



JEM446

ŞEHİR PLANLAMASINDA JEOLojİ

Ders Notları 5.Hafta

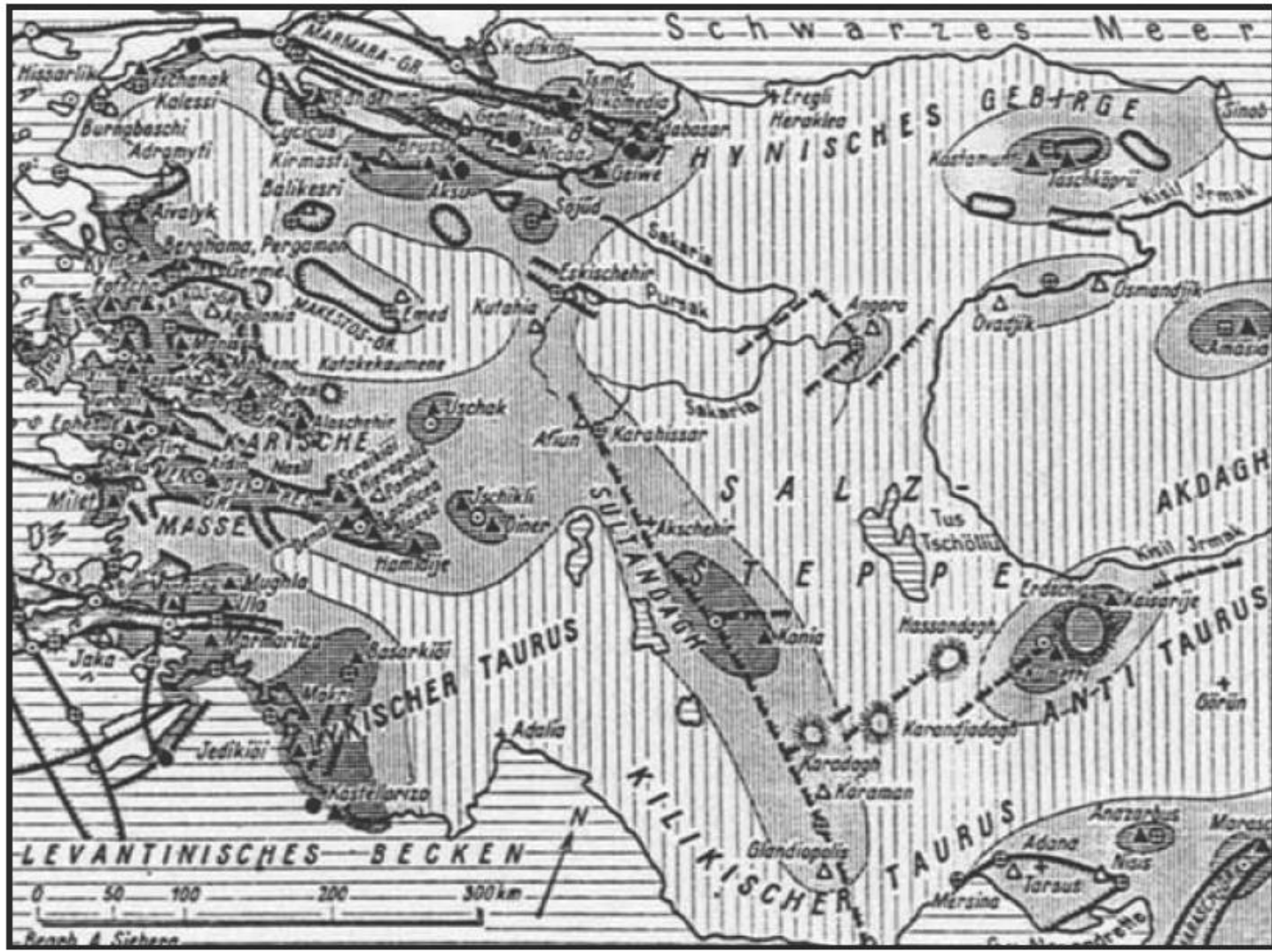
Dr. Koray ULAMIŞ

Ankara

TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİ TARİHÇESİ

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği 1939 Erzincan depreminin ardından 1940 yılında yürürlüğe girmiştir. Dönemin İtalyan deprem yönetmeliğine benzer olarak hazırlanan ilk deprem yönetmeliğinde deprem hesabı yapının bulunduğu yerden bağımsız olarak tüm bölgeler için benzer şekilde yapılmaktaydı. 1942 yılında Türkiye için deprem bölgeleri haritasının hazırlanmasıyla 1947 yılından itibaren yayınlanan deprem yönetmeliklerinde deprem hesapları yapının bulunduğu bölgenin depremselliğine bağlı hale gelmiştir.

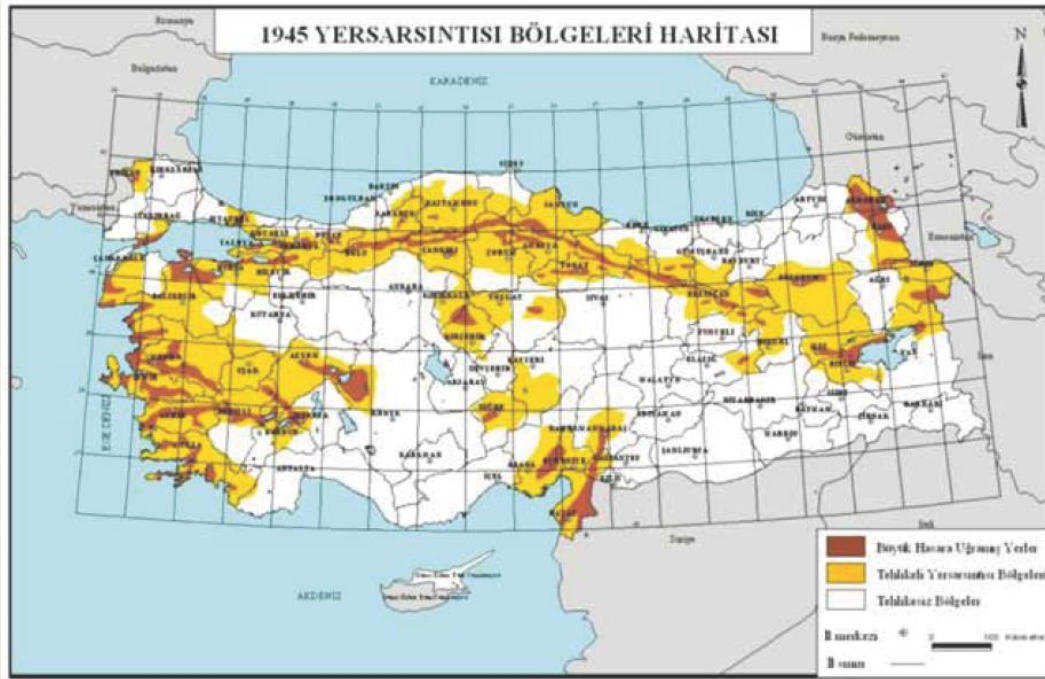
1968 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinde günümüzde kullanılmakta olan modern hesap yöntemlerine yer verilmiştir. Sünek yapı tasarımına ilişkin detaylara ise 1975 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinde yer verilmiştir. 1997 yılında yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinde sünek tasarıma ilişkin detayların uygulanması binalar için artık zorunlu hale getirilmiştir. Günümüzde de yürürlükte olan 2007 deprem yönetmeliğinde bulunan hesap ve tasarım kurallarının birçoğu 1997 deprem yönetmeliği ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. İki yönetmelik arasında bazı farklılıklar yer alsa da 2007 deprem yönetmeliği aslında 1997 yılındaki yönetmelik esas alınarak oluşturulmuştur. 2016 yılında taslak halinde hazırlanan yeni yönetmelik henüz yayımlanmamıştır. Aynı yönetmelikteki değişiklik tasarıları irdelenmiştir. (Tunç ve Tanfener, 2016).



Sieberg (1932) tarafından hazırlanmış olan deprem bölgeleri haritası (Özmen, 2012)



1945 tarihli ilk resmi deprem bölgeleri haritası (Özmen, 2012)



DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA ESASLAR (2007)

Yönetmelik hükümleri; betonarme, çelik ve yığma binalar ile bina türü yapılar için geçerlidir. Ahşap bina ve bina türü yapılara uygulanacak minimum koşul ve kurallar, ilgili yönetmelik hükümleri yürürlüğe konuluncaya dek, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir.

Köprüler, barajlar, kıyı ve liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer santraller, doğal gaz depolama tesisleri gibi yapılar, tamamı yer altında bulunan yapılar ve binalardan farklı hesap ve güvenlik esaslarına göre projelendirilen diğer yapılar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Bina taşıyıcı sistemini deprem hareketinden yalıtım amaçlı ile, bina taşıyıcı sistemi ile temelleri arasında özel sistem ve gereçlerle donatılan veya diğer aktif ve pasif kontrol sistemlerini içeren binalar, bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır.

DEPREME DAYANIKLI BİNALAR İÇİN HESAP KURALLARI

ELASTİK DEPREM YÜKLERİNİN TANIMLANMASI : SPEKTRAL İVME KATSAYISI

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan *Spektral İvme Katsayısı*, $A(T)$, %5 sönüm oranı için tanımlanan *Elastik İvme Spektrumu*'nun ordinatı olan *Elastik Spektral İvme*, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_o I S(T) \quad A_o : \text{Etkin yer ivmesi, } I : \text{Bina önem katsayısı, } S(T) : \text{Spektrum katsayısı}$$

$$S_{ae}(T) = A(T) g$$

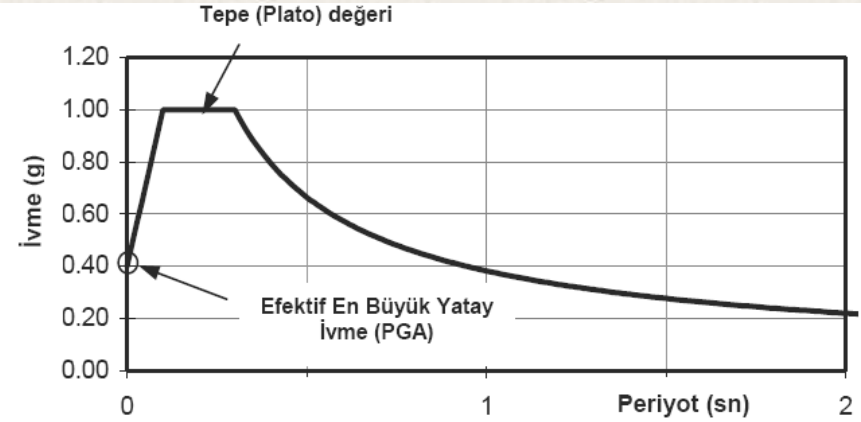
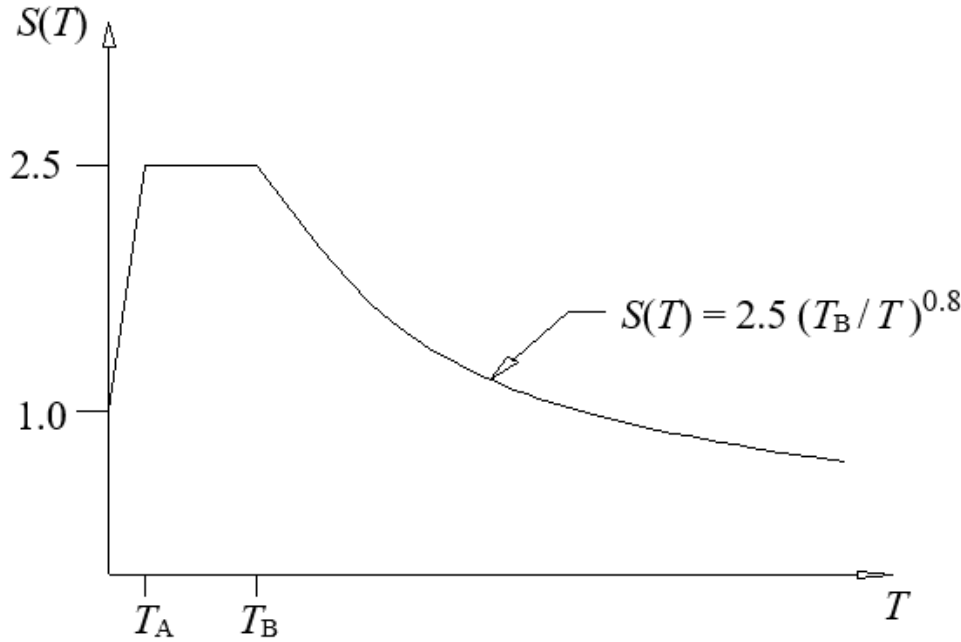
Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Deprem Bölgesi	A_o
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Spektrum Katsayısı

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları gözönüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için karakteristik periyotlar gözönüne alınarak spektral ivme katsayısından hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 1.4. Türkiye Deprem Yönetmeliği'nden, 1. Deprem Bölgesi, Kaya Koşulları ve % 5 Sönüm İçin Tasarım Spektrumu örneği

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \quad (T_B < T)$$

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	St.Pent. (N/30)	Rel.Sık. (%)	Serbest Bas.Dir.(kPa)	Vs (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	-	-	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85-100	-	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	-	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	-	-	500-1000	700-1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30-50	65-85	-	400-700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16-32	-	200-400	300-700
(C)	1.Yumuşak, süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	-	-	< 500	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10-30	35-65	-	200-400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8-16	-	100-200	200-300
(D)	1.Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	-	-	-	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	-	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 8	-	< 100	< 200

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ (TBYD-2016 TASLAK)

DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYLERİ

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)

DD-1 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu *çok seyrek* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *gözönüne alınan en büyük deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)

DD-2 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu *seyrek* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *standart tasarım deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)

DD-3 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu *sık* deprem yer hareketini nitelemektedir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4)

DD-4 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu *çok sık* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *servis deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.

DEPREM YER HAREKETİ SPEKTRUMLARI

Deprem yer hareketi spektrumları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulları esas alınarak %5 sönüm oranı için, *harita spektral ivme katsayıları*'na, *faya yakınlık katsayısı*'na ve *yerel zemin etki katsayıları*'na bağlı olarak standart biçimde veya *sahaya özel deprem tehlikesi analizleri* ile özel olarak tanımlanırlar.

Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları

Dört farklı deprem yer hareketi düzeyi için *Deprem Tehlike Haritaları*, iki spektral ivme değerini tanımlayan *Spektral İvme Haritaları* olarak düzenlenmiştir. Boyutsuz olarak tanımlanan *harita spektral ivme katsayıları* aşağıda belirtilmiştir:

(a) Kısa periyod bölgesi için *harita spektral ivme katsayısı* S_S

(b) 1.0 saniye periyod için *harita spektral ivme katsayısı* S_1

Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen *harita spektral ivme katsayıları*, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu $(V_S)_{30} = 760$ m/s esas alınarak %5 sönüm oranı için *Deprem Tehlike Haritaları*'nda verilen *harita spektral ivmeleri*'nin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile *boyutsuz katsayılar* olarak tanımlanmıştır.

Harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 aşağıdaki eşitlikler kullanılarak *tasarım spektral ivme katsayıları* S_{DS} ve S_{D1} 'e dönüştürülür:

$$S_{DS} = S_S F_S$$

$$S_{D1} = S_1 \gamma_F F_1$$

γ_F : Faya yakınlık katsayısı, F_S ve F_1 : yerel zemin etki katsayılarıdır

Faya Yakınlık Katsayısı

Sadece DD-1 ve DD-2 deprem yer hareketi düzeylerinde S_{D1} 'e uygulanmak üzere, aktif fay düzlemlerine 25 km ve daha az mesafedeki konumlar için faya yakınlık *katsayısı* aşağıdaki eşitlikler ile tanımlanmıştır.

$$\gamma_F = 1.2$$

$$L_F \leq 15 \text{ km}$$

$$\gamma_F = 1.2 - 0.02 (L_F - 15)$$

$$15 \text{ km} < L_F < 25 \text{ km}$$

DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeyleri için $\gamma_F = 1.0$. Yukarıdaki eşitlikte L_F fay düzlemine olan mesafeyi [km] göstermektedir.

Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel zemin sınıfı	Kısa periyod bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (F_s)					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
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	Sahaya özel zemin davranışı analizi yapılacaktır					

Yerel zemin sınıfı	1.0 s periyod bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (F_1)					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
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	Sahaya özel zemin davranışı analizi yapılacaktır					

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için *yatay elastik tasarım ivme spektrumu*'nun ordinatları olan *yatay elastik tasarım spektral ivmeleri* $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi (g) cinsinden aşağıdaki eşitlikler ile tanımlanmıştır.

$$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_S} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

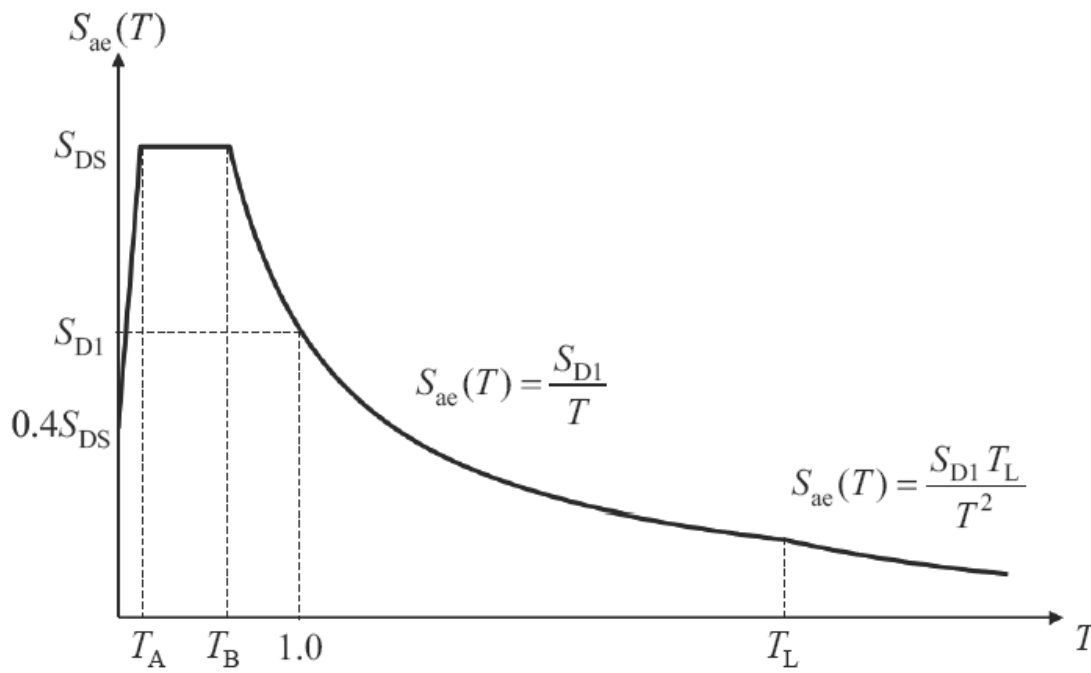
$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$$

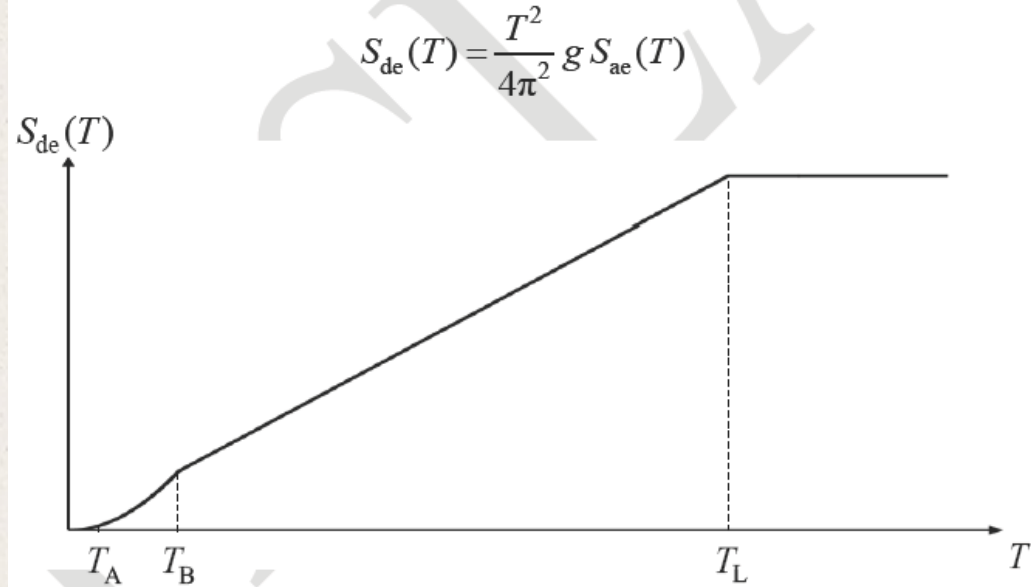
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$$

Eşitlikte; S_{DS} ve S_{D1} tasarım spektral ivme katsayılarını, T ise doğal titreşim periyodunu ifade etmektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları olan T_A ve T_B ise aşağıdaki eşitliklerden belirlenir. Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu $T_L = 6$ s olarak alınacaktır.

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

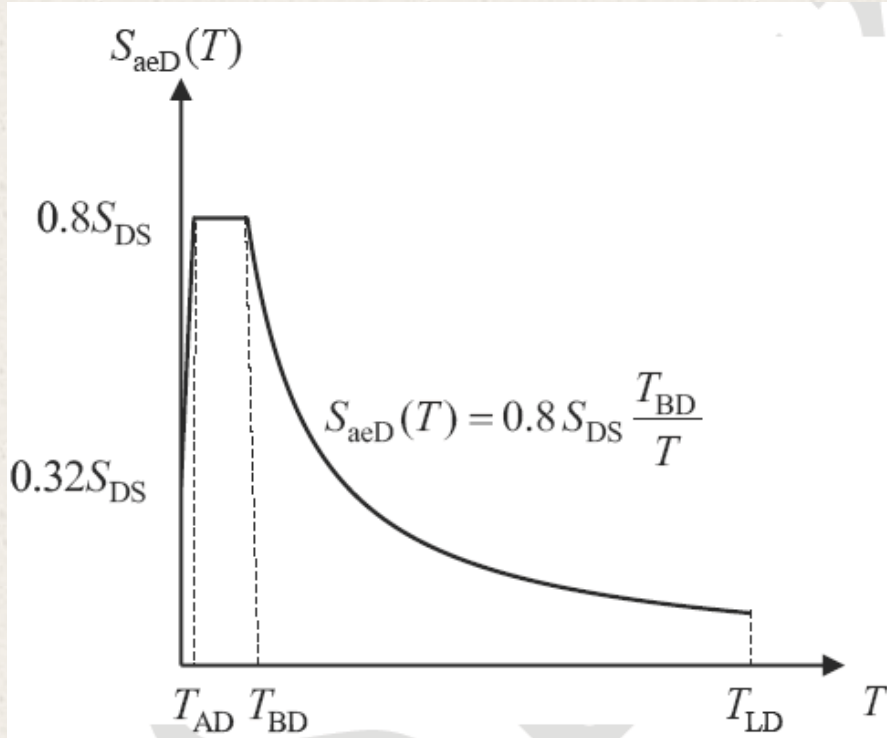


Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmeleri $S_{de}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak metre [m] cinsinden belirlenir



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için *düşey elastik tasarım ivme spektrumu*'nun ordinatları olan *düşey elastik tasarım spektral ivmeleri* , yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa period tasarım spektral ivmesi katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi (g) cinsinden aşağıdaki eşitlikler ile belirlenir.



$$S_{aeD}(T) = \left(0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

$$T_{AD} = (T_A/3)$$

$$T_{BD} = (T_B/3)$$

$$T_{LD} = (T_L/2)$$

YEREL ZEMİN SINIFLARININ BELİRLENMESİ

Yerel zemin sınıfı	Zemin Türü	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ (m/s)	$(N_{60})_{30}$ (darbe/30 cm)	$(c_u)_{30}$ (kPa)
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	-	-
ZB	Az ayrıışmış, orta sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrıışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	>50	>250
ZD	Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak-katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $\omega > 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası $c_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	<p>Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşıabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler, v.b.) 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer 4) Çok kalın (>35 m) yumuşak veya orta katı killer 			

h_i : "i" numaralı tabaka kalınlığı, m

$$(V_s)_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{h_i}{V_{s,i}} \right)}$$

$$(N_{60})_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{h_i}{N_{60,i}} \right)}$$

$$(c_u)_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{h_i}{c_{u,i}} \right)}$$

DEPREM ETKİSİ ALTINDA ZEMİNİN SIVILAŞMA RİSKİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Deprem Tasarım Sınıfı DTS=1, DTS=1a, DTS=2 ve DTS=2a olan binalar için ZD, ZE veya ZF grubuna giren, sürekli bir tabaka veya kalın mercekler halinde bulunan ve **16.6.6**'da tanımlanan durumlar dışındaki kumlu zeminlerde *sivilaşma potansiyeli*'nin bulunup bulunmadığının, arazi ve laboratuvar deneylerine dayanan uygun analiz yöntemleri ile incelenmesi ve analiz sonuçlarının ayrıntılı olarak rapor edilmesi zorunludur.

Zemin sıvılaşması, yeraltı su seviyesinin altında yer alan ve yüzeyden 20 m derinliğe kadar olan kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu ($PI < 12$) zeminlerin deprem sarsıntısı altında, boşluk suyu basıncındaki artışa paralel kayma mukavemeti ve rijitliğindeki önemli oranda azalış olarak tanımlanacaktır. Zemin sıvılaşmasının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılacak zemin araştırma çalışmaları en az, standart penetrasyon deneyi, (SPT) ve/veya koni penetrasyon deneyinin (CPT)'nin yapımına ek olarak, ilgili zemin tabakalarındaki dane çapı dağılımı, su muhtevası ve Atterberg limit değerlerinin belirlenmesini içerecektir.

Potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminler, suya doymun haldeki

(a) temiz kumlar,

(b) plastik olmayan silt kum karışımları,

(c) Doğal su muhtevası likit limitin % 80'inden yüksek ve plastisite indisi % 12'nin altında olan silt, kil, kum karışımları olarak tanımlanacaktır.

Temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminlerden oluştuğu ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, N_{1,60} , 30 darbe / 30 cm değerinden küçük olduğu durumlarda aşağıda tanımlanan yöntemle göre zemin sıvılaşması tetiklenme değerlendirilmesi yapılacaktır.

Deprem Tasarım Sınıfı'nın DTS = 4 olduğu ve aynı zamanda aşağıdakilerden en az birinin sağlandığı durumlarda sıvılaşma tetiklenme analizi yapılmayabilir:

- (a)** Kil içeriğinin %20'den fazla ve plastisite indisinin %10'dan yüksek olduğu kumlu zeminlerde;
- (b)** ince dane yüzdesinin % 35'den fazla ve düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, N1,60, 20 vuruş / 30 cm'den yüksek olduğu kumlu zeminlerde;

Zemin sıvılaşması değerlendirmesinde sıvılaşma tetiklenmesi riski yanında, sıvılaşma sonrası zemin mukavemeti ve rijitlik kaybı ile temel zemininde oluşabilecek yer değiştirmelerin dikkate alınması gereklidir. Zemin sıvılaşma değerlendirmesinin SPT deney sonuçları kullanılarak yapılmasına dayanan yöntem EK 16B'de verilmiştir. Değerlendirmenin CPT veya Kayma Dalgası Hızı'na göre yapılması durumunda uygulamada genel kabul gören yöntemler kullanılabilir. Sıvılaşmaya karşı güvenlik koşulu aşağıdaki eşitlikle tanımlanmıştır.

$$\frac{\tau_R}{\tau_{\text{deprem}}} \geq 1.10$$

τ_R ve τ_{deprem} ; sırası ile, sıvılaşma direncini ve zeminde depremden oluşan ortalama tekrarlı kayma gerilmesini ifade etmektedir. Eşitlikte verilen koşulun sağlanamaması durumunda, sıvılaşması beklenen tabakaların dayanım ve rijitlik özelliklerindeki azalma, olası taşıma gücü kayıpları, duraylılık bozuklukları ile oturma ve yanal yayılma türündeki zemin hareketleri değerlendirilecektir. Belirlenen sıvılaşma sonrası yer değiştirmelerin üstyapı/altyapı davranışına etkileri değerlendirilerek ihtiyaç duyulması halinde üstyapı ve/veya zemin iyileştirmeleri uygulanacaktır.

DEPREM ETKİSİ ALTINDA ŞEVLERİN DURAYLILIĞI

Doğal ya da yapay şevlerin üzerinde ve yakınında inşa edilecek yapıların tasarım depremi etkisinde güvenliği ve servis görübilirliğinin korunması için, şevin deprem yükleri etkisinde duraylı ve işlevsel kalacağına tahkik edilmesi gereklidir. Deprem Tasarım Sınıfı DTS=4 olan binalar için deprem etkisinde şev duraylılık analizi yapılmayabilir.

Deprem etkisinde şev duraylılık analizlerinde, zemin özellikleri üzerinde *dayanım katsayıları* (kohezyon ve sürtünme direnci için, sırası ile, $c'/\gamma R_c$ ve $\tan\phi'/\gamma R_\phi$) uygulanmalıdır. Killi zeminlerde drenajsız kayma mukavemeti (c_u) kullanılarak toplam gerilme analizi, kohezyonsuz zeminlerde efektif gerilme analizi ile hesaplanacaktır.

Çevrimsel boşluk suyu basıncı artışına maruz kalabilecek gevşek-orta sıkı kohezyonsuz zeminlerde, oluşması beklenilebilecek maksimum boşluk suyu basıncı dikkate alınmalıdır.

Topoğrafyanın ve zemin tabakalanmasının ani düzensizlikler gösterdiği durumlarda ve çevrimsel yüklemeler etkisinde önemli rijitlik kaybına uğrayabilecek sivilaşabilir veya hassas zeminler için, eşdeğer statik analiz yöntemi kullanılmamalıdır.

İzin verilebilir yerdeğiştirme kriterlerinin geçerli olduğu durumlarda, “**Newmark kayan rijit blok**” yöntemi veya eşdeğer yöntemlerle, dinamik etkilerle uyumlu zemin mukavemet parametreleri kullanılarak kalıcı yerdeğiştirmeler hesaplanabilir. Hesaplarda, artan şekildeğiştirmeler ile oluşacak olan malzeme pekleşme veya yumuşama davranışı ve boşluk suyu basıncı artışının olası etkileri dikkate alınmalıdır.

Eşdeğer statik analizlerde yatay (FH) ve düşey (FV) eylemsizlik kuvvetleri de hesaba katılacaktır.

$$F_H = 0.5W(0.4S_{DS}S_T) \quad F_V = \pm 0.5F_H$$

W: kayan kütle ağırlığı, S_{DS} : kısa period tasarım spektral ivme katsayısı, S_T :topoğrafik büyütme katsayısı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) 1, 1a, 2, 2a olan yapılar için yapılacak deprem etkisinde şev duraylılık analizlerinde, topoğrafik büyütme etkisi gözönüne alınacaktır. Topoğrafik büyütme faktörü (ST) iki boyutlu topoğrafik düzensizliklerin bulunduğu şevlerde (örneğin, uzun vadilerde, yüksekliği 30m'den yüksek olan tepelerde) ve olası göçme yüzeyinin şev tepesine yakın olarak geçtiği durumlarda kullanılacaktır.

Topoğrafik büyütme etkisi, şev açısı $\beta \leq 15^\circ$ olan şevlerde ihmal edilebilir; taç (tepe) genişliği taban genişliğinden daha küçük olan sırtlarda şev açısı $\beta \geq 30^\circ$ olan şevlerde $ST \geq 1.4$, daha küçük şev açılarında ise $ST \geq 1.2$ olarak kullanılacaktır. Olası göçme yüzeyinin tabana yakın olarak geçtiği potansiyel heyelan bölgelerinde ise ihmal edilebilir.

Dilim yöntemine dayanan eşdeğer statik limit denge analizlerinde, kritik yüzeyin belirlenmesi ve kaymaya karşı güvenlik sayısının iteratif yöntemlerle hesaplanmasında, zemin dayanım parametrelerinin güvenlik sayısına bölünmesi ile zemin dirençlerinin mobilize olan değerlerine ulaşıldığı ($\gamma R_c = \gamma R_\phi = \gamma R_k$) kabul edilmektedir.

$$\tau_{mob} = \frac{c'}{\gamma_{Rc}} + \frac{\tan\phi'}{\gamma_{R\phi}}$$

$$\tau_{mob} = \frac{c'}{\gamma_{Rc}} + \frac{\tan\phi'}{\gamma_{R\phi}} = \frac{c'}{\gamma_{Rk}} + \frac{\tan\phi'}{\gamma_{Rk}} \quad (16.29)$$

(a) Statik durumda:

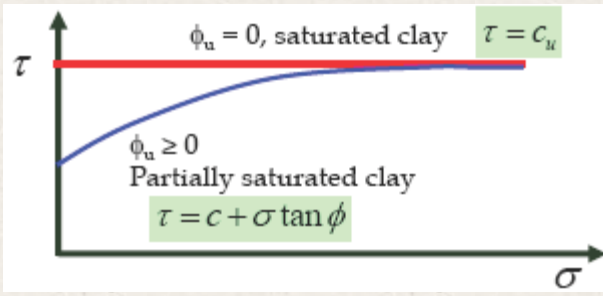
$$\gamma_{Rk} = \frac{1}{\sum W_s \sin\alpha} \sum c'b + \left[\frac{1}{m_\alpha} \left(W_s - \frac{c'b \sin\alpha}{\gamma_{Rk}} - ub \right) \right] \tan\phi' \quad (16.30)$$

(b) Deprem durumunda, kaymaya karşı güvenlik sayısının hesaplanmasında yatay ve düşey eylemsizlik kuvvetlerinin etkisi aşağıdaki şekilde dikkate alınacaktır.

$$\gamma_{Rk} = \frac{1}{\sum W_s (1 - k_v) \sin\alpha + k_h W_s \left(\cos\alpha - \frac{H_c}{R_d} \right)} \sum c'b + \left[\frac{1}{m_\alpha} \left(W_s (1 - k_v) - \frac{c'b \sin\alpha}{\gamma_{Rk}} - ub \right) \right] \tan\phi' \quad (16.31)$$

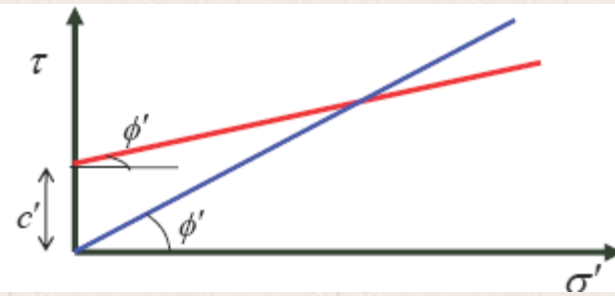
Burada, b dilim genişliğini, W_s dilim ağırlığını, α dilim tabanının yatayla yaptığı açığı, u dilim tabanında etkiyen su basıncını, $k_h=0.2S_{DS}$ ve $k_v=\pm 0.5k_h$ sırası ile yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayısını, H_c dilim tabanının orta noktasından dilim merkezine olan düşey uzaklığı, R_d ise dairesel göçme yüzeyinin yarıçapını ifade etmektedir. **Denk.(16.30)** ve **Denk. (16.31)**'de yer alan m_α aşağıda verilmiştir:

$$m_\alpha = \cos\alpha \left(1 + \frac{\tan\alpha \tan\phi'}{\gamma_{Rk}} \right) \quad (16.32)$$



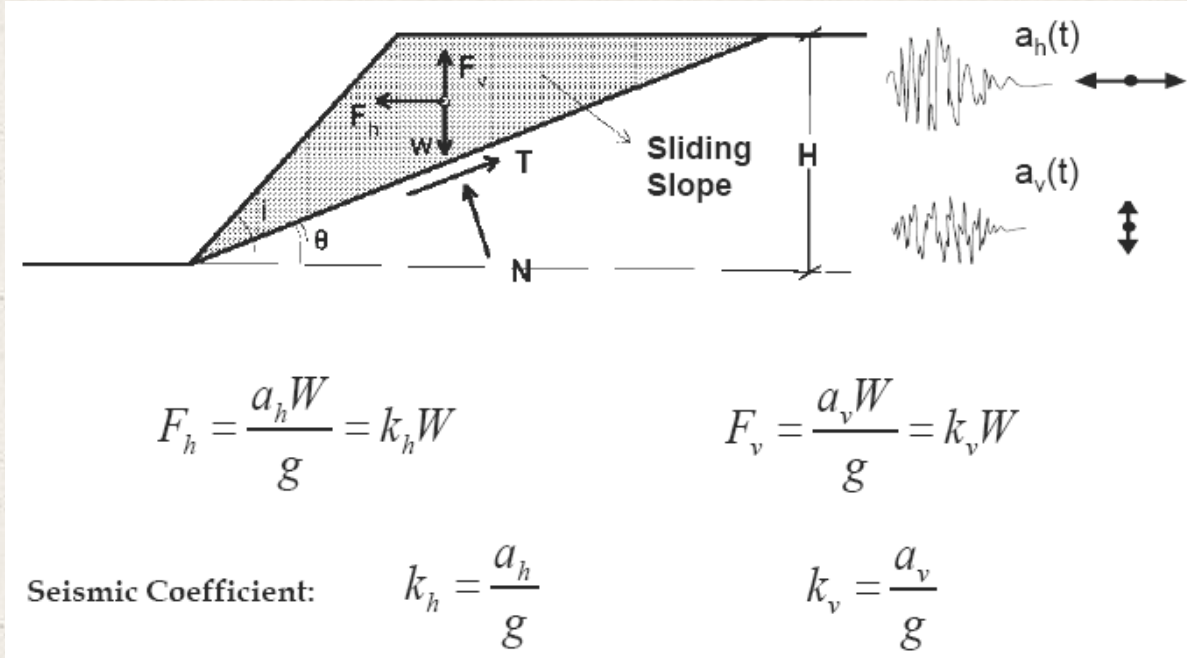
Toplam gerilme analizi

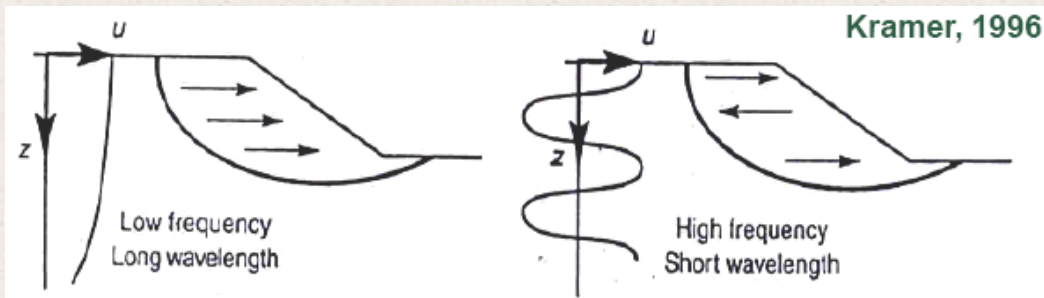
Drenajsız durumda ve killerde içsel sürtünme açısı sıfır olup; UC, UU, CU deneyler



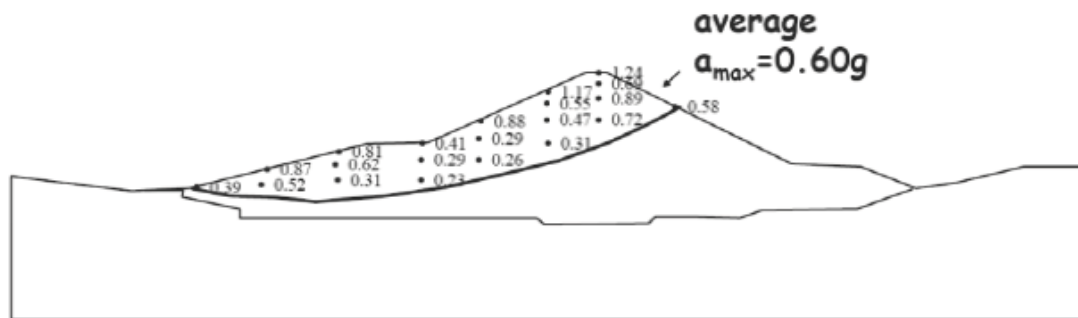
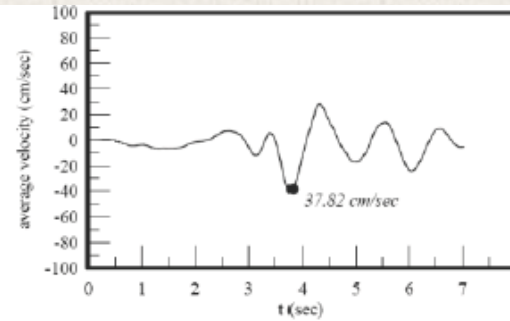
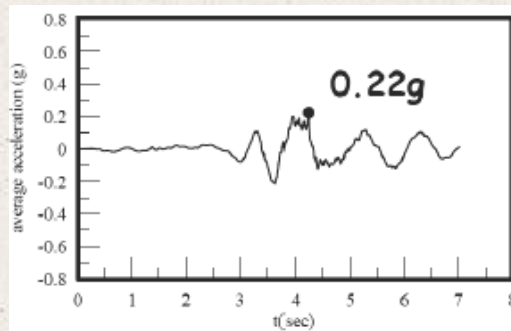
Efektif gerilme analizi

Drenajsız/drenajlı durumda, silt (kohezyonlu-kohezyonsuz) ve kumlarda kohezyonsuz olup; CU, CD ve direct makaslama deneyleri





- Long wavelengths (Low frequency) cause the unstable zone to move in-phase along the full height.
- For short wavelengths (higher frequency) the soil at two different locations in unstable zone may move in opposite directions



Tablo 1. Jeolojik/Jeoteknik etütler ile ilgili yönetmelik ve genelgeler

Tarih ve Sayı	Adı	Yayımlayan Kurum / Kuruluş
2.11.1985/18916 (Resmi Gazete)	Plan yapına ait esaslara dair yönetmelik	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
2.11.1985/18916 (Resmi Gazete)	Plansız alanlar imar yönetmeliği	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
2.11.1985/18916 (Resmi Gazete)	3030 sayılı kanun kapsamı dışında kalan belediyeler tip imar yönetmeliği	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
17.8.1987/1634	Jeolojik raporlar hakkında	Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
31.5.1989/4343	Jeolojik etüt raporu	Afet İşleri Genel Müdürlüğü
15.10.1999/12297	17 Ağustos 1999 depremi sonrası planlama ve yapılaşma işlemleri	Afet İşleri Genel Müdürlüğü
31.1.2000/2003	3030 sayılı kanun kapsamı dışında kalan belediyeler tip imar yönetmeliği	Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
4.2.2000/2360	Plan yapımında uyulacak kurallar	Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
31.5.2001/13620	Plan yapımına ait esaslara dair yönetmelik	Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
18.8.2005/847	Zemin ve temel etüdü raporu genel formatı	Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
19.7.2006/5075	İmar planlarında yapı yüksekliği ve kat adedinin belirlenmesi genelgesi	Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
6.10.2008/10337	Plana esas jeoloji, jeolojik-jeoteknik ve mikrobölgeleme etüt genelgesi	Afet İşleri Genel Müdürlüğü

XII- İNCELEME ALANININ YERLEŞİME UYGUNLUK

DEĞERLENDİRMESİ

XII.1. Uygun Alanlar (UA)

XII.1.1 Uygun Alanlar 1 (UA-1): Zemin Ortamlar

XII.1.2 Uygun Alanlar 2 (UA-2): Kaya Ortamlar

XII.2. Önemli Alanlar (ÖA)

XII.2.1. Önemli Alan 1(ÖA-1): Deprem Tehlikesi Açısından Önemli Alanlar

XII.2.1.1 Önemli Alan 1.1 (ÖA-1.1): Sıvılaşma Tehlikesi Açısından Önemli Alanlar

XII.2.1.2 Önemli Alan 1.2 (ÖA-1.2): Diri Fayların Tetiklediği ikincil (Tali) Fay Yüzey Deformasyonları Açısından Önemli Alanlar

XII.2.2. Önemli Alan 2(ÖA-2): Kütle Hareketleri Tehlikeleri ve Yüksek Eğim Açısından

XII.2.2.1 Önemli Alan 2.1(ÖA-2.1) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Stabilite Sorunlu Alanlar

XII.2.2.2 Önemli Alan 2.2(ÖA-2.2) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Kaya Düşmesi Sorunlu Alanlar

XII.2.2.3 Önemli Alan 2.3(ÖA-2.3) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Heyelan ve Kaya Düşmesi (Kompleks Hareket) Sorunlu Alanlar

XII.2.2.4 Önemli Alan 2.4(ÖA-2.4) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Erime Boşlukları Açısından Sorunlu Alanlar

XII.2.3. Önemli Alan 3(ÖA-3) : Su Baskını Açısından Önlem Alınabilecek Alanlar

XII.2.4. Önemli Alan 4(ÖA-4) : Çığ Düşmesi Açısından Önlem Alınabilecek Alanlar

XII.2.5. Önemli Alan 5(ÖA-5) : Mühendislik Problemleri Açısından (Şişme-oturma, taşıma gücü vb.) Önlem Alınabilecek Alanlar

XII.2.5.1 Önemli Alan 5.1(ÖA-5.1) : Önlem Alınabilecek Nitelikte Şişme, Oturma Açısından Sorunlu Alanlar

XII.2.5.2 Önemli Alan 5.2(ÖA-5.2) : Dolgu Alanlar

XII.2.5.3 Önemli Alan 5.3(ÖA-5.3) :Yüksek Yeraltısı Seviyesine, Deniz Suyu Girişimi vb Sorunlu Alanlar

XII.3. Ayrıntılı Jeoteknik Étüt Gerektiren Alanlar (AJE)

XII.4. Uygun Olmayan Alanlar (UOA)

XII.4.1 Deprem Tehlikesi Açısından Uygun Olmayan Alanlar(UOA-1)

XII.4.1.1 Uygun Olmayan Alanlar 1.1(UOA-1.1) : Diri Fay Yüzey Faylanması Tehlike Bölgesi (Faya Tampon Bölgesi)

XII.4.1.2 Uygun Olmayan Alanlar 1.2(UOA-1.2) : Yanal Yayılma Riskli Alanlar

XII.4.2 Kütle Hareketleri Tehlikeleri Açısından Uygun Olmayan Alanlar (UOA-2)

XII.4.2.1 Uygun Olmayan Alanlar 2.1(UOA-2.1) : Heyelan Riskli Bölgeler

XII.4.2.2 Uygun Olmayan Alanlar 2.2(UOA-2.2) :Kaya Düşmesi Riskli Bölgeler

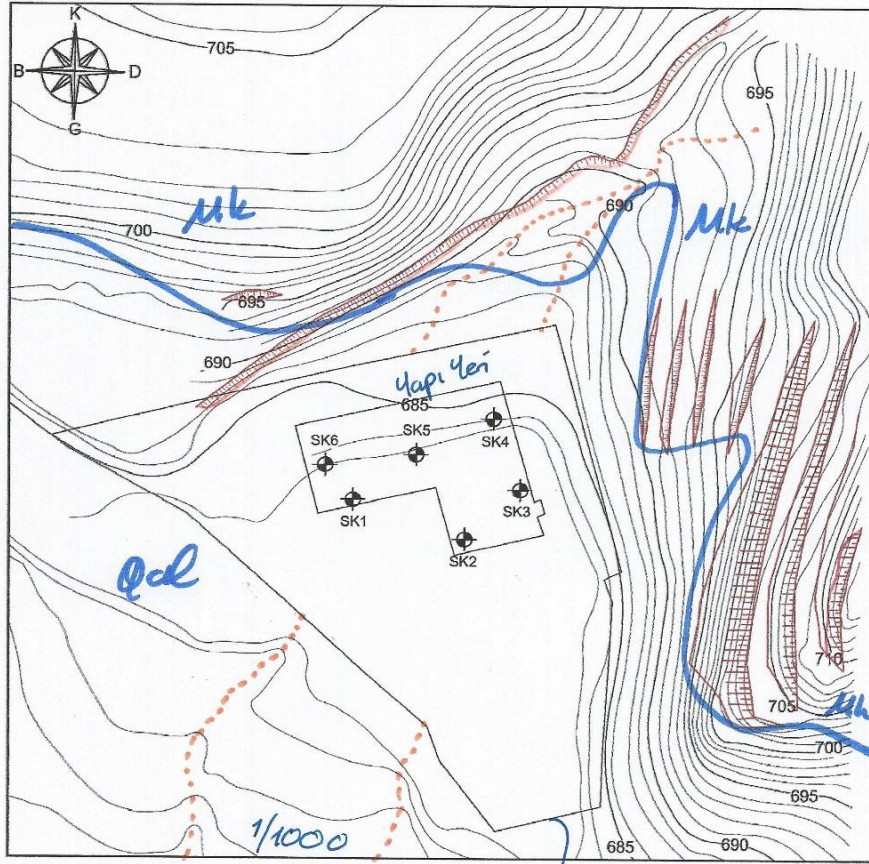
XII.4.2.3 Uygun Olmayan Alanlar 2.3(UOA-2.3) : Heyelan ve Kaya Düşmesi (Kompleks Hareket) Riskli Bölgeler

XII.4.2.4 Uygun Olmayan Alanlar 2.4(UOA-2.4) : Çökme (dolin vb karstik boşluk çökmeleri, tasman vb hareketler) Açısından Riskli Bölgeler

XII.4.3 Uygun Olmayan Alanlar 3(UOA-3) : Taşkın Alanları

XII.4.4 Uygun Olmayan Alanlar 4(UOA-4) : Çığ Düşmesi Riskli Alanlar

XII.4.5 Uygun Olmayan Alanlar 5(UOA-5) : Tıbbi Jeolojik Riskli Alanlar



Sondağ Verisi

Yapı Yalpagına Sınırı

YASS → Ortalama 5.0 m
 İle 5 m → Kahverengili kil, SPZN ortalama 12
 5-12 m → Galıllı kil, SPZN 12 ile R arasında
 >12 m → Gri renkli yuhsch plastitiki kil
 Mli: Mıyaxen Yaşlı Kumtağı
 Qal: Yumraq molozu ve alınyon

1. TOPOĞRAFYA
2. EĞİM MİKTARI
3. JEOLJİK YAPI
4. TEKTONİZMA
5. SELLENME
6. ZEMİN SIVILAŞMASI
7. YAPI YERLEŐİMİ, TEMEL TİPİ, DERİNLİĞİ, BİNA ÖNEM KATSAYISI
8. YERLEŞİME UYGUNLUK

Afet türü	Sayı (x103)
Deprem	28410
Volkan	620
Heyelan	3154
Taşkın	524683
Fırtına, hortum	150336
Kıtlık, kuraklık	952223

Table 2.6. – Estimation of the number of people impacted by natural disasters during the period 1980 and 1990. Source : UNESCO (1993)

Disaster group	Number of people impacted (x 10³) excluding deaths
Earthquakes	28,410
Tsunamis	1
Volcanoes	620
Landslides	3,154
Floods	524,638
Windstorms	150,336
Droughts	952,223
Wildfires	612
Total	1,660,044