dayanacaktır. Bir sönümlleme cihazının efektif rijitliği şekildeğiştirmenin her çevrimi için Denk. 17.8-1 kullanılarak hesaplanacaktır.

18.9.1.5 Cihaz Yeterliliği. Bir prototip sönümleme cihazının performansının, aşağıda listelenen koşulların tümü yerine getirildiğinde yeterli olduğu kabul edilecektir. Arttırılmış sınırların yapı davranışına olumsuz bir etkisi olmadığı analizler ile gösterilmek kaydı ile, aşağıda belirtilen yüzde 15 sınırlarının, yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından arttırılmasına izin verilir.

18.9.1.5.1 Yerdeğiştirmeye Bağlı Sönümleme Cihazları. Bölüm 18.9.1.2’ de tanımlanan deneylere bağlı olarak aşağıdaki durumların sağlanması koşulu ile yerdeğiştirmeye bağlı prototip sönümleme cihazının performansının yeterli olduğu kabul edilecektir:

1. Deney 1 için, sızıntı, akma veya kırılma dâhil hiçbir hasar belirtisinin olmaması.
2. Deneyler 2 ve 3 için, verilen bir frekans ve sıcaklıkta bir sönümleme cihazının herhangi bir çevrimde oluşan sıfır yerdeğiştirmedeki en büyük kuvvetinin ve en küçük kuvvetinin, tüm çevrimlerden hesaplanan sıfır yerdeğiştirmedeki ortalama en büyük ve en küçük kuvvetlerinden farkı %15’den fazla değildir.
3. Deneyler 2 ve 3 için, verilen bir frekans ve sıcaklıkta bir sönümleme cihazının herhangi bir çevrimde oluşan cihazın en büyük deprem yerdeğiştirmesindeki en büyük kuvvetinin ve en küçük kuvvetinin, tüm çevrimlerden hesaplanan cihazın en büyük deprem yerdeğiştirmesindeki ortalama en büyük ve en küçük kuvvetlerinden farkı %15’den fazla değildir.
4. Deneyler 2 ve 3 için, verilen bir frekans ve sıcaklıkta bir sönümleme cihazının herhangi bir çevrimde oluşturduğu çevrim döngüsünün alanının (E_{loop}) tüm çevrimlerden hesaplanan ortalama çevrim döngüsü alanından farkı %15’den fazla değildir.
5. Deneyler 2 ve 3 dizilerindeki her bir deney için hesaplanan sıfır yerdeğiştirmedeki ve en büyük deprem yerdeğiştirmesindeki ortalama en büyük ve en küçük kuvvetlerin ve ortalama çevrim döngüsü alanının (E_{loop}) yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından belirlenen hedef değerlerinden farkı %15’den fazla değildir.

18.9.1.5.2 Hıza Bağlı Sönümleme Cihazları. Bölüm 18.9.1.2’ de tanımlanan deneylere bağlı olarak aşağıdaki durumların sağlanması koşulu ile hıza bağlı prototip sönümleme cihazının performansının yeterli olduğu kabul edilecektir:

1. Deney 1 için, sızıntı, akma veya kırılma dâhil hiçbir hasar belirtisinin olmaması.
2. Rijitliğe sahip hıza bağlı sönümleme cihazları için, bir sönümleme cihazının Deneyler 2 ve 3’ün herhangi bir çevrimindeki efektif rijitliğinin tüm çevrimlerden hesaplanan ortalama efektif rijitliğinden farkı %15’den fazla olamaz.
3. Deneyler 2 ve 3 için, verilen bir frekans ve sıcaklıkta bir sönümleme cihazının herhangi bir çevrimde oluşan sıfır yerdeğiştirmedeki en büyük kuvvetinin ve en küçük

kuvvetinin, tüm çevrimlerden hesaplanan sıfır yerdeğiştirmedeki ortalama en büyük en küçük kuvvetlerinden farkı %15'den fazla değildir.

4. Deney 2 ve Deney 3 için, verilen bir frekans ve sıcaklıkta bir sönümleme cihazının herhangi bir çevrimde oluşturduğu çevrim döngüsünün alanının (E_{loop}) tüm çevrimlerden hesaplanan ortalama çevrim döngüsü alanından farkı %15'den fazla değildir.
5. Deneyler 2 ve 3 dizilerindeki her bir deney için hesaplanan sıfır yerdeğiştirmedeki ortalama en büyük ve en küçük kuvvetlerin, efektif rijitliğin (sadece rijitliğe sahip hıza bağlı sönümleme cihazları için) ve ortalama çevrim döngüsü alanının (E_{loop}) yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından belirlenen hedef değerlerinden farkı %15'den fazla değildir.

18.9.1.6 Üretim Deneyleri. Sönümleme cihazları bir binaya yerleştirilmeden önce, kuvvet-hız-yerdeğiştirme özelliklerinin, yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından belirlenen sınırlar içerisinde kaldığını garantilemek amacı ile cihazlar deneylere tabi tutulacaktır. Üretim-deney programının kapsamı ve sayıları, yapının tasarımından sorumlu lisanslı tasarım mühendisi (yetkin statik proje müellifi) tarafından belirlenecektir.

KAYNAKÇA

Not: ASCE 7-05 ve ASCE 7-10 standartlarının 18. Bölümlerinin deprem spektrum tanımı ve bazı şekilsel güncellemeler dışında aynı olduğu tahmin edilmekle beraber olası farklılıklar için iki yönetmeliğin de incelenmesi önerilmektedir.

ASCE 7-05, 2005, “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures,” ASCE Standard, ASCE/SEI 7-05, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, US.

ASCE 7-10, 2010, “Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures,” ASCE Standard, ASCE/SEI 7-10, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, US.

SEMBOLLERİN AÇIKLAMASI

- $\square_D$ = D: Design Earthquake, Tasarım Depremi, TBDY 2018'e göre DD-2 Depremi
- $\square_E$ = E: Effective, Efektif
- $\square_M$ = M: Maximum Earthquake, Maximum Considered Earthquake, En Büyük Deprem, TBDY 2018'e göre DD-1 Depremi
- $\square_R$ = R: Residual, Artık
- $\square_V$ = V: Viscous, Viskoz
- $\square_I$ = I: Inherent, İçsel
- $\square_d$ = d: deflection, sapma
- $\square_{FD}$ = FD: Force [Coefficient] for Displacement-Dependent Damping Devices, Yerdeğiştirmeye Bağlı Sönümlleme Cihazları için Kuvvet Katsayısı
- $\square_{FV}$ = FV: Force [Coefficient] for Velocity-Dependent Damping Devices, Yerdeğiştirmeye Bağlı Sönümlleme Cihazları için Kuvvet Katsayısı
- $\square_{S1}$ = S: Seismic, Deprem
- $\square_{SR}$ = S: Seismic, Deprem; R: Residual, Artık
- $\square_{RD}$ = R: Residual, Artık; D: Design Earthquake, Tasarım Depremi
- $\square_{RM}$ = R: Residual, Artık; M: Maximum Earthquake, En Büyük Deprem
- $\square_Y$ = Y: Yield, Akma
- $\square_r$ = r: roof, çatı
- $\square_H$ = H: Hysteretic, Çevrimsel
- $\square_{DSD}$ = DSD: [Force] in the Damping System due to Displacement-Dependent Damping Devices, Sönümlleme Sisteminde Yerdeğiştirmeye Bağlı Sönümlleme Cihazları nedeni ile Oluşan [Kuvvet]
- $\square_{DSV}$ = DSV: [Force] in the Damping System due to Velocity-Dependent Damping Devices, Sönümlleme Sisteminde Hıza Bağlı Sönümlleme Cihazları nedeni ile Oluşan [Kuvvet]
- $\square_{SFRS}$ = SFRS: Seismic Force-Resisting System, Deprem Kuvvet-Taşıyıcı Sistemi
- $\square_{min}$ = min: minimum, en küçük
- $\square_{max}$ = max: maximum, en büyük
- $\square_{HD}$ = H: Hysteretic, Çevrimsel; D: Design Earthquake, Tasarım Depremi
- $\square_{HM}$ = H: Hysteretic, Çevrimsel; M: Maximum Earthquake, En Büyük Deprem

İNGİLİZCE-TÜRKÇE SÖZLÜK

acceptance criteria	: kabul kriterleri
analysis	: analiz
base	: taban
base shear	: taban kesme [kuvveti]
based on	: dayanma
brace-type	: çapraz tipi
center of rigidity	: rijitlik merkezi
coefficient	: katsayı
complete quadratic combination (CQC)	: tam karesel birleşim (TKB)
cyclic	: çevrimsel
damper	: sönümleyici
damper unit	: sönümleyici birimi
damping	: sönüm
damping	: sönümleme
damping [ratio]	: sönüm [oranı]
damping device	: sönümeleme cihazı
dashpot	: amortisör
deflection	: sapma
deformation	: şekildeğiştirme
demand	: talep
design earthquake	: tasarım depremi
design earthquake ground motions	: tasarım depremi yer hareketleri
device	: cihaz
direction	: doğrultu
direction of interest	: ilgili doğrultu
displacement	: yerdeğiştirme
displacement dependent	: yerdeğiştirmeye bağlı
drift	: görelî kat ötelemesi
drift ratio	: görelî kat öteleme oranı
ductility	: süneklik
effective	: efektif
energy dissipation	: enerji sönümleme
equivalent	: eşdeğer
equivalent lateral force procedure	: eşdeğer yanal kuvvet yöntemi
excitation	: dış yükleme
exponent (ex: velocity exponent)	: üstel (örnek: hız üsteli)
factor	: katsayı
fixed based	: sabit mesnet
force-resisting	: kuvvet-taşıyıcı

fundamental mode	: hakim mod
fundamental mode of vibration	: hakim salınım modu
gravity loads	: düşey yükler
high-cycle	: yüksek-çevrim
history	: seri
hysteresis loop adjustment factor	: çevrimsel döngü ayarlama katsayısı
hysteretic	: çevrimsel
hysteretic behavior	: çevrimsel davranış
in a given direction	: verilen bir doğrultuda
inelastic	: elastik olmayan
inertial	: atalet
inherent	: içsel
interpolate	: aradeğerlemek
interpolation	: aradeğerleme
load combinations	: yük birleşimleri
loop	: döngü
low-cycle	: düşük-çevrim
low-cycle fatigue	: düşük çevrimli yorulma
maximum considered earthquake	: en büyük deprem
maximum earthquake	: en büyük deprem
maximum earthquake ground motions	: en büyük deprem yer hareketleri
metallic damper	: metal esaslı sönümleyici
natural vibration mode	: doğal salınım modu
nonlinear	: doğrusal olmayan
nonlinear analysis	: doğrusal olmayan analiz
normalize	: normalleştirme
oil damper	: yağ esaslı sönümleyici
parallelly attached	: paralel bağlı
parameter	: parametre
participation factor	: katılım katsayısı
post-yield	: akma sonrası
production test	: üretim deneyi
prototype test	: prototip deneyi
pseudostatic	: yarı statik
redundancy factor	: hiparsitatiklik katsayısı
registered design professional	: lisanslı tasarım mühendisi
relative	: görelî
residual	: artık
resist	: tepki [kuvveti] verme
resist	: dayanım gösterme, dayanma
response history	: tepki serisi
response spectrum procedure	: mod birleştirme yöntemi

restraint	: kısıt
restraint forces	: kısıtlama kuvvetleri
rigidity	: rijitlik
roof	: çatı katı
seismic force-resisting system	: deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi
seismic response coefficient	: deprem tepki katsayısı
seismic weight	: sismik kuvvet
serially attached	: seri bağlı
slip force	: aktivasyon kuvveti
spatial	: uzaysal
square root of sum of the squares (SRSS)	: kareler toplamının karekökü (KTKK)
stiffness	: rijitlik
strain	: birim şekildeğiştirme
stress	: gerilme
time history	: zaman serisi
to analyze	: çözümlemek
to be interpolated	: aradeğerlenmek
velocity dependent	: hıza bağlı
velocity exponent	: hız üssü
vibration	: salınım
visco-elastic	: viskoelastik
viscous	: viskoz
wall-type	: duvar tipi

TÜRKÇE-İNGİLİZCE SÖZLÜK

akma sonrası	: post-yield
aktivasyon kuvveti	: slip force
amortisör	: dashpot
analiz	: analysis
aradeğerleme	: interpolation
aradeğerlemek	: interpolate
aradeğerlenmek	: to be interpolated
artık	: residual
atalet	: inertial
birim şekildeğiştirme	: strain
çapraz tipi	: brace-type
çatı katı	: roof
çevrimsel	: cyclic
çevrimsel	: hysteretic
çevrimsel davranış	: hysteretic behavior
çevrimsel döngü ayarlama katsayısı	: hysteresis loop adjustment factor
cihaz	: device
çözümlemek	: to analyze
dayanım gösterme, dayanma	: resist
dayanma	: based on
deprem kuvvet-taşıyıcı sistemi	: seismic force-resisting system
deprem tepki katsayısı	: seismic response coefficient
dış yükleme	: excitation
doğal salınım modu	: natural vibration mode
doğrultu	: direction
doğrusal olmayan	: nonlinear
doğrusal olmayan analiz	: nonlinear analysis
döngü	: loop
düşey yükler	: gravity loads
düşük çevrimli yorulma	: low-cycle fatigue
düşük-çevrim	: low-cycle
duvar tipi	: wall-type
efektif	: effective
elastik olmayan	: inelastic
en büyük deprem	: maximum considered earthquake
en büyük deprem	: maximum earthquake
en büyük deprem yer hareketleri	: maximum earthquake ground motions
enerji sönümleme	: energy dissipation
eşdeğer	: equivalent

eşdeğer yanal kuvvet yöntemi	: equivalent lateral force procedure
gerilme	: stress
görelî	: relative
görelî kat öteleme oranı	: drift ratio
görelî kat ötelemesi	: drift
hakim mod	: fundamental mode
hakim salınım modu	: fundamental mode of vibration
hiparsitatiklik katsayısı	: redundancy factor
hız üssü	: velocity exponent
hıza bağı	: velocity dependent
içsel	: inherent
ilgili doğrultu	: direction of interest
kabul kriterleri	: acceptance criteria
kareler toplamının karekökü (KTKK)	: square root of sum of the squares (SRSS)
katılım katsayısı	: participation factor
katsayı	: coefficient
katsayı	: factor
kısıt	: restraint
kısıtlama kuvvetleri	: restraint forces
kuvvet-taşıyıcı	: force-resisting
lisanslı tasarım mühendisi	: registered design professional
metal esaslı sönümleyici	: metallic damper
mod birleştirme yöntemi	: response spectrum procedure
normalleştirme	: normalize
paralel bağı	: parallelly attached
parametre	: parameter
prototip deneyi	: prototype test
rijitlik	: rigidity
rijitlik	: stiffness
rijitlik merkezi	: center of rigidity
sabit mesnet	: fixed based
salınım	: vibration
sapma	: deflection
şekildeğiştirme	: deformation
seri	: history
seri bağı	: serially attached
sismik kuvvet	: seismic weight
sönüm	: damping
sönüm [oranı]	: damping [ratio]
sönümeleme cihazı	: damping device
sönümleme	: damping
sönümleyici	: damper

sönümleyici birimi	: damper unit
süneklik	: ductility
taban	: base
taban kesme [kuvveti]	: base shear
talep	: demand
tam karesel birleşim (TKB)	: complete quadratic combination (CQC)
tasarım depremi	: design earthquake
tasarım depremi yer hareketleri	: design earthquake ground motions
tepki [kuvveti] verme	: resist
tepki serisi	: response history
üretim deneyi	: production test
üstel (örnek: hız üsteli)	: exponent (ex: velocity exponent)
uzaysal	: spatial
verilen bir doğrultuda	: in a given direction
viskoelastik	: visco-elastic
viskoz	: viscous
yağ esaslı sönümleyici	: oil damper
yarı statik	: psuedostatic
yerdeğiştirme	: displacement
yerdeğiştirmeye bağlı	: displacement dependent
yük birleşimleri	: load combinations
yüksek-çevrim	: high-cycle
zaman serisi	: time history