



DEPREM YÖNETMELİĞİ

BETONARME BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

* Süneklik Düzeyi Yüksek Kiriş Tasarımı:

Enkesit Koşulları

$$b_k \geq 250 \text{ mm} \quad h_k \geq 300 \text{ mm}$$

$$h_k \geq 3h_f \quad h_f = \text{Döşeme Kalınlığı}$$

TBDY 2018 (7.4.1)

$$h_k \leq \frac{l_n}{4} \quad h_k \leq 3.5 b_k$$

Boyuna Donatı Koşulları

* Kiriş mesnetlerinde çekme donatılarının minimum oranı $\rho = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}}$ TBDY 2018 (7.4.2.1)

* Kiriş açıklık ve mesnetlerinde $\rho \leq 0.85\rho_b:0.02$ TBDY 2018 (7.4.2.4)

Deprem Tasarım Sınıfı: DTS = 1, 1a ve DTS = 2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, diğer durumlarda bu oran %30'a indirilebilir.

TBDY 2018 (7.4.2.3)

TBDY 2018

3.1. BİNA KULLANIM SINIFLARI VE BİNA ÖNEM KATSAYILARI

3.1.1. Bina Kullanım Sınıfları

3.2’de tanımlanan *Deprem Tasarım Sınıfları*’nın belirlenmesine esas olmak üzere *Bina Kullanım Sınıfları* (BKS), binaların kullanım amaçlarına bağlı olarak **Tablo 3.1**’de tanımlanmıştır.

3.1.2. Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfları’na bağlı olarak *Bina Önem Katsayıları* **Tablo 3.1**’de tanımlanmıştır.

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<p>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</p> <p>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)</p> <p>b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>c) Müzeler</p> <p>d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
BKS = 2	<p>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.</p>	1.2
BKS = 3	<p>Diğer binalar</p> <p>BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>	1.0

3.2. DEPREM TASARIM SINIFLARI

3.1.1’de tanımlanan *Bina Kullanım Sınıfları*’na ve DD-2 *deprem yer hareketi düzeyi* için 2.3.2.2’de tanımlanan *Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı*’na bağlı olarak, bu Yönetmelik’te deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak *Deprem Tasarım Sınıfları* (DTS), **Tablo 3.2**’ye göre belirlenecektir.

Tablo 3.2 – Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Not: Bağlantıyı tıklamanız durumunda ders dokümanı kapanabilir. Bu durumda bağlantıyı inceledikten sonra tekrar ders dokümanını açmanız gerekebilir.

AFAD Uygulama

• 2.2. DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYLERİ

Bu Yönetmelik kapsamında aşağıda belirtilen dört farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmıştır.

• 2.2.1. 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, göz önüne alınan *en büyük deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.

- **2.2.2. 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.

- **2.2.3. 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.

• 2.2.4. 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.

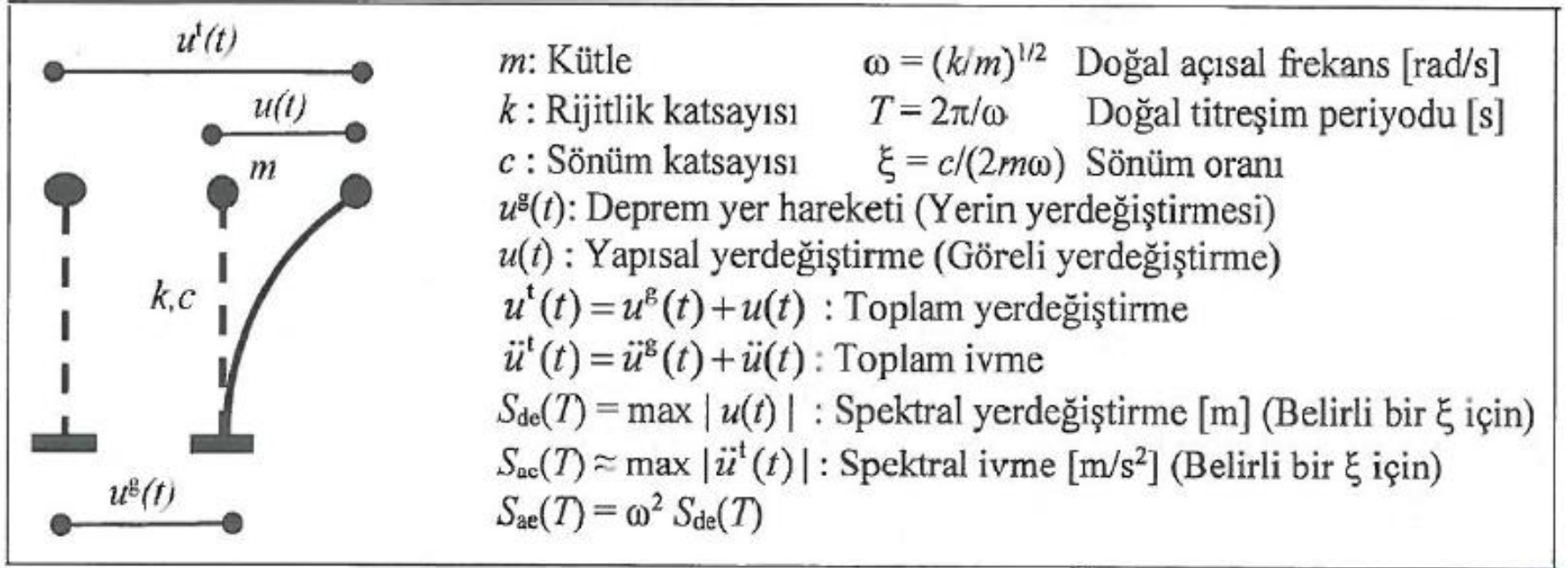
- Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	50 Yılda Aşılma Olasılığı (%)	Tekrarlanma Periyodu (Yıl)	Deprem Yer Hareketi Niteliği
DD - 1	2%	2475	Çok Seyrek
DD - 2	10%	475	Seyrek
DD - 3	50%	72	Sık
DD - 4	68%	43	Çok Sık

Spektrum Kavramı

Deprem yer hareketi spektrumu, diğer adı ile davranış spektrumu, göz önüne alınan bir deprem yer hareketinin etkisi altında, belirli bir sönüm oranı için doğal titreşim periyodu T olan doğrusal elastik tek serbestlik dereceli sistemde meydana gelen **maksimum toplam ivmenin (spektral ivme) veya maksimum yapısal yerdeğiştirmenin (spektral yerdeğiştirme)** T ye bağlı olarak ifade edildiği bir fonksiyon olarak tanımlanır. Tek serbestlik dereceli sistem parametreleri ile tipik bir deprem yer hareketi altında bu sisteme ait hareket denkleminin çözümünden elde edilen davranış parametreleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Deprem etkisi altında tek serbestlik dereceli sistemin davranış büyüklükleri



Tek serbestlik dereceli bir yapıda yapının serbest titreşim periyodu (T) ve sönüm oranına (ξ) bağlı olarak belirli bir deprem için maksimum davranış bileşenlerini (deplasman, hız ve ivme) veren grafiklere deprem spektrumları denir.

Örneğin İvme spektrum grafiği, tek serbestlik dereceli (tek katlı) bir yapıda değişik periyod değerleri için söz konusu deprem hareketinden dolayı meydana gelen maksimum ivmeleri göstermektedir

• 2.3. STANDART DEPREM YER HAREKETİ SPEKTRUMLARI

• 2.3.1. Tanım

- Deprem yer hareketi spektrumları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi esas alınarak %5 sönüm oranı için *harita spektral ivme katsayılarına* ve *yerel zemin etki katsayılarına* bağlı olarak standart biçimde veya *sahaya özel deprem tehlikesi analizleri* ile özel olarak tanımlanırlar.

- **Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları**
- Boyutsuz *harita spektral ivme katsayıları* dört farklı deprem yer hareketi düzeyi için *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları* kapsamında tanımlanmıştır:
- **(a)** Kısa periyot *harita spektral ivme katsayısı* S_S
- **(b)** 1.0 saniye periyot 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 $[(V_s)_{30}=760 \text{ m/s}]^*$ esas alınarak %5 sönüm oranı için *harita spektral ivmeleri*'nin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile *boyutsuz katsayılar* olarak tanımlanmıştır.

*ortalama kayma dalgası hızı: $(V_s)_{30}=760 \text{ m/s}$

harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 , aşağıdaki şekilde tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} ,e dönüştürülür:

$$S_{DS} = S_S F_S \quad S_{D1} = S_1 F_1 \quad (2.1)$$

Burada F_S ve F_1 TBDY(2018) **2.3.3**'te tanımlanan *yerel zemin etki katsayılarını* göstermektedir.

2.3.3. Yerel Zemin Etki Katsayıları

2.3.3.1 – 16.4’te tanımlanan *yerel zemin sınıfları*’na bağılı olarak *yerel zemin etki katsayıları* F_s ve F_1 , sırası ile, **Tablo 2.1** ve **Tablo 2.2**’de verilmiştir. Tablolarda harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

Tablo 2.1 – Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
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	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Blkz.16.5).</i>					

Tablo 2.2 – 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> 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	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (Bkz.16.5).</i>					

2.3.2.3 – Yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları, Denk.(2.1) ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları'ndan yararlanılarak, sırası ile, 2.3.4 ve 2.3.5'te tanımlanmıştır.

2.3.4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

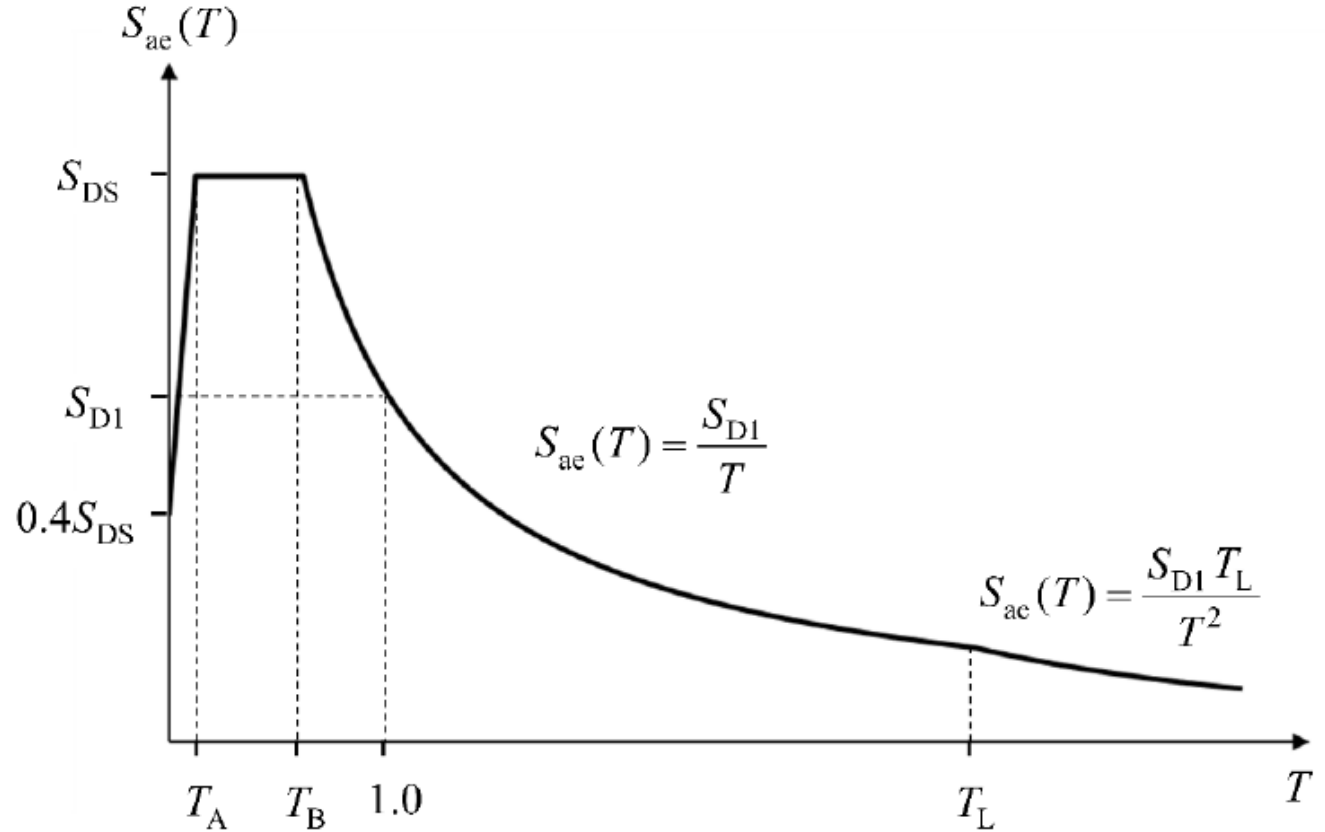
2.3.4.1 – Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için *yatay elastik tasarım ivme spektrumu*'nun ordinatları olan *yatay elastik tasarım spektral ivmeleri* $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden **Denk.(2.2)**'de tanımlanmıştır (**Şekil 2.1**):

$$\begin{aligned} S_{ae}(T) &= \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \end{aligned} \tag{2.2}$$

Burada S_{DS} ve S_{D1} **2.3.2.2**'de tanımlanan *tasarım spektral ivme katsayıları*'nı, T ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu *köşe periyotları* T_A ve T_B **Denk.(2.3)** ile S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak tanımlanır:

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{2.3}$$

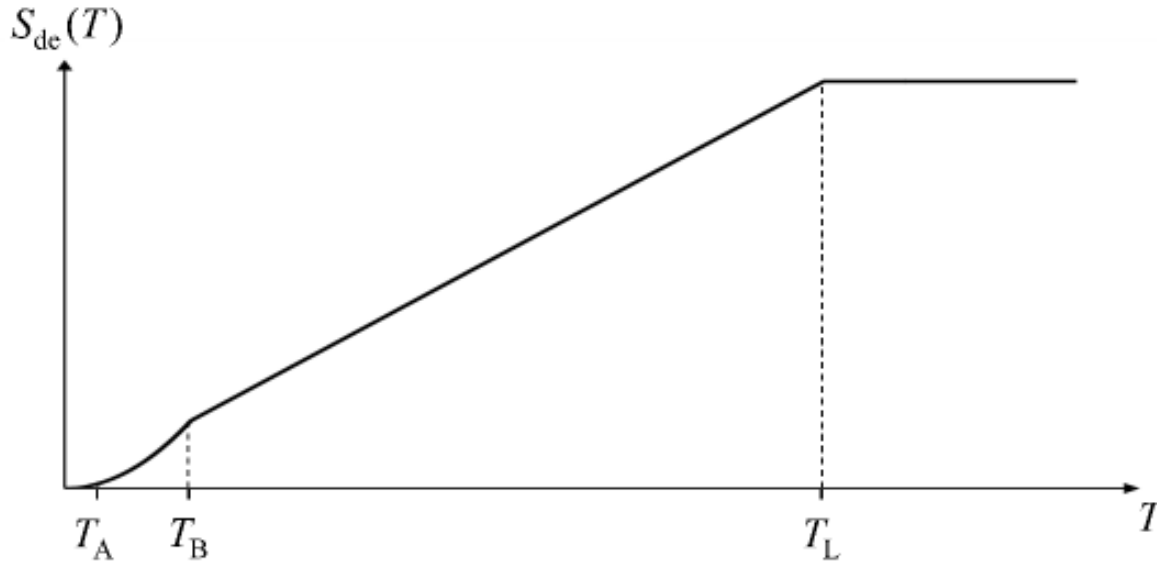
Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu $T_L = 6$ s alınacaktır.



şekil 2.1

2.3.4.2 – Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için *yatay elastik tasarım yerdeğiştirme spektrumu* 'nun ordinatları olan *yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmeleri* $S_{de}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak metre [m] cinsinden **Denk.(2.4)** ile tanımlanır (**şekil 2.2**):

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T) \quad (2.4)$$



şekil 2.2

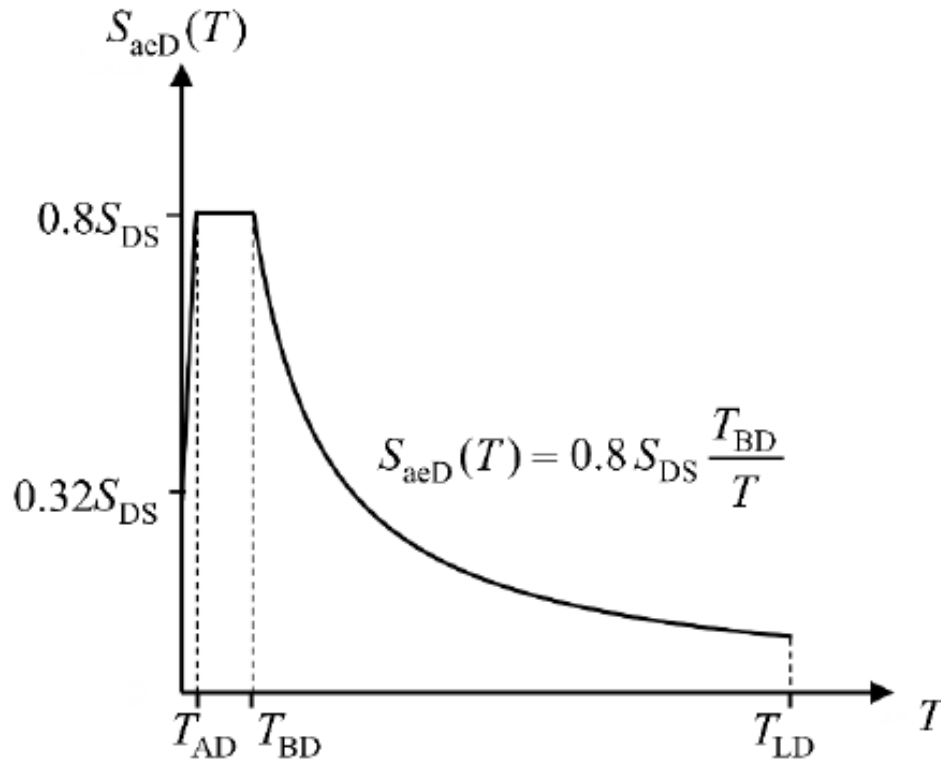
2.3.5. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için *düşey elastik tasarım ivme spektrumu*'nun ordinatları olan *düşey elastik tasarım spektral ivmeleri* $S_{aeD}(T)$, yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden **Denk.(2.5)** ile tanımlanır (**Şekil 2.3**):

$$\begin{aligned} S_{aeD}(T) &= \left(0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}} \right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_{AD}) \\ S_{aeD}(T) &= 0.8 S_{DS} & (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \\ S_{aeD}(T) &= 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} & (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \end{aligned} \quad (2.5)$$

Denk.(2.5)'te yer alan T_{AD} ve T_{BD} düşey spektrum *köşe periyotları* ile T_{LD} periyodu **Denk.(2.6)**'da verilmiştir.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \quad ; \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad ; \quad T_{LD} = \frac{T_L}{2} \quad (2.6)$$



Şekil 2.3

2.4. SAHAYA ÖZEL DEPREM YER HAREKETİ SPEKTRUMU

2.4.1. Sahaya Özel Elastik İvme Spektrumu

2.4.1.1 – Bazı özel durumlarda, *sahaya özel deprem tehlikesi analizleri* ile *sahaya özel deprem yer hareketi spektrumları* tanımlanabilir. Bu tür spektrumlar proje mühendisinin tercihine bağlı olarak her durumda kullanılabilir.

2.4.1.2 – Sahaya özel deprem *yer hareketi* spektrumlarının ordinatları, hiçbir zaman **2.3.4** veya **2.3.5**'te tanımlanan tasarım spektrumu ordinatlarının % 90'ından daha küçük olmayacaktır.

2.4.2. Sahaya Özel Zemin Davranış Analizleri

16.4'e göre yapılan yerel zemin sınıflandırmasında ZF sınıfı olarak tanımlanan zeminlerde **16.5**'e göre *sahaya özel zemin davranış analizleri* yapılacaktır. Bu tür analizler, proje mühendisinin tercihine bağlı olarak diğer sınıflardaki zeminlerde de yapılabilir.

Standart Yer Hareketi Spektrumlarının Yönetmelikte Kullanımları

- İvme ve yer değiştirme spektrumları depremden depreme farklılık gösterir.
- Deprem yönetmeliklerinde genellikle ivme spektrum eğrisi standardize edilir ve spektral ivmeler bir takım deprem parametrelerine bağlanarak analitik olarak ifade edilir.
- Zemin koşulları da dikkate alınarak tasarım ivme spektrumu elde edilir.
- Tasarım İvme Spektrumu tasarımın deprem yer hareketi ile ilgili temel verisidir.

- Taşıyıcı sistem hesaplarında bu veri iki türlü kullanılır.
- (a) Tanım olarak tasarım ivme spektrumu, tek serbestlik dereceli sistemin deprem etkisi altında maksimum davranışına karşı gelir.
- Yapısal tasarımda maksimum etkiler dikkate alınır.

- Yönetmeliğin 4. Bölümünde açıklandığı gibi uygulamada en yaygın olarak kullanılan **Eş Değer Deprem Yüğü Yönteminde ve Mod Birleştirme* Yönteminde** maksimum deprem yüklerinin ve bunların etkisi ile meydana gelen tasarıma esas maksimum davranış büyüklüklerinin (maksimum yerdeğiştirmeler, iç kuvvetler vb.)hesabında Tasarım İvme Spektrumu doğrudan kullanılır.

- (b) Yine Bölüm 4 de açıklanan **Mod Toplama* Yönteminde** ve Bölüm 5 de açıklanan **Zaman Tanım Alanında doğrusal olmayan hesap yönteminde** ise deprem hesabı deprem kayıtlarına göre yapıldığı için Tasarım İvme Spektrumu hesapta doğrudan kullanılmaz
- Bu durumda hesap, uygun şekilde seçilen gerçek deprem kayıtlarının bu kayıtlara ait spektrumların tasarım ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilmesi ve dönüştürülmesi sonucunda elde edilecek deprem yer hareketi ile yapılır

- *Modal Hesap Yöntemleri:
- (i) Azaltılmış deprem tasarım spektrumu ile hesaba dayalı *Mod Birleştirme Yöntemi*
- (ii) Zaman tanım alanında hesaba dayalı *Mod Toplama Yöntemi* : modal tek serbestlik dereceli sistemlerin zaman tanım alanında çözümlenmesi ve mod katkılarının doğrudan süperpoze edilmesine dayanan bir yöntemdir
- Her iki yöntemde taşıyıcı sistemin serbest titreşim hesabından elde edilen modal büyüklükler esas alınarak uygulanır.

Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları

- TBDY(2018) 'e göre taşıyıcı sistemin hesabında deprem etkisini tanımlayan tasarım ivme spektrumunun ana parametreleri olan spektrum ivme katsayıları %5 sönüm oranı için TDTH(2018) den alınacak harita spektral ivme katsayılarının TBDY(2018) de verilen yerel zemin katsayıları ile çarpımından elde edilir.
- $S_{DS} = S_s F_s$ $S_{D1} = S_1 F_1$

- $S_{Ds} = S_s F_s$ $S_{D1} = S_1 F_1$
- Bağıntılarda S_s ve S_1 sırasıyla kısa periyot(2 saniye) ve 1 saniye periyot için TDTH(2018) de %5 sönüm oranı için tanımlanmış harita spektral ivme katsayılarını, S_{Ds} ve S_{D1} ise periyotlara karşı gelen boyutsuz tasarım ivme katsayılarını göstermektedir.

- TBDY(2018) Tablo 16.1 de gösterildiği şekilde zemin ortamının en üst 30 metresindeki ortalama kayma dalgası hızı, ortalama standart penetrasyon darbe sayısı veya ortalama drenajsız kayma dayanımına bağlı olarak ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olmak üzere altı sınıf olarak tanımlanmıştır.

ortalama kayma dalgası hızı: $(V_s)_{30}=760 \text{ m/s}$

TBDY Tablo 16.1 – Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	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 ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, 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 $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 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.			

- Harita katsayıları, zemin ortamının en üst 30 metresindeki ortalama kayma dalgası hızının $(V_s)_{30}=760$ m/s olduğu referans zemin koşulu için tanımlanmış olduklarından bundan farklı zemin koşulları için TBDY(2018) Tablo 2.1 ve 2.2 de tanımlanan yerel zemin etki katsayıları ile çarpılarak dönüştürülmesi gerekmektedir.

- $S_{DS} = S_S F_S \quad S_{D1} = S_1 F_1$



Not: Bağlantıyı tıklamanız durumunda ders dokümanı kapanabilir. Bu durumda bağlantıyı inceledikten sonra tekrar ders dokümanını açmanız gerekebilir.



3.3. BİNA YÜKSEKLİĞİ VE BİNA YÜKSEKLİK SINIFLARI

3.3.1. Bina Tabanı ve Bina Yüksekliği

3.3.1.1 – Aşağıda (a) ve (b)'de verilen koşulların her ikisini de sağlayan *bodrumlu binalar*'da *bina tabanı*, bodrum perdelerinin üst kotundaki kat döşemesi seviyesinde tanımlanır.

(a) Rijit bodrum perdelerinin binayı her taraftan veya en az üç taraftan çevrelemesi,

(b) Birbirine dik bina eksenlerinin herbirinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda, bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan *doğal titreşim periyodu*'nun, aynı taşıyıcı sistemde zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın aynı doğrultuda hesaplanan *doğal titreşim periyodu*'na oranının 1.1'den küçük olması ($T_{p,tüm} \leq 1.1 T_{p,üst}$).

3.3.1.2 – **3.3.1.1**'de verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan *bodrumlu binalar* ve *bodrumsuz binalar*'da *bina tabanı* temel üst kotunda tanımlanır.

3.3.1.3 – Deprem hesabı bakımından *bina yüksekliği* H_N , **3.3.1.1** veya **3.3.1.2**'ye göre tanımlanan *bina tabanı*'ndan itibaren ölçülen yükseklik olarak tanımlanır. Bu tanımda, çatı döşemesinin üzerinde yer alan asansör makine dairesi ve benzeri küçük kütleli uzantılar dikkate alınmayabilir.



3.3.2. Bina Yükseklik Sınıfları

3.3.2.1 – Deprem etkisi altında tasarımda binalar yükseklikleri bakımından sekiz *Bina Yükseklik Sınıfı*'na (BYS) ayrılmıştır. Bu sınıflara giren binalar için **3.3.1.3** esas alınarak tanımlanan yükseklik aralıkları, **Tablo 3.2**'deki *Deprem Tasarım Sınıfları*'na bağlı olarak **Tablo 3.3**'te verilmiştir.

3.3.2.2 – **Tablo 3.3**'te $BYS = 1$ olarak belirtilen binalar **Bölüm 13**'e göre *yüksek binalar* olarak sınıflandırılacaktır.

Tablo 3.3 – Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	



DEPREM YÖNETMELİĞİ

BETONARME BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

* Süneklik Düzeyi Yüksek Kiriş Tasarımı:

Enkesit Koşulları

$$b_k \geq 250 \text{ mm} \quad h_k \geq 300 \text{ mm}$$

$$h_k \geq 3h_f \quad h_f = \text{Döşeme Kalınlığı}$$

TBDY 2018 (7.4.1)

$$h_k \leq \frac{l_n}{4} \quad h_k \leq 3.5 b_k$$

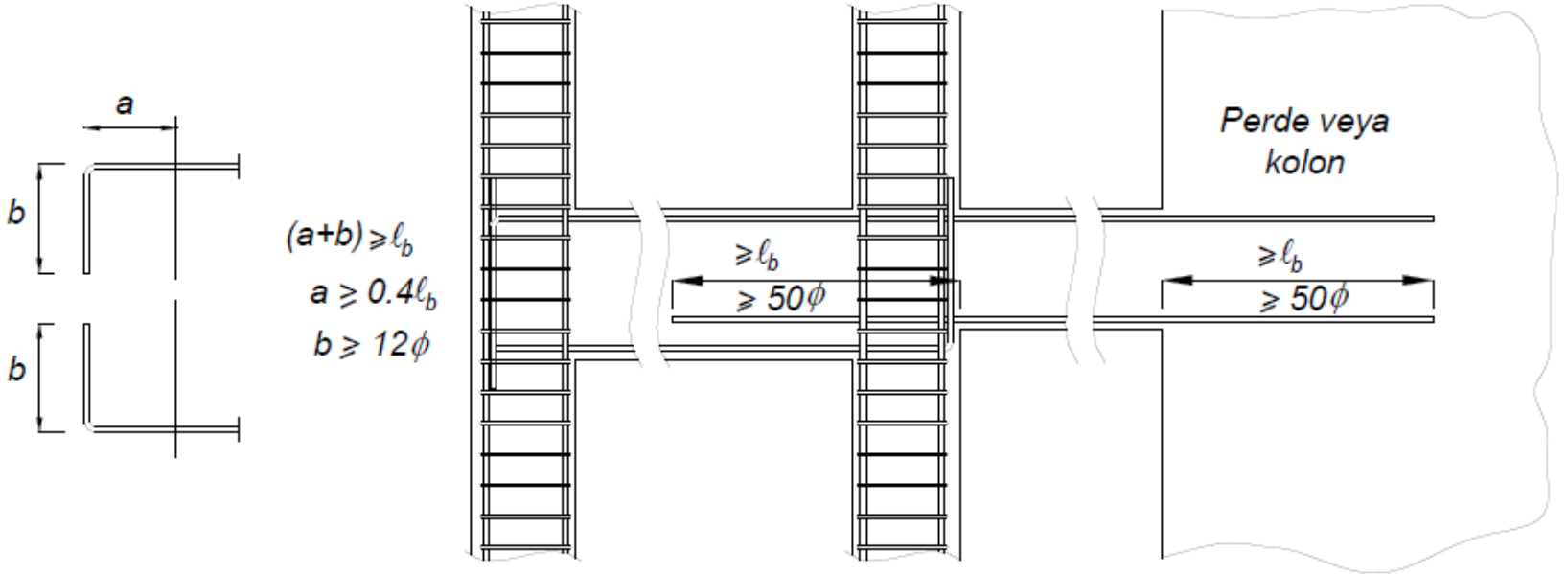
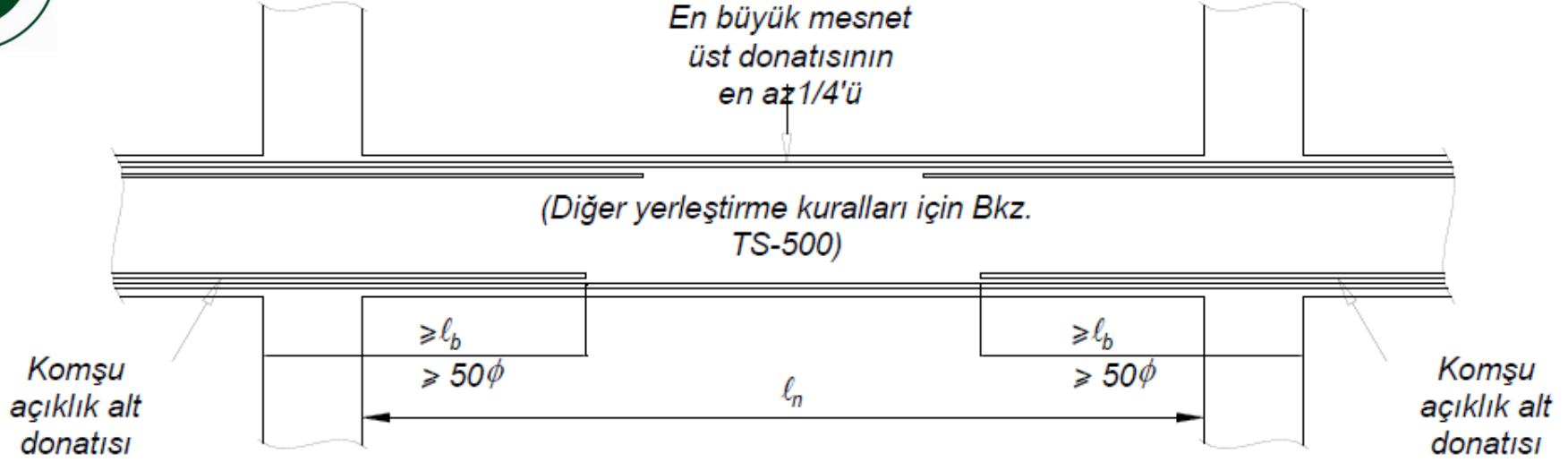
Boyuna Donatı Koşulları

* Kiriş mesnetlerinde çekme donatılarının minimum oranı $\rho = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}}$ **TBDY 2018 (7.4.2.1)**

* Kiriş açıklık ve mesnetlerinde $\rho \leq 0.85\rho_b:0.02$ **TBDY 2018 (7.4.2.4)**

Deprem Tasarım Sınıfı: DTS = 1, 1a ve DTS = 2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, diğer durumlarda bu oran %30'a indirilebilir.

TBDY 2018 (7.4.2.3)



- Kirişin üst ucundaki mesnet üst donatılarının büyük olanının en az 1/4'ü tüm kiriş boyunca sürekli devam ettirilecektir.

Enine Donatı Koşulları:

Sarılma bölgesinde ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en fazla 50 mm olmalıdır. Bu bölgelerde özel deprem etriyesi kullanılmalıdır.

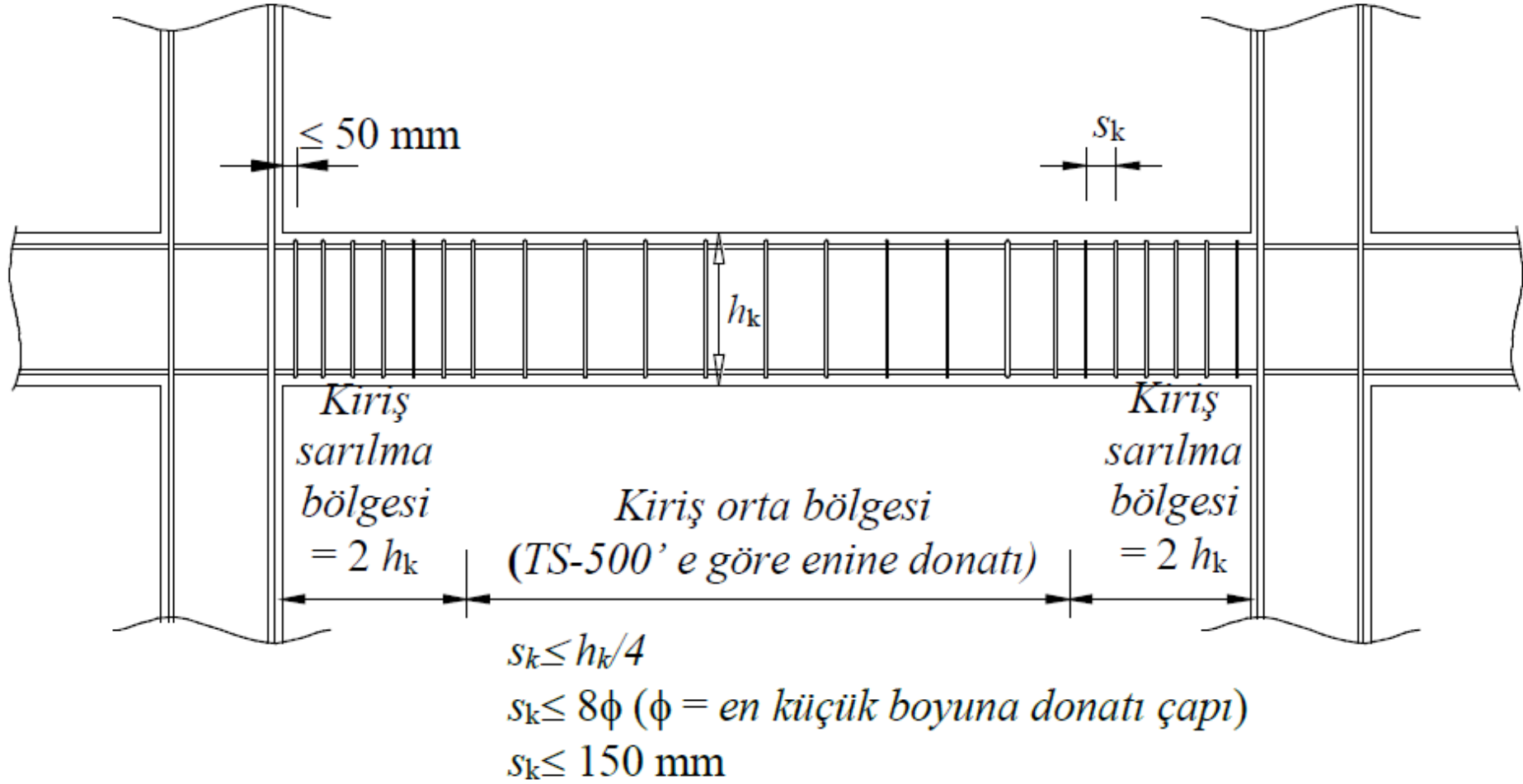
Sarılma bölgesinde:

$$s_k \leq h_k / 4$$

$$s_k \leq 8\phi \quad (\phi: \text{en küçük boyuna donatı çapı})$$

TBDY 2018 (7.4.4)

$$s_k \leq 150 \text{ mm} \quad \text{şartlarına uyulmalıdır.}$$





KİRİŞLERİN KESME GÜVENLİĞİ

Kesme kuvveti, elemanın kesit özellikleri göz önünde bulundurularak her iki uçta hesaplanan eğilme momentleri temel alınarak hesaplanır. Yönetmeliğin bu bölümünde kapasite tasarımı kavramı getirilmiştir. Yani tasarım, yapıda oluşan yük etkisine göre yapılmayıp elemanın taşıma gücü kapasitesine göre yapılmaktadır.

Bunun nedeni, yapıya etkiyen deprem yüklerinin büyüklüğünün kesin olmayıp, buna karşın bir elemanın taşıma gücünün daha doğru olarak hesaplanabilmesidir. Böylece gevrek türü kırılmalar önlenerek, elemanların taşıma gücü kapasitelerine eğilmede ulaşarak sünek bir davranış göstermeleri sağlanabilir.

Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde aşağıdaki gibi bulunur.

$$V_e = V_{dy} + (M_{pi} + M_{pj}) / I_n \quad \text{TBDY 2018 Denk. (7.9)}$$

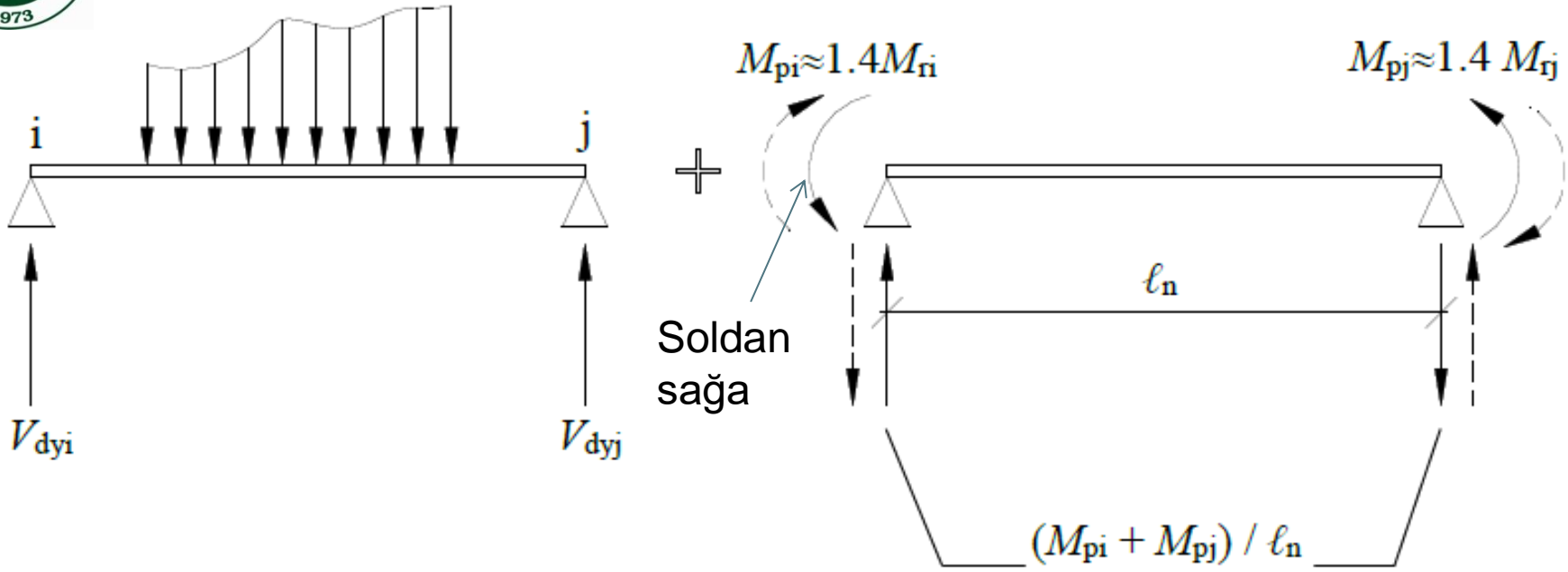
Kiriş uçlarında pekleşmeli taşıma gücü momenti, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda $M_{pi} \approx 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \approx 1.4 M_{rj}$ olarak alınır.

V_e aşağıda verilen koşulları sağlamalıdır;

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.85 b_w d \sqrt{f_{ck}} \quad \text{TBDY 2018 Denk. (7.10)}$$

Eğer bu koşullar sağlanmazsa kesit boyutları yeteri kadar büyütülüp deprem hesabı tekrarlanacaktır.



V_e : Kolon ve kirişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti.

M_p : Pekleşmeli taşıma gücü momenti.

V_{dy} : Düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti.

V_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin

ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti.

Kiriş enine donatısı V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS500 e göre belirlenecektir. Kiriş sarılma bölgesindeki enine donatının hesabında $V_e - V_{dy} \geq 0.5V_d$ olması durumunda betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır. Hiçbir durumda pilyelerin kesme dayanımına katkıları göz önüne alınmayacaktır.

$$V_r = V_w + V_c \quad \text{TS 500 Denk. (8.3)}$$

$$V_w = \left(\frac{A_{sw}}{s}\right) f_{ywd}(d) \quad \text{TS 500 Denk. (8.5)}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \left(1 + \frac{N_d}{A_c} \psi\right) \quad \text{TS 500 Denk. (8.1)}$$

$\psi = \text{Eksenel Yük Etkisi}$

N_d Basınç ise $\psi = +0.07$

N_d Çekme ise $\psi = -0.30$



* Süneklik Düzeyi Yüksek Kolon Tasarımı:

Enkesit Koşulları

$$b \geq 300 \text{ mm}$$

$$A_c \geq N_{d(max)} / (0.40 f_{ck})$$

TBDY 2018 (7.3.1.2)

Boyuna Donatı Koşulları

Kolonlarda boyuna donatı, kesit brüt alanının %1'inden az %4'ünden fazla olmayacaktır.

$$0.04 \geq \rho \geq 0.01$$

TBDY 2018 (7.3.2.1)

Kolonlarda $\Phi 14$ den daha ince ve dairesel kolonlarda 6 adetten daha az donatı kullanılmayacaktır.

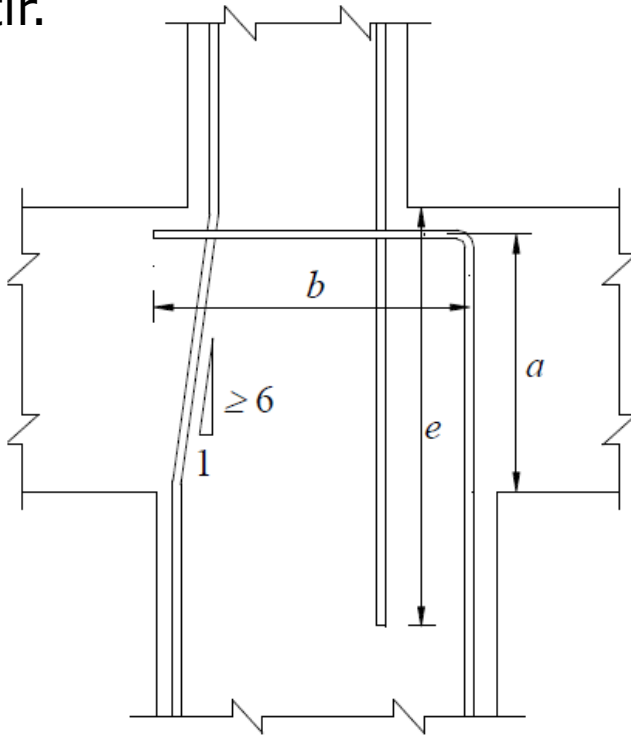


Boyuna Donatının Düzenlenmesi

Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, kolonun serbest yüksekliğinin orta üçte birlik bölgesinde yapılacaktır. Bindirmeli ekinin boyu l_b 'den küçük olmayacaktır. Bindirmeli ek boyunca yerleştirilecek enine donatıların aralığı kolonun en küçük boyutunun $1/3$ 'ünden ve 150 mm 'den büyük olmayacaktır. ($l_0 = l_b$)

Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi $1/6$ 'dan daha büyük olmayacaktır. Kesit değişiminin daha büyük olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının karşı taraftaki kirişin içindeki kenetlenme boyu, TS 500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu $1.5 l_b$ 'den ve 40Φ 'den daha kısa alınmayacaktır.

Karşı tarafta kiriş bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır.



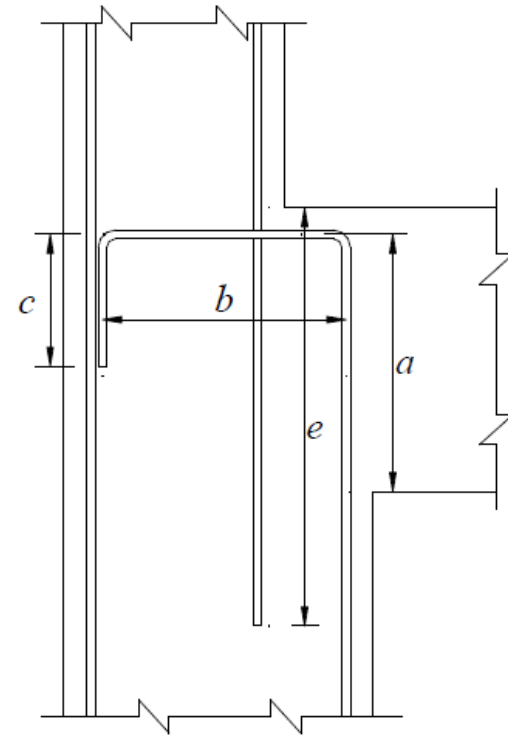
$$(a+b) \geq 1.5l_b$$

$$(a+b) \geq 40\phi$$

$$b \geq 12\phi$$

$$e \geq 1.5l_b$$

$$e \geq 40\phi$$



$$(a+b+c) \geq 1.5l_b$$

$$(a+b+c) \geq 40\phi$$

$$c \geq 12\phi$$



Enine Donatı Koşulları

Sarılma Bölgesi	$l_c \geq \frac{l_n}{6}$	$l_c \geq 1.5b_{max}$	$l_c \geq 500 \text{ mm}$
Etriye Aralıkları	$s_c \geq 50 \text{ mm}$	$s_c \leq 150 \text{ mm}$	$s_c \leq b_{min}/3$

Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(7.1)**'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır

$$A_{sh} \geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk})$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk})$$

TBDY 2018 Denk. (7.1)

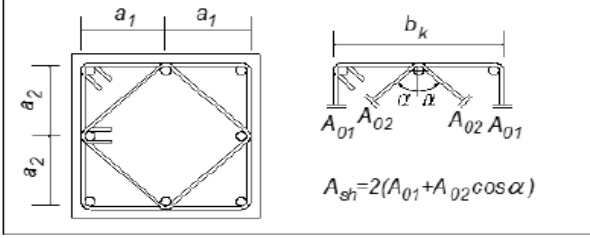
A_{sh} = İki dik doğrultuda alınan kesitte, etriye ve çirozların toplam kesit alanı (izdüşümü).

Hesapta kolonun çekirdek boyutu, b_k her iki doğrultu için ayrı ayrı göz önüne alınacaktır.

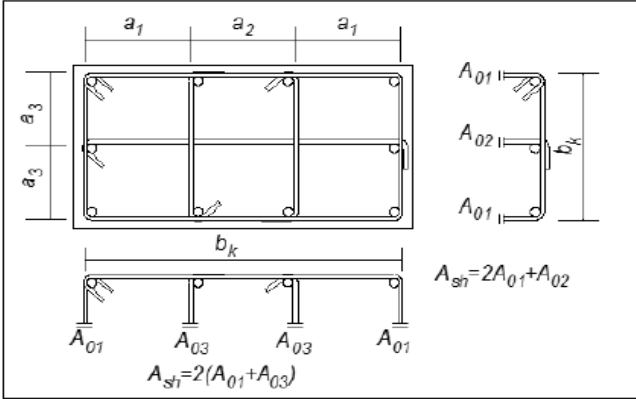
En alçak kirişin
yüksekliği boyunca
alttaki sarılma
bölgesi için hesaplanan
enine
donatı miktarının
en az %60'ı

$$s_j \leq 100\text{mm}$$

$$\begin{aligned} s_b &\geq 50\text{mm} \\ s_b &\leq 150\text{mm} \\ s_b &\leq b_{\text{min}}/3 \\ s_b &\leq 6 \phi_2 \end{aligned}$$



$\max a_i = 25\phi$
(ϕ enine donatı çapı)

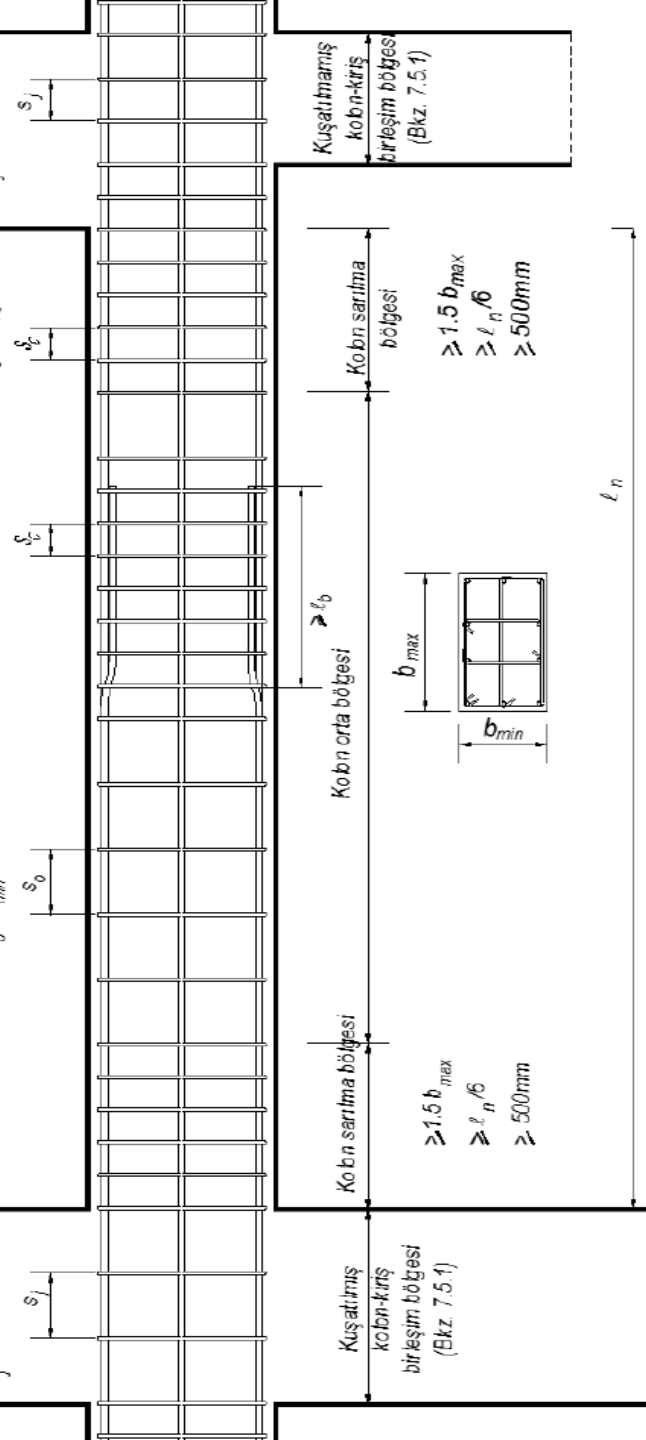


$$\begin{aligned} s_b &\leq 150\text{mm} \\ s_b &\leq b_{\text{min}}/3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_b &\leq 200\text{mm} \\ s_b &\leq b_{\text{min}}/2 \end{aligned}$$

Altta ki sarılma
bölgesi için hesaplanan
enine donatı miktarının
en az %40'ı

$$s_j \leq 150\text{mm}$$

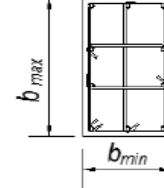


Kuşatılmış
kobn-kiriş
birleşim bölgesi
(Bkz. 7.5.1)

Kobn sarılma
bölgesi

$$\begin{aligned} &\geq 1.5 b_{\text{max}} \\ &\geq l_n / 6 \\ &\geq 500\text{mm} \end{aligned}$$

Kobn orta bölgesi



Kobn sarılma bölgesi

$$\begin{aligned} &\geq 1.5 b_{\text{max}} \\ &\geq l_n / 6 \\ &\geq 500\text{mm} \end{aligned}$$

Kuşatılmış
kobn-kiriş
birleşim bölgesi
(Bkz. 7.5.1)



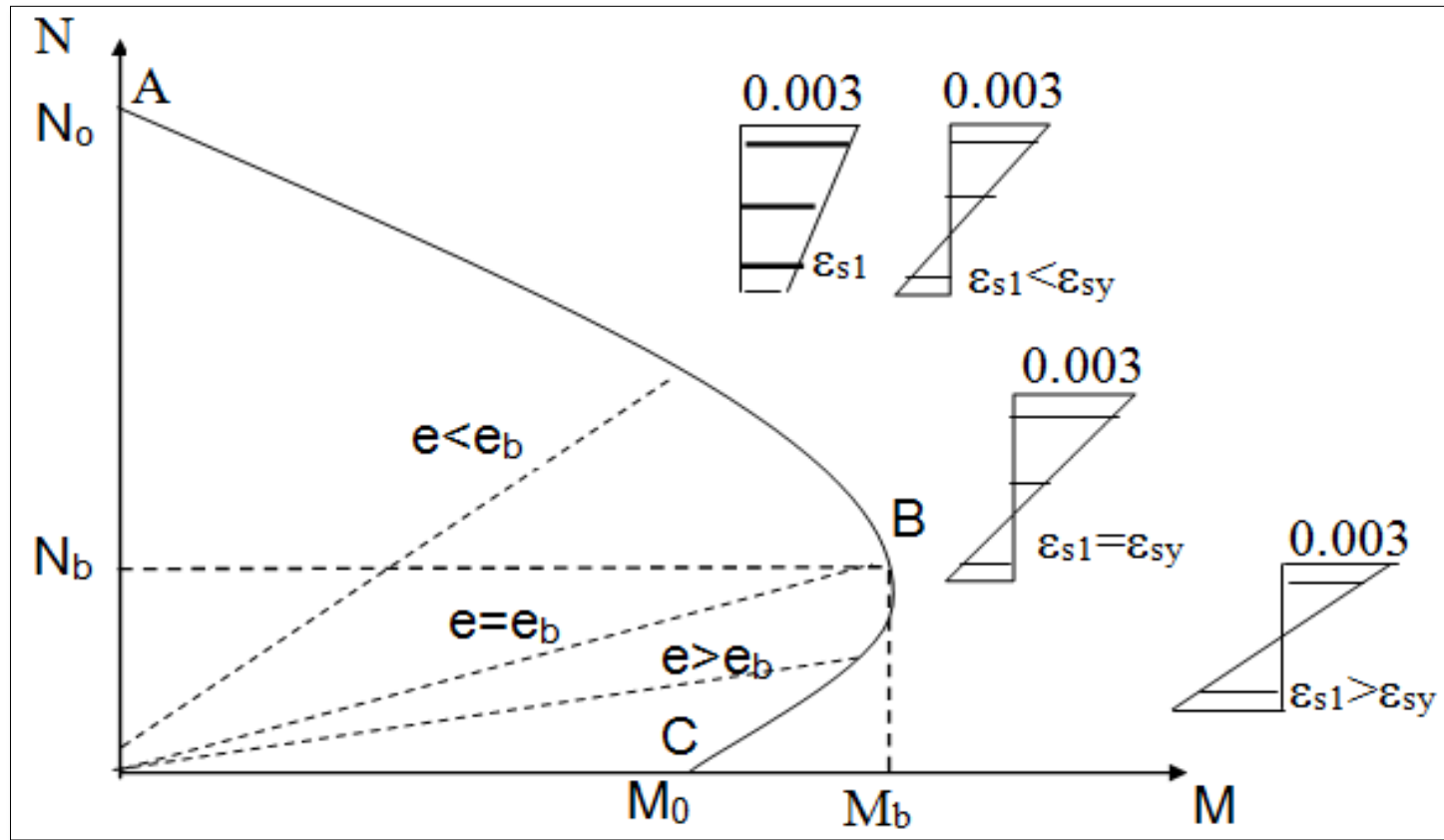
KOLONLARIN KİRİŞLERDEN DAHA GÜÇLÜ OLMASI KOŞULU

Mafsalların kirişlerde oluşabilmesi için Yeni Deprem Yönetmeliği'nde kolonların kirişlerden güçlü olması koşulu getirilmiştir (TBDY 2018 7.3.5.).

Bu koşul ile deprem yükünden bağımsız olarak kolon ve kirişlerin göreceli kapasiteleri düzenlenmektedir. Bunun amacı, büyük depreme karşı tasarımın temel ilkesi gereği yapının göçmemesini sağlamak üzere, plastik mafsalların kolonlarda değil kirişlerde oluşmasını sağlamaktır. Ayrıca, kirişler kolonlardan daha sünek olduğu için enerji tüketimi doğru yerde yapılmış olmaktadır.

$$(M_{ra} + M_{r\ddot{u}}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$$

TBDY 2018 Denk. (7.3)





(TBDY 2018 Madde 7.3.6.) Denkleminin Sağlanmasının

Zorunlu Olmadığı Durumlar

i) $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$,

ii) En üst kat düğüm noktaları,

iii) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumu.

KOLONLARIN KİRİŞLERDEN DAHA GÜÇLÜ OLMASI KOŞULUNUN BAZI KOLONLARDA SAĞLANAMAMASI DURUMU

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde

$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.7$$

TBDY 2018 Denk. (7.4)

koşulu sağlandığı takdirde ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında (TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunun sağlanmamış olmasına izin verilebilir.



$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonlar (TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunu sağlamasalar bile V_{is} 'nin hesabında göz önüne alınabilir.

Burada V_{is} , binanın i'inci katında (TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunun hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı; V_{ik} , i'inci kattaki tüm kolonlarda göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamıdır.

(TBDY 2018 Denk. 7.4) koşulunun sağlanması durumunda, $0.7 < \alpha_i < 1.0$ aralığında (TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunun, hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1/\alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır.

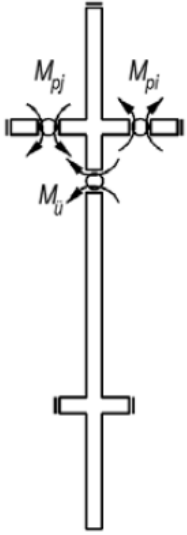
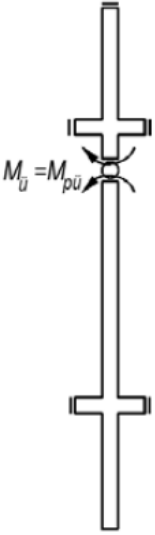

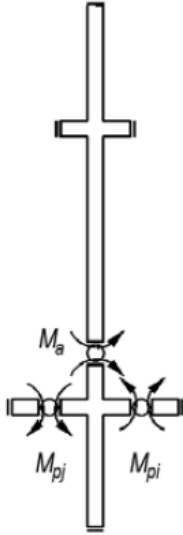



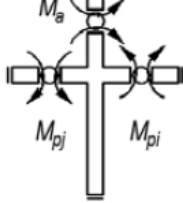



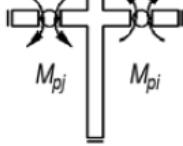


Herhangi bir katta (TBDY 2018 Denk. 7.4) koşulunun sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler süneklik düzeyi normal çerçeve olarak göz önüne alınacak ve (TBDY 2018 Tablo 4.1)'e göre **R** değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır.

KOLONLARIN KESME GÜVENLİĞİ

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / l_n$$

(TBDY 2018 Denk. 7.5)

Kat No.	$M_{\bar{u}}$ 'nün hesaplanması		M_a 'nün hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlaması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlamaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlamaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlaması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$			$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$
	$M_{\bar{u}} = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{ha(i+1)}} \sum M_p$			$M_a = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{h\bar{u}(i-1)}} \sum M_p$
	<p>$M_{h\bar{u}(i)}$ i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment $M_{ha(i)}$ i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 3 ve Bölüm 4'e göre bulunan moment</p>			

M_a ve $M_{\ddot{u}}$ 'nün Hesaplanması:

(a) (TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunun sağlanması durumu (TBDY 2018 7.3.7.2)

(TBDY 2018 Denk. 7.3)'ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı, ΣM_p hesaplanır.

$$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad \text{TBDY 2018 Denk. (7.6)}$$

Burada

$$M_{pi} \cong 1.4M_{ri} \quad \text{ve} \quad M_{pj} \cong 1.4M_{rj} \quad \text{olarak alınabilir.}$$



ΣM_p momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında (TBDY 2018, Bölüm 4)'de göre elde edilmiş bulunan momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonunda kolonun alt ve üst ucunda elde edilen moment (TBDY 2018 Denk. 7.5)'te M_a veya $M_{\bar{u}}$ olarak göz önüne alınacaktır.

Depremin her iki yönü için (TBDY 2018 Denk. 7.6) ayrı ayrı uygulanacak ve elde edilen en büyük ΣM_p değeri dağıtımda esas alınacaktır.

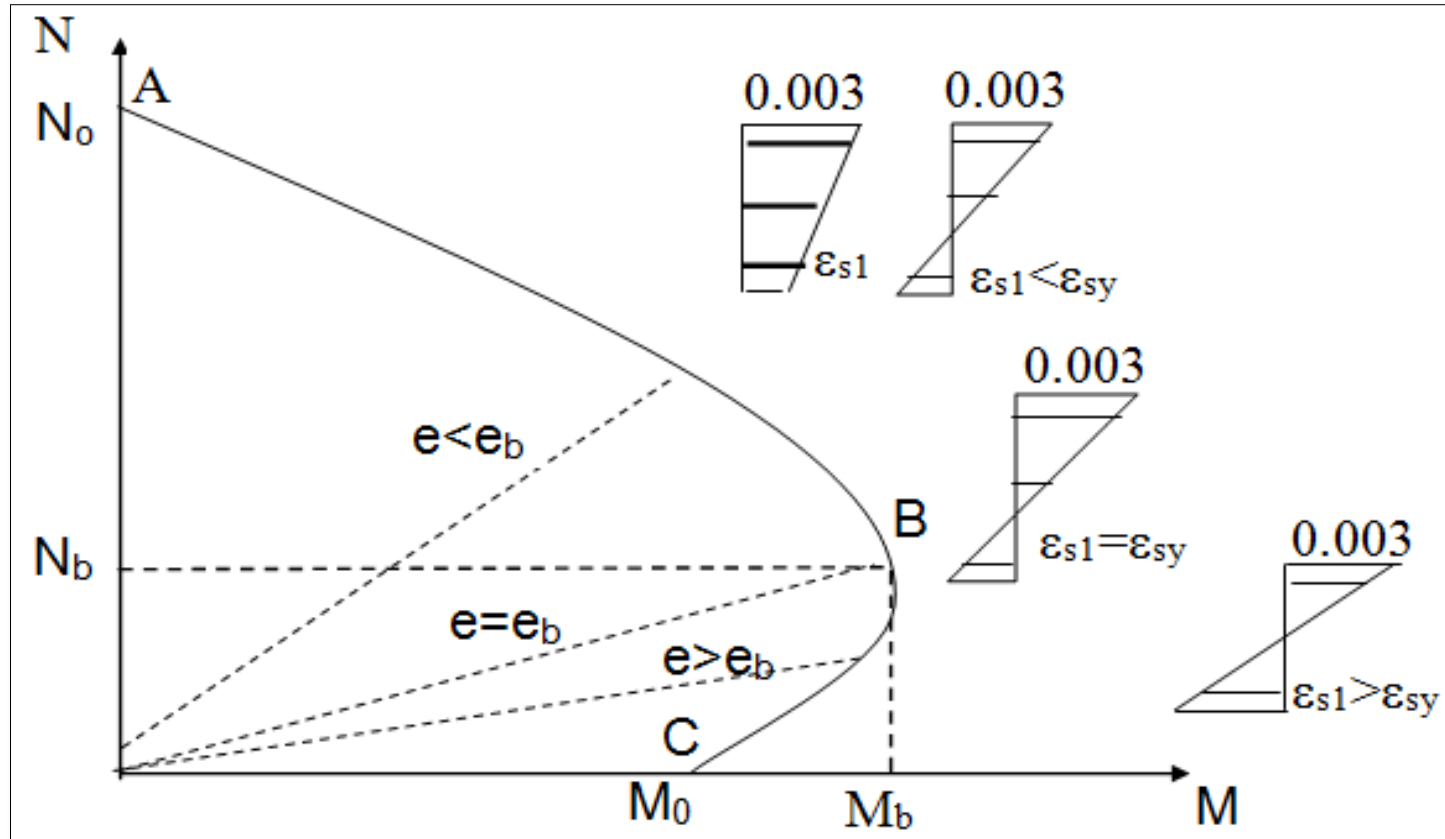
$$M_{\bar{u}} = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{ha(i+1)}} \sum M_p$$

$$M_a = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{h\bar{u}(i-1)}} \sum M_p$$

**(b) (TBDY 2018 Denk. 7.3) Koşulunun sağlanmaması durumu
(TBDY 2018 7.3.7.3)**

(TBDY 2018 Denk. 7.3) koşulunun sağlanmadığı düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, pekleşmeli taşıma gücü momentleri olarak hesaplanacak ve (TBDY 2018 Denk. 7.5)'te M_a ve/veya $M_{\ddot{u}}$ olarak göz önüne alınacaktır.

Pekleşmeli momentler, M_{pa} ve $M_{pü}$ 'ün hesabında depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en büyük yapan N_d aksenal kuvvetleri göz önüne alınacaktır.



Temele bağlanan kolonların alt ucundaki M_a momenti de pekleşmeli taşıma gücü momenti olarak hesaplanacaktır.

Kesme Kuvveti Üst Sınırı (SDY Kolon)

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}}$$

TBDY 2018 Denk. (7.7)

A_w : Kolon enkesit etkin gövde alanı (Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntıları hariç).

$$V_r = V_w + V_c$$

$$V_w = (A_{sw}/s) f_{ywd} (d)$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} A_w \left(1 + \frac{N_d}{A_c} \psi\right) \quad \begin{array}{l} N_d \text{ Basınç ise } \psi = +0.07 \\ N_d \text{ Çekme ise } \psi = -0.30 \end{array} \quad \text{TS 500 Denk. (8.1)}$$

ψ : Eksenel yük etkisi.

(TBDY 2018 Denk. 7.7) koşulu sağlanmazsa tek seçenek kolon kesitlerini büyütme.

Kolon Sarılma Bölgesinde; **(TBDY 2018 7.3.7.6)**

$$N_d \leq 0.05 A_c f_{ck} \quad \text{ve} \quad V_e \geq 0.5 V_d \quad \text{ise} \quad V_c = 0$$

alınmalıdır.

V_d : Yapısal çözümlmeden elde edilen, yük katsayıları ile çarpılmış en büyük kesme kuvvetidir.

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK ÇERÇEVE SİSTEMLERİNDE KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİ

(a) Kuşatılmış Birleşim:

Kirişlerin kolona dört taraftan birleşmesi ve her bir kirişin genişliğinin, birleştiği kolon genişliğinin $3/4$ 'ünden daha az olmaması hali.

(b) Kuşatılmamış Birleşim:

(a)'daki koşulu sağlamayan tüm birleşimler.

KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN KESME GÜVENLİĞİ

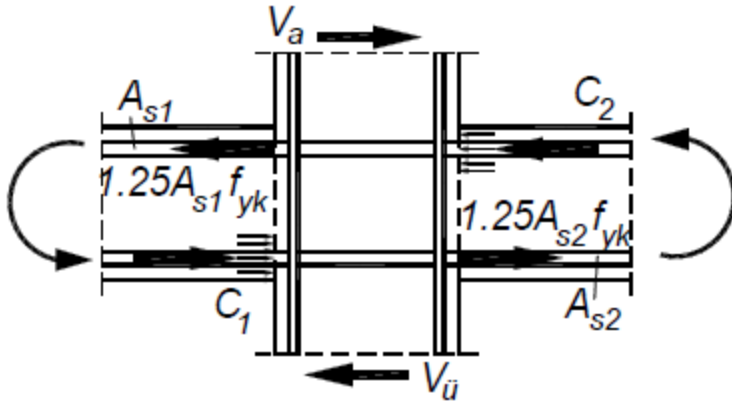


Kuşatılmış birleşim koşulları:

$$b_{w1} \text{ ve } b_{w2} \geq 3b/4$$

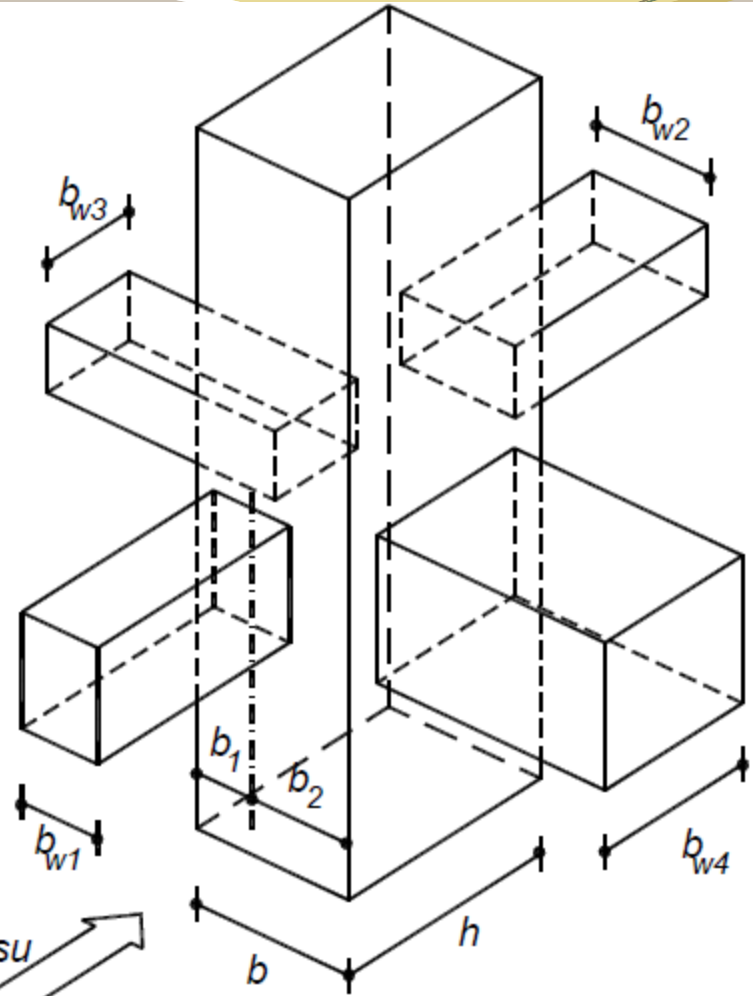
$$b_{w3} \text{ ve } b_{w4} \geq 3h/4$$

(Bkz. 7.5.1)



$$V_{kol} = \min(V_a; V_u)$$

(Bkz. 7.5.2.1)



Deprem
doğrultusu

$$b_{w1} \geq b \text{ ve } b_{w2} \geq b \text{ ise } b_j = b$$

$$b_{w1} < b \text{ ve } b_{w2} < b \text{ ise } b_j = 2\min(b_1; b_2)$$

$$b_j \leq (b_{w1} + h) \quad (b_{w1} < b_{w2} \text{ için})$$

Şekil 7.10

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

TBDY 2018 Denk. (7.11)

Kirişin kolona bir taraftan saplandığı ve diğer tarafa devam etmediği durumlarda $A_{s2} = 0$ alınacaktır.

(a) kuşatılmış birleşimlerde $V_e \leq 1.7 b_j h \sqrt{f_{ck}}$

TBDY 2018 Denk. (7.12)

(b) kuşatılmamış birleşimlerde $V_e \leq 1.0 b_j h \sqrt{f_{ck}}$

TBDY 2018 Denk. (7.13)

Bu sınırın aşılması durumunda, kolon ve/veya kiriş kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİ MİNİMUM ENİNE DONATI KOŞULLARI

(a) Kuşatılmış Birleşim

Alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %40'ı, birleşim boyunca kullanılacaktır.

$$\phi_{etr} \geq 8 \text{ mm}, s_c \leq 150 \text{ mm} \quad \text{olmalıdır.}$$

(b) Kuşatılmamış Birleşim

Alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %60'ı birleşim boyunca kullanılacaktır.

$$\phi_{etr} \geq 8 \text{ mm}, s_c \leq 100 \text{ mm} \quad \text{olmalıdır.}$$

