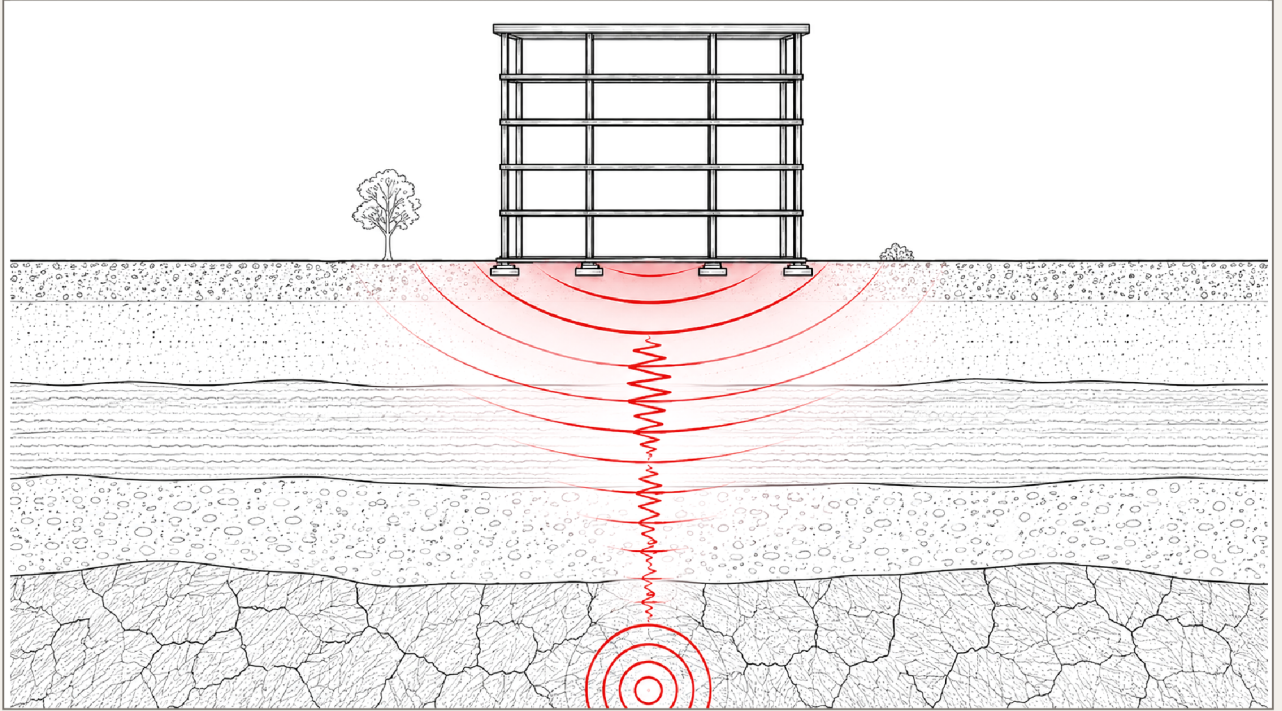




TBDY 2018

Yerel Zemin Etki Katsayıları Nedir?

Yerel zemin etki katsayısı (F_s , F_1) nedir, nasıl hesaplanır? Zemin sınıfları (ZA-ZF), TBDY 2018 Tablo 2.1-2.2 ve örnek SDS/SD1 hesabı.



Bir binanın üzerine oturduğu zemin, deprem sırasında ana kayadan yüzeye ulaşan yer hareketini değiştirebilir. Özellikle yumuşak zemin tabakalarında dalga yayılımı, zemin tabakalarının özellikleri ve zemin-kaya empedans farkı nedeniyle belirli periyotlarda spektral ivmeler önemli ölçüde büyüyebilir.

TBDY 2018, yerel zemin koşullarının deprem spektrumuna etkisini kısa periyot bölgesi için F_S , 1.0 saniye periyot için ise F_1 yerel zemin etki katsayıları ile dikkate alır. Bu yazıda F_S ve F_1 katsayılarının TBDY 2018 tablolarından nasıl belirlendiğini ve tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ile S_{D1} ’in nasıl hesaplandığını örnek üzerinden inceleyeceğiz.

Yerel Zemin Etki Katsayısı

Yerel zemin etki katsayıları, Türkiye Deprem Tehlike Haritası’ndan elde edilen spektral ivme katsayılarının yerel zemin koşullarına göre değiştirilmesinde kullanılır.

AFAD deprem tehlike haritalarında verilen S_S ve S_1 değerleri, referans zemin koşulu için tanımlanmış harita spektral ivme katsayılarıdır. TBDY 2018, bu değerleri doğrudan tasarım spektrumunda kullanmak yerine yerel zemin sınıfına bağlı F_S ve F_1 katsayıları ile dönüştürür.

F_S kısa periyot bölgesindeki, F_1 ise 1.0 saniye periyottaki yerel zemin etkisini temsil eder. Katsayıların değerleri yalnızca zemin sınıfına değil, aynı zamanda ilgili harita spektral ivme katsayısına da bağlıdır.

Yerel zemin etki katsayıları TBDY 2018 Madde 2.3.3’te tanımlanmıştır.

Zemin Sınıfı

F_S ve F_1 değerlerini belirleyebilmek için önce zemin sınıfını tespit etmek gerekir. TBDY 2018, zemin özelliklerine (V_{s30} , N_{60} , s_u) göre sahaları ZA’dan ZF’ye altı sınıfa ayırır; ZA sert kayayı, ZF ise sahaya özel analiz gerektiren zeminleri temsil eder. Zemin sınıfının nasıl belirlendiği, her sınıfın özellikleri ve ZF’nin özel durumu hakkında detaylı bilgi için [yerel zemin sınıfları yazısına](#) bakabilirsiniz.

F_S (Kısa Periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı) Nedir?

F_S , kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S 'yi yerel zemin koşullarına göre değiştiren katsayıdır.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndaki S_S değeri, 0.2 saniye periyoda karşılık gelen harita spektral ivme katsayısını ifade eder. F_S ise zemin sınıfına ve S_S değerine bağlı olarak TBDY 2018 Tablo 2.1'den belirlenir.

Tablo 2 - Kısa Periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S (TBDY 2018 Tablo 2.1)

Zemin sınıfı	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz

Tabloda verilen S_S değerlerinin arasında kalan bir değer söz konusuysa doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

Tablodan birkaç önemli sonuç görülebilir:

- ZA ve ZB zemin sınıflarında $F_S < 1.0$ 'dır. Bu nedenle S_{DS} , aynı noktadaki harita spektral ivme katsayısı S_S 'den daha küçük olur.
- ZD ve ZE zemin sınıflarında düşük S_S değerleri için F_S belirgin biçimde büyüktür.
- S_S arttıkça özellikle ZD ve ZE sınıflarındaki F_S değerleri azalır. Bu değişim, zemin büyütmesinin yer hareketi seviyesine bağlı davranışının yönetmelikteki katsayılara yansıtılmasıdır.

Burada F_S değerinin bütün frekanslar için doğrudan fiziksel bir büyütme oranı olmadığı unutulmamalıdır. F_S , TBDY'nin tasarım spektrumunu oluşturmak amacıyla kullandığı bir yerel zemin etki katsayısıdır.

F_1 (1.0 Saniye Yerel Zemin Etki Katsayısı) Nedir?

F_1 , 1.0 saniye periyoda karşılık gelen harita spektral ivme katsayısı S_1 'i yerel zemin koşullarına göre değiştiren katsayıdır.

Değeri zemin sınıfına ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan alınan S_1 değerine bağlı olarak TBDY 2018 Tablo 2.2'den belirlenir.

Tablo 3 - 1.0 Saniye Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1 (TBDY 2018 Tablo 2.2)

Zemin sınıfı	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz	Özel analiz

F_1 değerleri özellikle yumuşak zemin sınıflarında F_S değerlerine göre çok daha yüksek seviyelere çıkabilir.

ZE zemin sınıfında $S_1 \leq 0.10$ olduğunda $F_1 = 4.2$ 'dir; yani yerel zemin etkisi hesaba katıldığında S_{D1} , S_1 'in 4.2 katına çıkar.

Bu durum uzun periyot bölgesindeki spektral talepler açısından önemlidir. Özellikle doğal titreşim periyodu uzun olan çok katlı ve yüksek yapılarda S_{D1} , tasarım spektrumunun uzun periyot davranışını doğrudan etkiler.

ZC zemin sınıfında ise $S_1 \leq 0.50$ için $F_1 = 1.5$ değerinde sabit kalır ve $S_1 \geq 0.60$ olduğunda 1.4'e düşer.

F_S tablosunda olduğu gibi burada da ara S_1 değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

F_s ve F₁ Değerleri Nerede Kullanılır?

F_S ve F_1 katsayıları, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan alınan S_S ve S_1 değerlerinin yerel zemin koşullarına göre tasarım spektral ivme katsayılarına dönüştürülmesinde kullanılır.

TBDY 2018'e göre:

$$S_{DS} = S_S F_S$$

$$S_{D1} = S_1 F_1$$

Burada:

- S_S : kısa periyot harita spektral ivme katsayısı,
- S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı,
- S_{DS} : kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı,
- S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısıdır.

S_{DS} ve S_{D1} elde edildikten sonra yatay elastik tasarım spektrumunun köşe periyotları T_A ve T_B hesaplanır:

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

Yatay elastik tasarım spektrumundaki uzun periyot geçiş periyodu T_L ise S_{DS} veya S_{D1} 'den hesaplanmaz. TBDY 2018'de:

$$T_L = 6 \text{ s}$$

olarak sabit alınır.

Dolayısıyla yerel zemin sınıfının değiştirilmesi yalnızca S_{DS} ve S_{D1} değerlerini değil, bunların oranına bağlı olan T_A ve T_B köşe periyotlarını da değiştirebilir. Böylece yerel zemin koşulları tasarım spektrumunun hem seviyesini hem de şeklini etkiler.

Örnek Hesap

Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan:

$$S_S = 1.00$$

ve:

$$S_1 = 0.30$$

değerlerinin elde edildiğini ve sahanın ZD zemin sınıfında olduğunu kabul edelim.

TBDY 2018 Tablo 2.1'den:

$$F_S = 1.10$$

Tablo 2.2'den ise:

$$F_1 = 2.00$$

okunur.

Buna göre kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı:

$$S_{DS} = 1.00 \times 1.10 = 1.10$$

ve 1.0 saniye tasarım spektral ivme katsayısı:

$$S_{D1} = 0.30 \times 2.00 = 0.60$$

olarak bulunur.

Bu değerlerden yatay tasarım spektrumunun ilk köşe periyodu:

$$T_A = 0.2 \frac{0.60}{1.10} \approx 0.109 \text{ s}$$

ve ikinci köşe periyodu:

$$T_B = \frac{0.60}{1.10} \approx 0.545 \text{ s}$$

olarak hesaplanır.

Böylece aynı noktadaki harita spektral ivme değerleri, yerel zemin sınıfı dikkate alınarak yapısal analizde kullanılacak tasarım spektrumuna dönüştürülmüş olur.

Sonuç

Yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 , Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan alınan spektral ivme katsayılarının yapının bulunduğu sahadaki yerel zemin koşullarına göre değiştirilmesini sağlar.

F_S , kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S üzerinde; F_1 ise 1.0 saniye periyot harita spektral ivme katsayısı S_1 üzerinde etkilidir. Her iki katsayı da yerel zemin sınıfına ve ilgili harita spektral ivme değerine bağlı olarak TBDY 2018 Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'den belirlenir.

Bu katsayılarla hesaplanan S_{DS} ve S_{D1} değerleri, yatay elastik tasarım spektrumunun temel parametreleridir. S_{DS} spektrumun kısa periyot seviyesini belirlerken, S_{D1} uzun periyot bölgesindeki davranışı etkiler. İki parametrenin oranı ise T_A ve T_B köşe periyotlarını belirler.

Bu nedenle zemin sınıfının yanlış belirlenmesi veya F_S ve F_1 katsayılarının yanlış kullanılması, doğrudan tasarım spektrumunu ve buna bağlı deprem hesabını etkiler. Yerel zemin sınıfının doğru belirlenmesi ve AFAD deprem tehlike haritasından doğru S_S ve S_1 değerlerinin alınması, deprem hesabının en temel adımlarından biridir.

Kaynaklar

1. Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.
2. Çetin, K. Ö. (2018). Zemin Dinamiği. ODTÜ Ders Notları.
3. TBDY-2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği). Bölüm 2.

4. AFAD. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'na İlişkin Zemin Etki Parametreleri.
5. IRIS Seismological Network. Seismic site response.

Bizi Takip Edin

**LinkedIn**

Yapı Tasarım Akademisi

**YouTube**

Yapı Tasarım Akademisi

**Apple Podcasts**

Yapısal Podcast

**Instagram**

@yapitasarimakademisi

**Spotify**

Yapısal Podcast

**X (Twitter)**

@AkademisiYap

Bu belge eğitim amaçlı hazırlanmıştır. Proje ve uygulama kararlarında güncel yönetmelik ve ilgili standartlara başvurunuz. Hata bildirimi için: iletisim@yapitasarimakademisi.com