BETONARME YAPININ TASARIM SAFHALARI TS500 VE TBDY KURALLARININ YANSITILMASI

İnş. Yük. Müh. Coşkun Kuzu

Lisans İTÜ (2007) & Yüksek Lisans UT-Austin (2008)

coskun@mertebe.com.tr

İMO İstanbul Şubesi

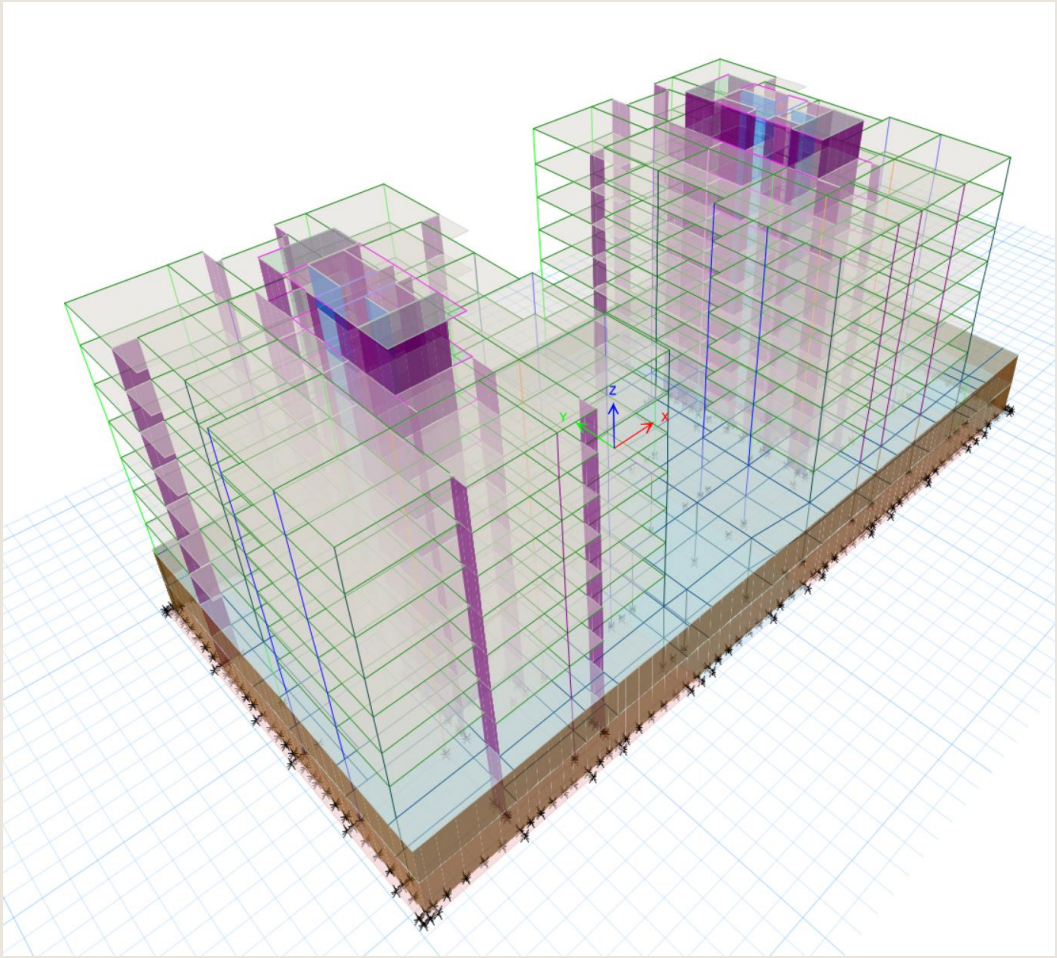
Amaç

Amaç: Seçilen bir betonarme binanın yapısal tasarımı hakkında genel bilgiler verilecektir.

- **Yapı mühendisinin, bina tasarıma bakış açısı hakkında genel bilgiler olacaktır.**
- **Yeni mezun öğrencileri hedefleyen bir sunum olacaktır**
- **Tasarım safhaları ve tasarımın geliştirilmesi hakkında tecrübeler paylaşılacaktır.**
- **Ön Tasarımın Önemi: Konstrüktif Kurallar ve Mertebe Kontrolleri**
- **Örnek bir yapı üzerinden kritik kontroller hakkında bilgi verilecektir.**
- **TS500 ve TBDY esaslı hesap ve yaklaşımlar hakkında örnekler sunulacaktır.**

İçerik

- **Yapısal Tasarıma Giriş**
  - Tasarımı Etkileyen Temel Faktörler
  - Mimari Planların Ön Değerlendirmesi
  - Maraş Depremi Yapı Hasarları
- **Örnek Yapı**
- **Zemin & Deprem Parametreleri**
- **Mimari Tasarım ve Genel Yapısal Özellikler**
  - Mimari Planlar
  - Blok ve Kat Adedi
  - Aks Sistemi ve Açıklıklar
  - Dilatasyon ve Bodrumlu Yapı
- **Ön Tasarım**
  - Taşıyıcı Sistem Alternatifleri
  - Taşıyıcı Sistem Yerleşimi
  - Ön Boyutlandırma
- **Yapısal Analiz ve Tasarım Kontrolleri**
  - Analiz Modeli ve Kabuller
  - Birleşik Bodrum vs. Ayrık Üst Yapı
  - Etkin Kesit & Bürüt Kesit
  - Taban Kuvvetleri
  - Göreli Kat Ötelemeleri
  - Kolonların Tasarımı
  - Perdelerin Tasarımı
  - Kirişlerin Tasarımı
  - Döşemelerin Tasarımı
  - Temelin Tasarımı
- **Sorular**



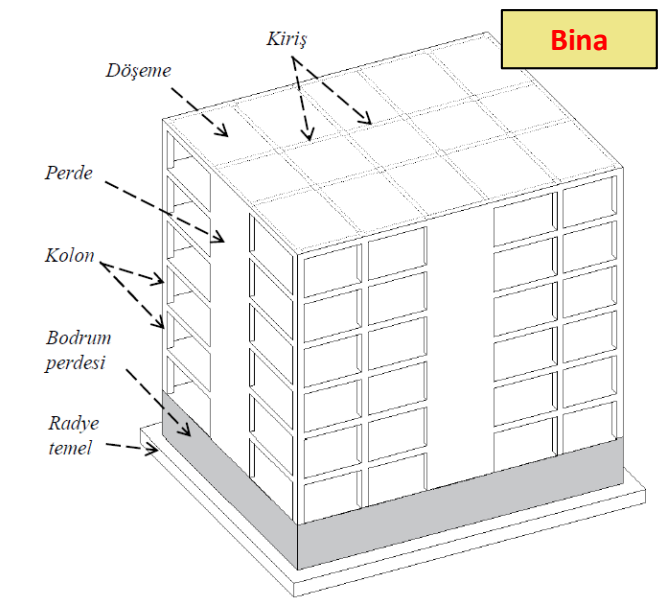
Yapısal Tasarıma Giriş: Tasarımı Etkiyen Temel Faktörler

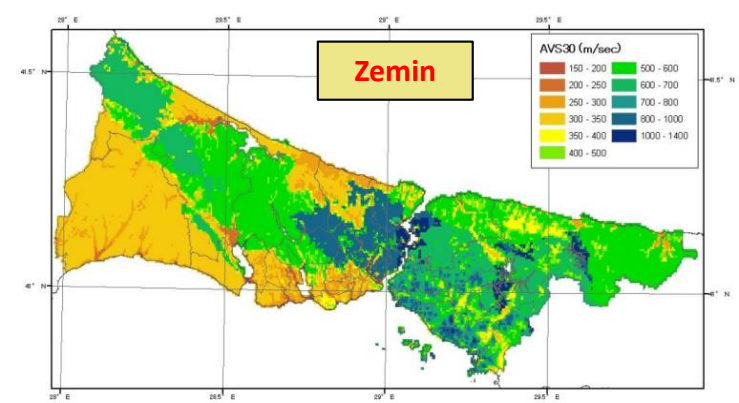
Soru: Bir binanın deprem güvenliğini neler belirler?

- **Projenin Konumu ve Zemin Koşulları**
- **Deprem Tehlikesi**
- **Mimari Konsept**
- **Yapısal Taşıyıcı Sistem**
- **Uygulama/İnşaat Kalitesi**

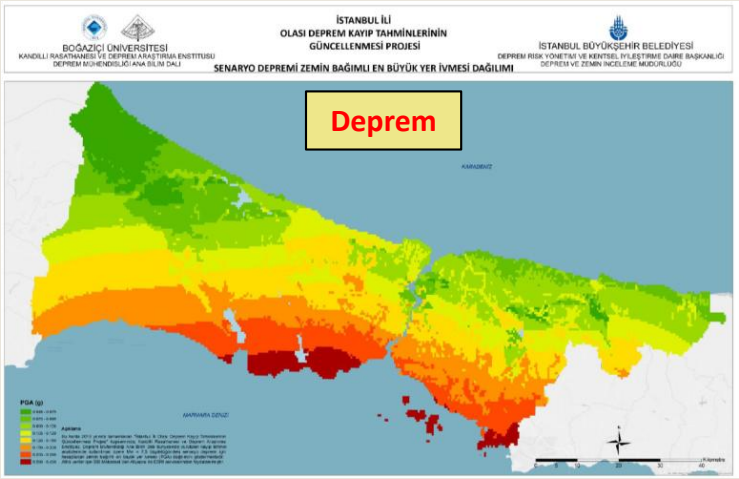
Diğer Konular:

- Yönetmelikler
- İşveren Talepleri
- İdare Talepleri
- Ekonomi
- Uygulanabilirlik
- Çevre faktörleri





Şekil 8. *Vs30* dağılımı



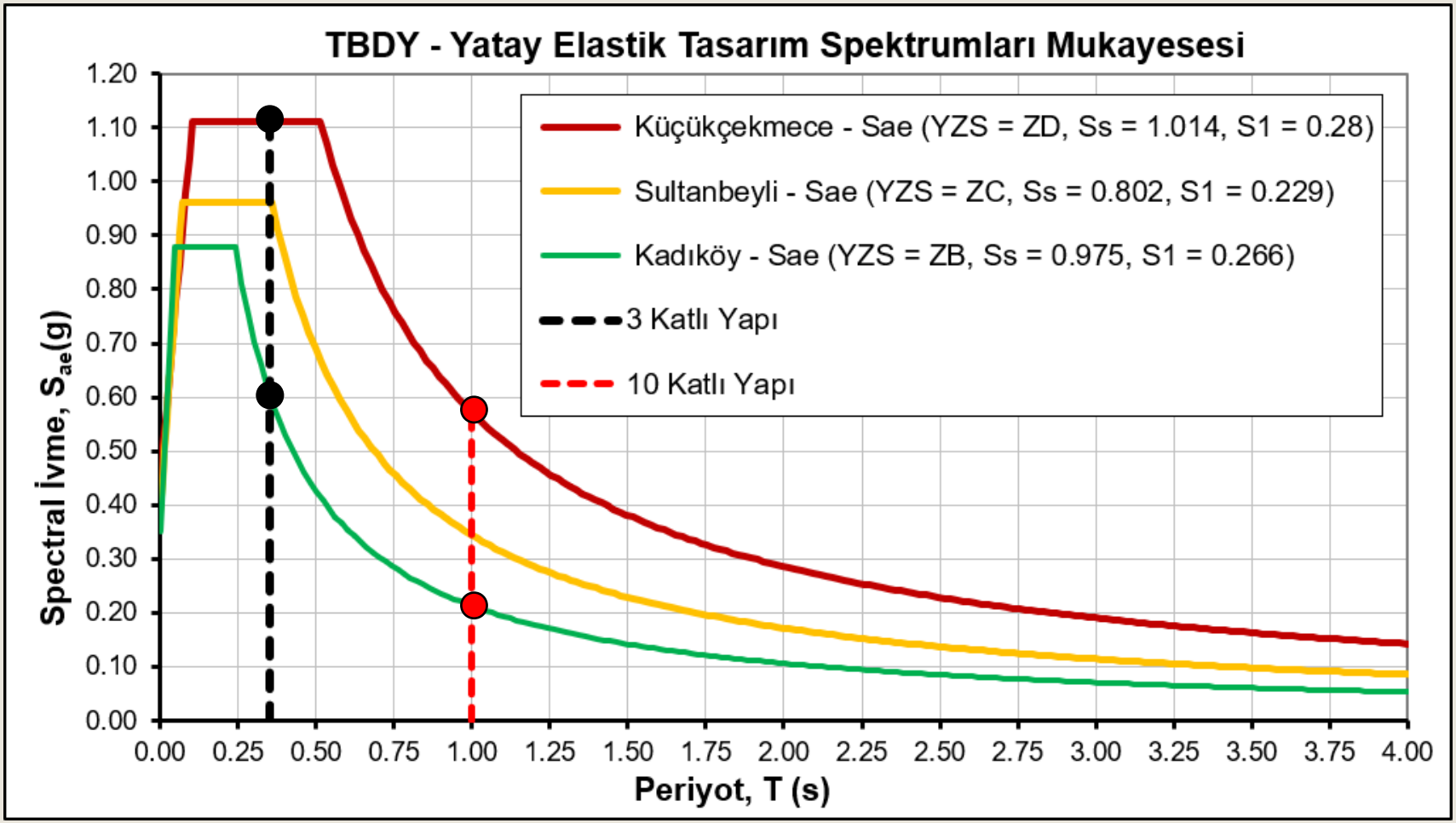
Soru: «Sorunlu Bir Yapıyı», yapısal tasarım ile ne seviyede iyileştirebilirsiniz?

Yapısal Tasarıma Giriş: Tasarımı Etkiyen Temel Faktörler

2 Farklı Bina: 10 Katlı ve 3 Katlı Bina

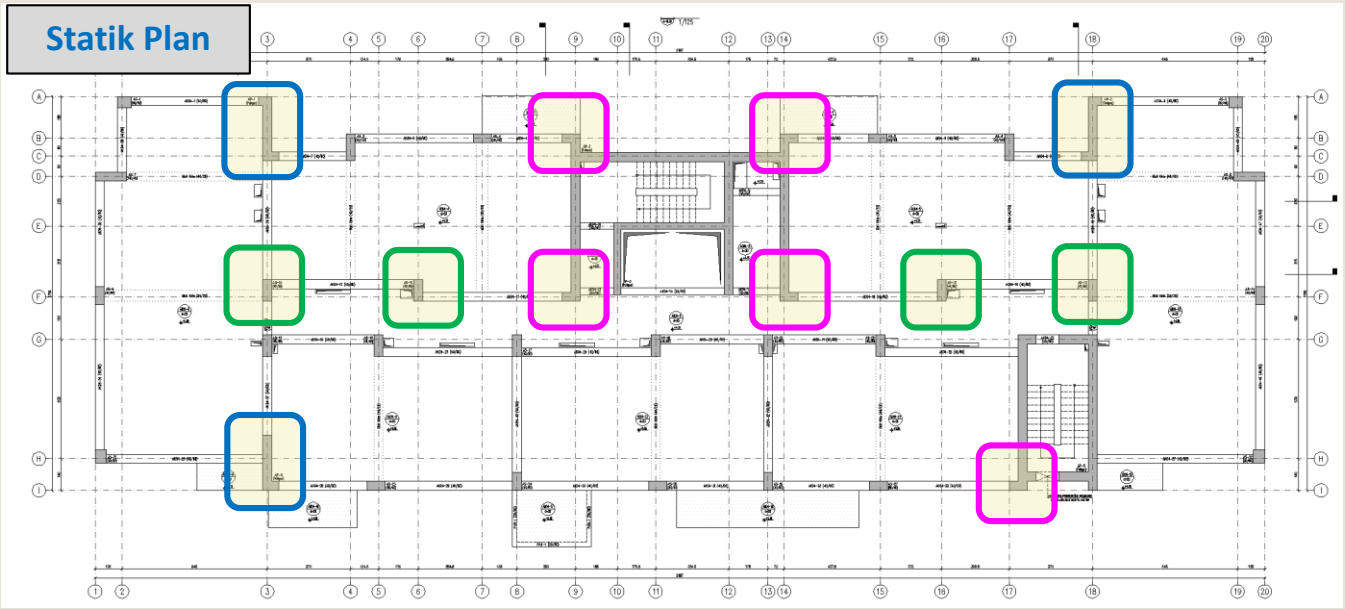
3 Farklı Konum: Küçükçekmece, Sultanbeyli, Kadıköy

Zemin ve Konum etkisiyle: Deprem Etkisi 10 katlı Yapıda 2.5 kat, 3 Katlı yapıda 1.8 Kat Farklı



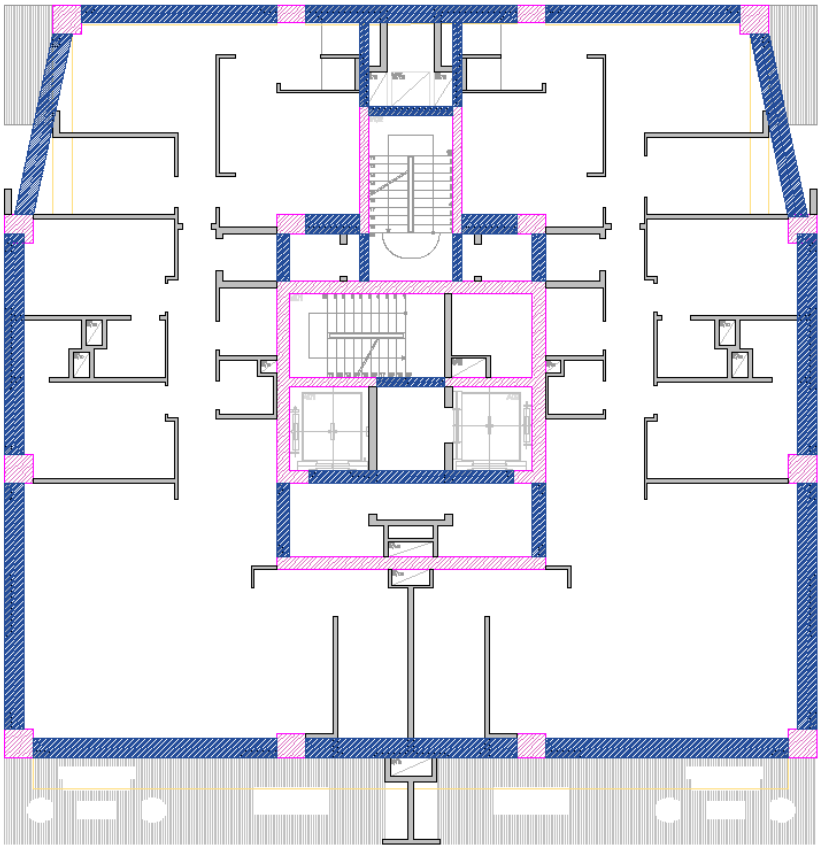
Örnek 1: Avan Mimari ve Statik Öneri



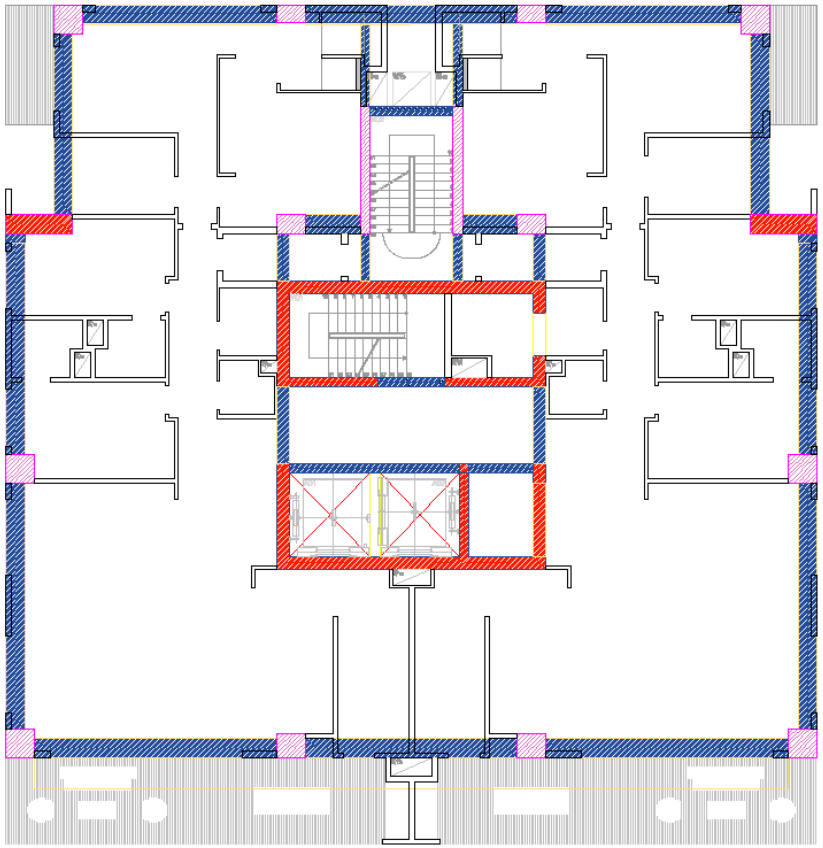


Örnek 2: Avan Mimari ve Statik Öneri

Mimari Plan

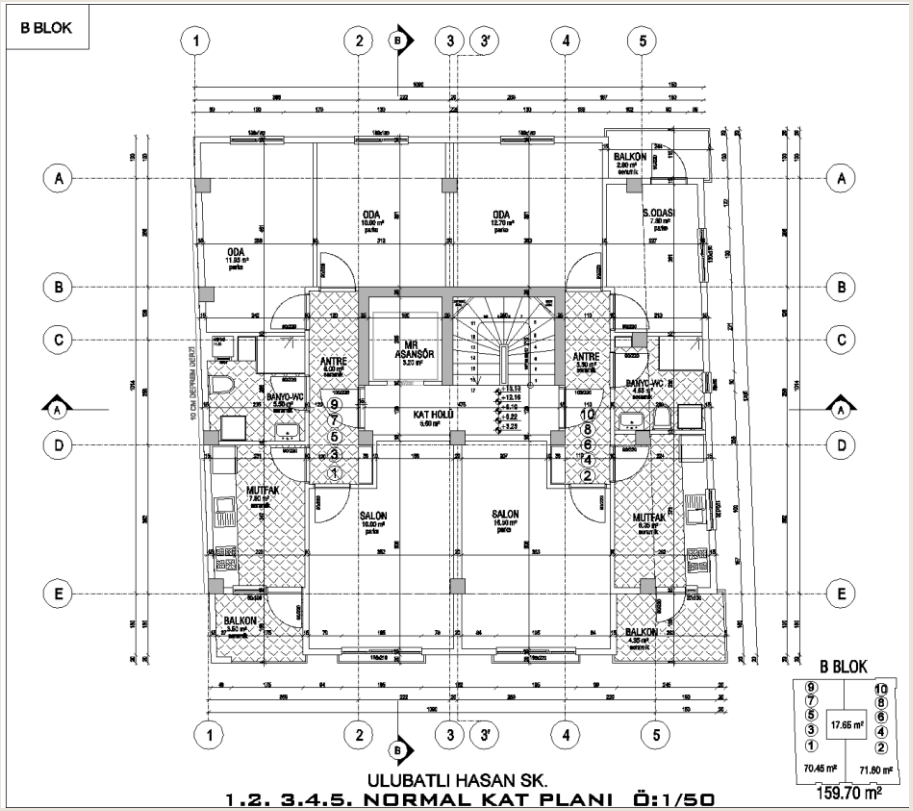


Statik Plan



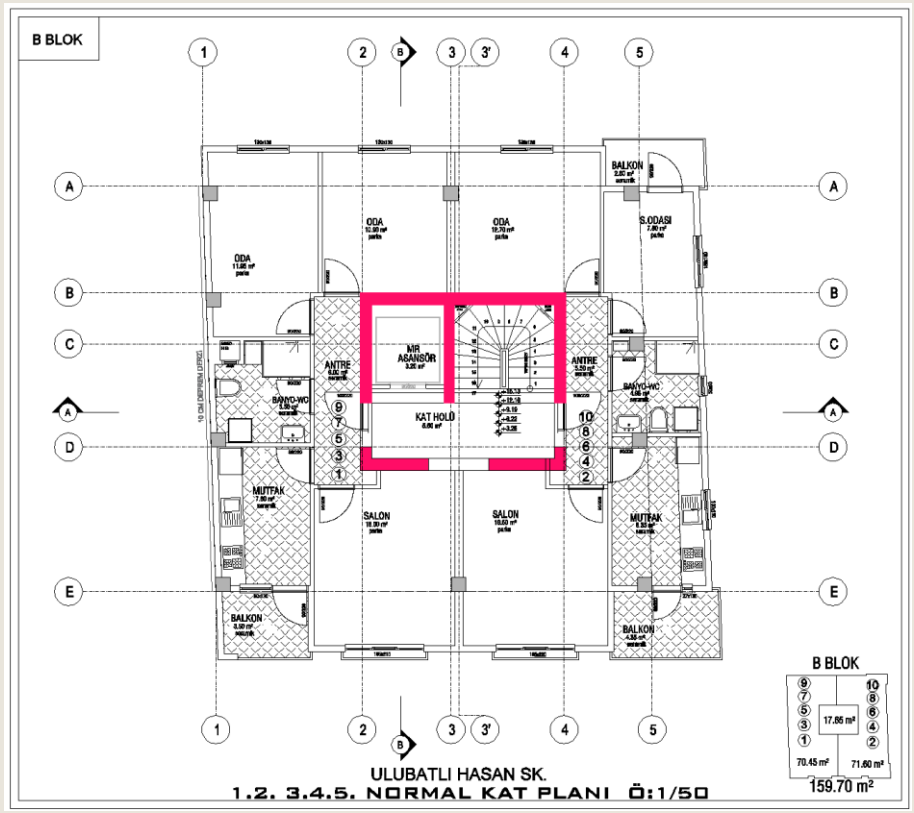
Örnek 3: Avan Mimari ve Statik Öneri

Mimari Plan



Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	1.289	0.246	0.041	0.275
Modal	2	1.185	0.019	0.557	0.012
Modal	3	0.770	0.334	0.000	0.280

Statik Plan



Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	1.058	0.007	0.614	0.002
Modal	2	0.944	0.572	0.007	0.026
Modal	3	0.590	0.035	0.000	0.574

Perde Kalınlığı, Köşe Bağlantıları, Perde-Kiriş Bağlantısı (Maraş Depremi)



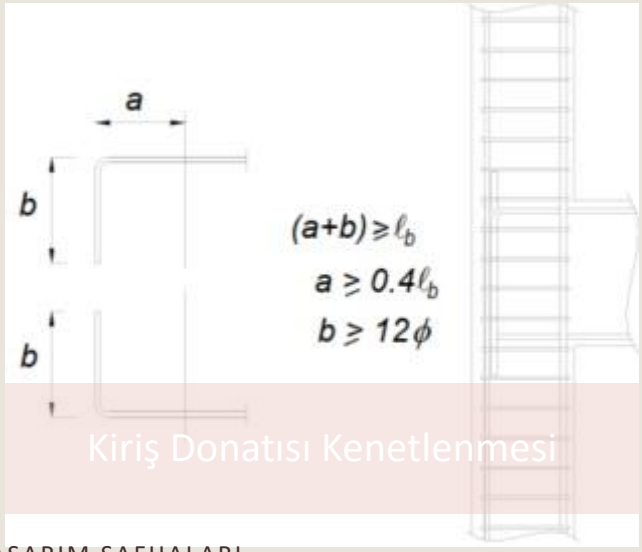
Perde-Kiriş Bağlantısı



Perde-Kiriş Bağlantısı



Perde-Kiriş Bağlantısı



Kiriş Donatısı Kenetlenmesi

Yapısal Tasarıma Giriş: Maraş Depremi Yapı Hasarları

Perde Kesme Donatısı, Sargı Bölgeleri, Kolon Uç Bölgeleri (Maraş Depremi)



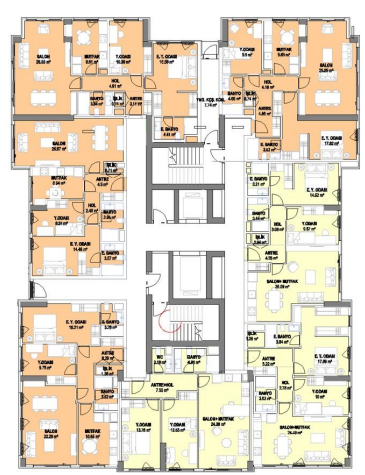


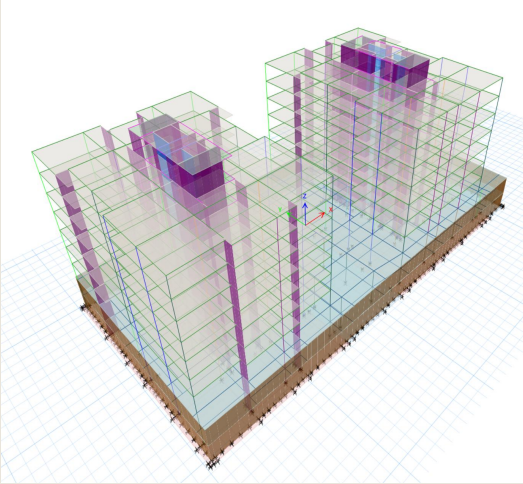


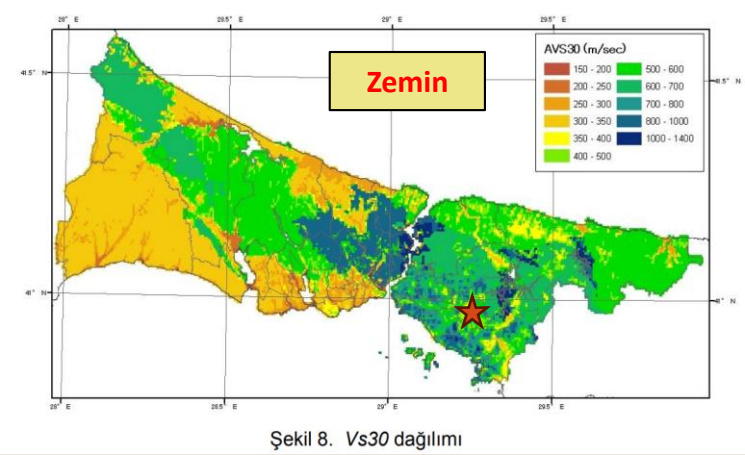


Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

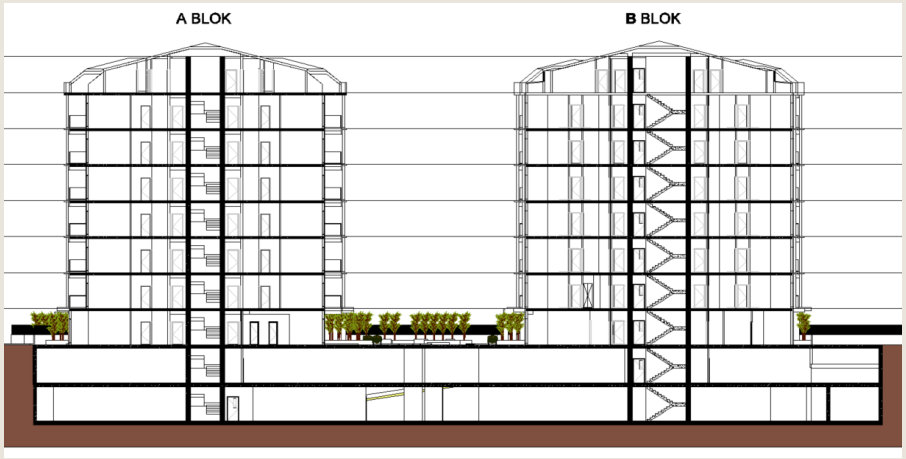
Örnek Yapı (Sultanbeyli Konut Projesi)

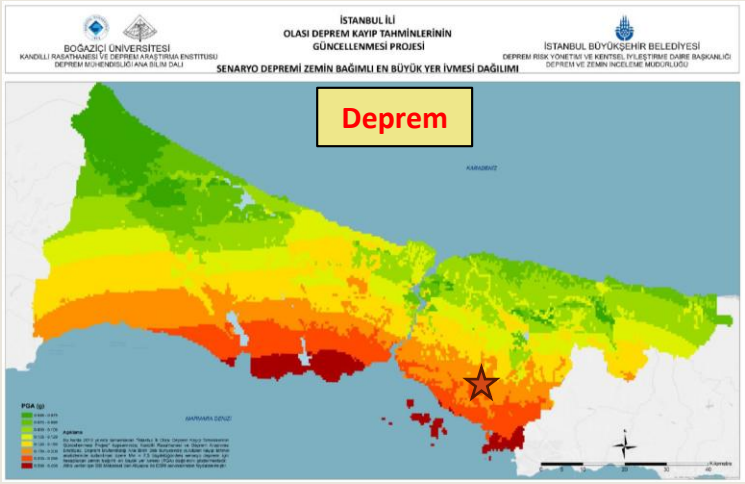




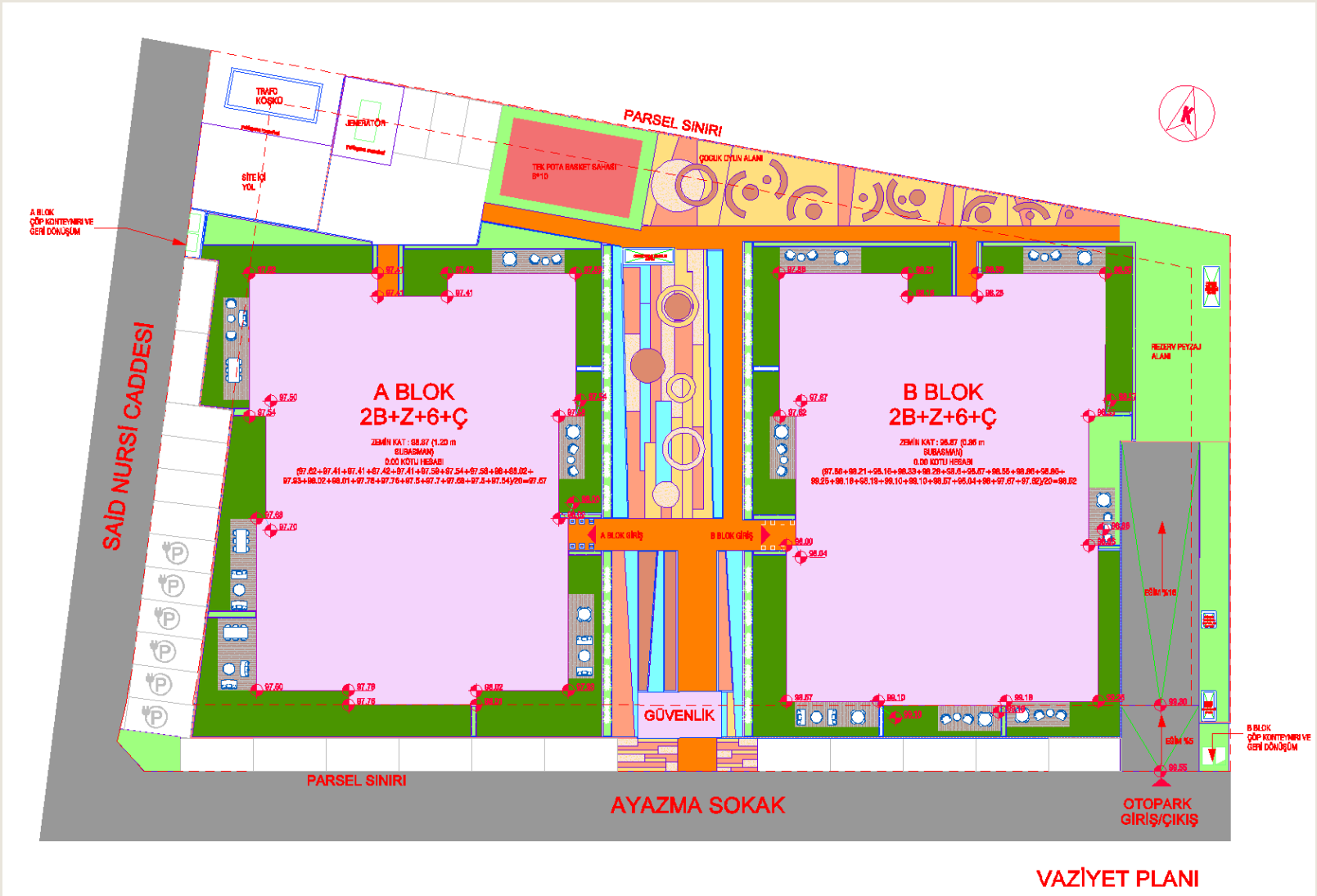


Şekil 8. *Vs30* dağılımı





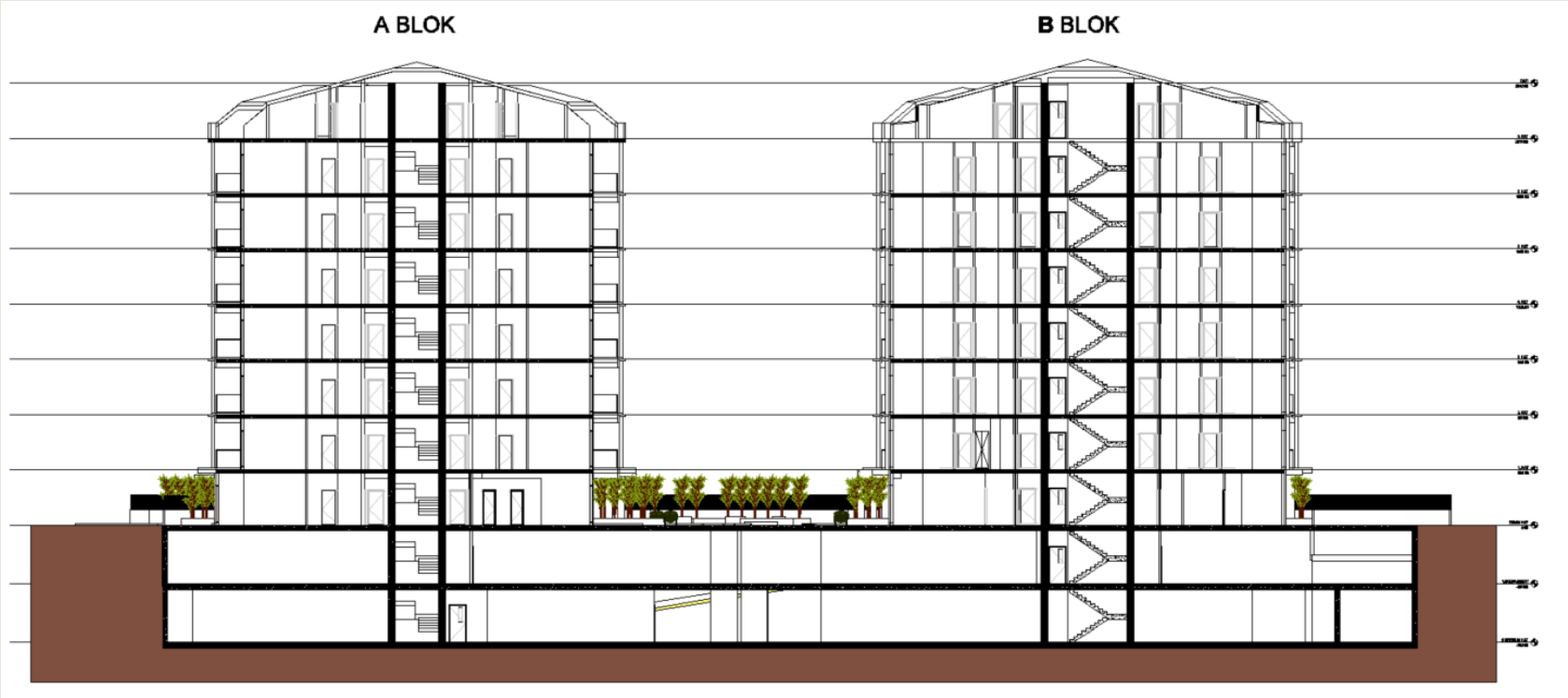
Örnek Yapı Vaziyet Planı



Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

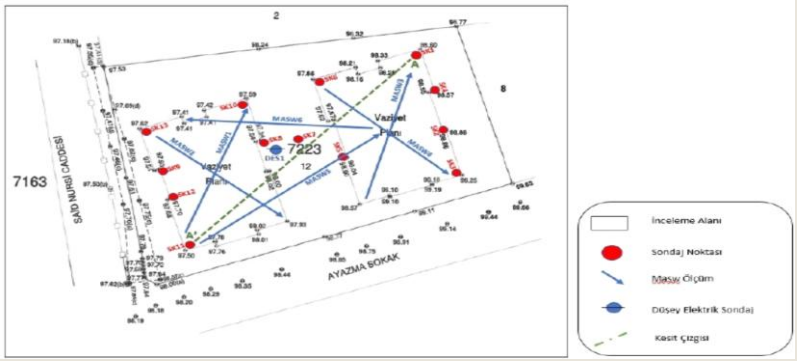
Kot Bilgisi Kesit

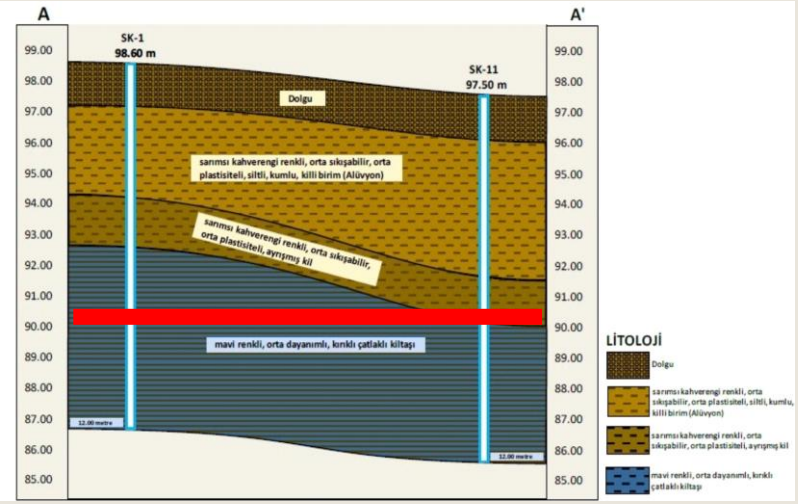
Bina Bölümü	Başlangıç ~ Bitiş Kotları	Kat Adedi	Tipik Kat Yükseklikleri
Çatı	+23.10 ~ +26.40	1 Kat	330cm (1 Kat)
Normal Katlar	+3.30 ~ +23.10	6 Kat	330cm (6 Kat)
Zemin Kat	+0.00 ~ +3.30	1 Kat	330cm (1 Kat)
Bodrum Katı	-7.50 ~ +0.00	2 Kat	350cm (2 Kat)



Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

Zemin Bilgisi





2.TABAKA	CİNSİ	sarımsı kahverengi renkli, orta sıkışabilir, orta plastisiteli,siltli, kumlu, killi birim (Alüvyon) birim	
	TEMEL TAŞIMA GÜCÜ TASARIM DAYANIMI (qt)	40	t/m2
	ZEMİN YATAK KATSAYISI (qk)	2240	t/m3
	YERALTI SU SEVİYESİ	DES-1 ölçümünde 5.5 m seviyelerinde yeraltı suyu tespit edilmiştir.	
3.TABAKA	CİNSİ	sarımsı kahverengi renkli, orta sıkışabilir, orta plastisiteli,ayrışmış kil birim	
	TEMEL TAŞIMA GÜCÜ TASARIM DAYANIMI (qt)	40	t/m2
	ZEMİN YATAK KATSAYISI (qk)	2240	t/m3
	YERALTI SU SEVİYESİ	DES-1 ölçümünde 5.5 m seviyelerinde yeraltı suyu tespit edilmiştir.	
4.TABAKA	CİNSİ	mavi renkli, orta dayanımlı, kırıklı çatlaklı kiltaşı birim	
	TEMEL TAŞIMA GÜCÜ TASARIM DAYANIMI (qt)	40	t/m2
	ZEMİN YATAK KATSAYISI (qk)	2240	t/m3
	YERALTI SU SEVİYESİ	DES-1 ölçümünde 5.5 m seviyelerinde yeraltı suyu tespit edilmiştir.	
YEREL ZEMİN SINIFI		ZC	
DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYİ		DD-2(475 YIL)	
EN BÜYÜK YER İVMESİ(PGA)		0,343	g
EN BÜYÜK YER HIZI(PGV)		21,446	cm/sn
KISA PERİYOT HARİTA SPEKTRAL İVME KATSAYISI (Ss)		0,825	
1.0 SANİYE PERİYOT İÇİN HARİTA SPEKTRAL İVME KATSAYISI(S1)		0,234	
KISA PERİYOT BÖLGESİ İÇİN YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYISI(Fs)		1,200	
1.0 SANİYE PERİYOT BÖLGESİ İÇİN YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYISI(F1)		1,500	
KISA PERİYOT TASARIM SPEKTRAL İVME KATSAYISI (SDs)		0,990	
1.0 SANİYE PERİYOT İÇİN TASARIM SPEKTRAL İVME KATSAYISI(SD1)		0,351	
BİNA KULLANIM SINIFI (BKS)		3	
DEPREM TASARIM SINIFI (DTS)		1	
YAPI YÜKSEKLİĞİ(Hn)		23,10	m
BİNA YÜKSEKLİK SINIFI(BYS)		5	
BİNA ÖNEM KATSAYISI		1	
ÖNERİLEN TEMEL ALTI İYİLEŞTİRME YÖNTEMİ		(-)	
ÖNERİLEN GÜVENLİ TEMEL KAZISI YÖNTEMİ		Kontrollü şevli kazı önerilmiştir.	
±0,00 KOTU		97.67	±0,00
NİHAİ KAZI KOTU		90.87	-6,80
ALINACAK İZOLASYON ÖNLEMLERİ		Bohçalama, tecrit ve derin drenaj önlemleri alınmalıdır.	
ÖNERİLEN TEMEL CİNSİ		RADYE TEMEL	

Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

Deprem Tasarımı için Genel Esas ve Tanımlar

Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar 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 b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.50
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.20
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.00

S_{DS} = 0.99 ≥ 0.75 ve **BKS=3** ➔ **DTS=???**

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 ≤ S_{DS} < 0.50	DTS = 3a	DTS = 3
0.50 ≤ S_{DS} < 0.75	DTS = 2a	DTS = 2
S_{DS} ≥ 0.75	DTS = 1a	DTS = 1

Bina Yüksekliği: H_N = 23.10m & Deprem Tasarım Sınıfı: DTS = 1
➔ Bina Yükseklik Sınıfı : **BYS = ???**

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

Bina Yükseklik Sınıfı	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 ≤ 70	70 < H_N ≤ 91	91 < H_N ≤ 105
BYS = 3	42 < H_N ≤ 56	56 < H_N ≤ 70	56 < H_N ≤ 91
BYS = 4	28 < H_N ≤ 42	42 < H_N ≤ 56	42 < H_N ≤ 56
BYS = 5	17.5 < H_N ≤ 28	28 < H_N ≤ 42	28 < H_N ≤ 42
BYS = 6	10.5 < H_N ≤ 17.5	17.5 < H_N ≤ 28	17.5 < H_N ≤ 28
BYS = 7	7 < H_N ≤ 10.5	10.5 < H_N ≤ 17.5	10.5 < H_N ≤ 17.5
BYS = 8	H_N ≤ 7	H_N ≤ 10.5	H_N ≤ 10.5

Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Yeni Yapılacak veya Mevcut Binalar İçin Performans Hedefleri ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımları
(a) Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar (Yüksek Binalar Dışında - BYS≥2)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS1,1a[1], 2, 2a[1], 3, 3a, 4, 4a		DTS1a[2], 2a[2]	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT[5]	KH	DGT[3,4]
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

(1) BYS > 3 olan binalarda uygulanacaktır.
(2) BYS = 2,3 olan binalarda uygulanacaktır.
(3) Ön tasarım olarak yapılacaktır.
(4) I = 1.5 alınarak uygulanacaktır.
(5) Bkz. 3.5.2.2.

Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı

Tablo 4.1. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
A12. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
A13. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	BYS ≥ 2
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	BYS ≥ 2
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	BYS ≥ 2
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen süneklik düzeyi yüksek betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-

4.3.4.5 – *Süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz yerinde dökme veya önüretimli betonarme perdeler ile merkezi, dışmerkez veya burkulması önlenmiş çelik çaprazlı çerçevelerin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda, perdelerin veya çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmayacaktır:

$$0.40M_o < \sum M_{DEV} < 0.75M_o \qquad \textbf{(4.2)}$$

Bu bağıntıdaki üst sınır koşulunun sağlanamaması durumunda, **Tablo 4.1**'de deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* perdelerle veya çaprazlı çerçevelerle karşılandığı durumlar için tanımlanan *R* ve *D* katsayıları ile izin verilen en üst BYS dikkate alınacaktır. Alt sınır koşulunun sağlanamaması durumunda ise **Tablo 4.1**'de verilen *R* ve *D* katsayılarında değişiklik yapılmayacak, ancak izin verilen en üst BYS'nin bir fazlası dikkate alınacaktır.

4.3.2.4 – DTS = 1, 1a, 2, 2a olan betonarme perdeli ve/veya çelik çaprazlı çerçeveli binalarda, herhangi bir doğrultuda aşağıda **(a)** ve **(b)**'de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R* yerine (4/5)*R* gözönüne alınacaktır. *Dayanım Fazlalığı Katsayısı D*'de herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır. **4.5.4.5**'de verilen koşulu sağlayan bağ kirişli perde sistemi, tek bir perde olarak olarak gözönüne alınacaktır.

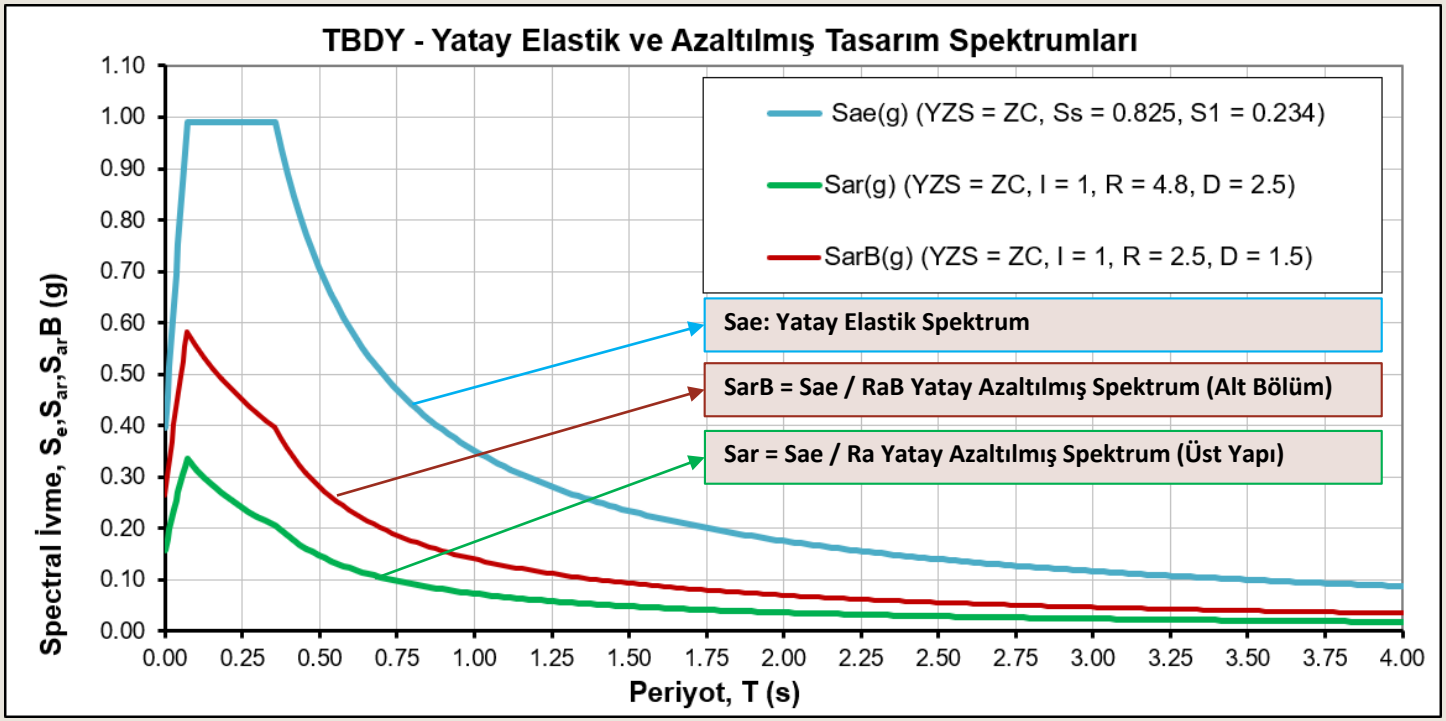
(a) Taşıyıcı sistemde tek bir perdenin veya çelik çaprazlı çerçevenin aldığı taban devrilme momenti M_{DEV}, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o'ın 1/3'ünden fazla olmayacaktır.

(b) Binanın her bir kenar aksında yer alan perde/perdelerin veya çelik çaprazlı çerçeve/çerçevelerin aldığı taban devrilme momenti M_{DEV} veya M_{DEV}'lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o'ın 1/6'sından az olmayacaktır.

- $\sum M_{DEV} \geq 0.75$ olması nedeniyle TBDY Madde 4.3.4.5 göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı R=6 olmaktadır.
- TBDY Madde 4.3.2.4 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı 4/5 katsayısı ile azaltılacaktır.
- Bu durumda deprem etkileri R = 4/5 · 6 = 4.8 esas alınarak hesaplanmıştır.

Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

Deprem Tasarım Spektrumu ve Performans Hedefi

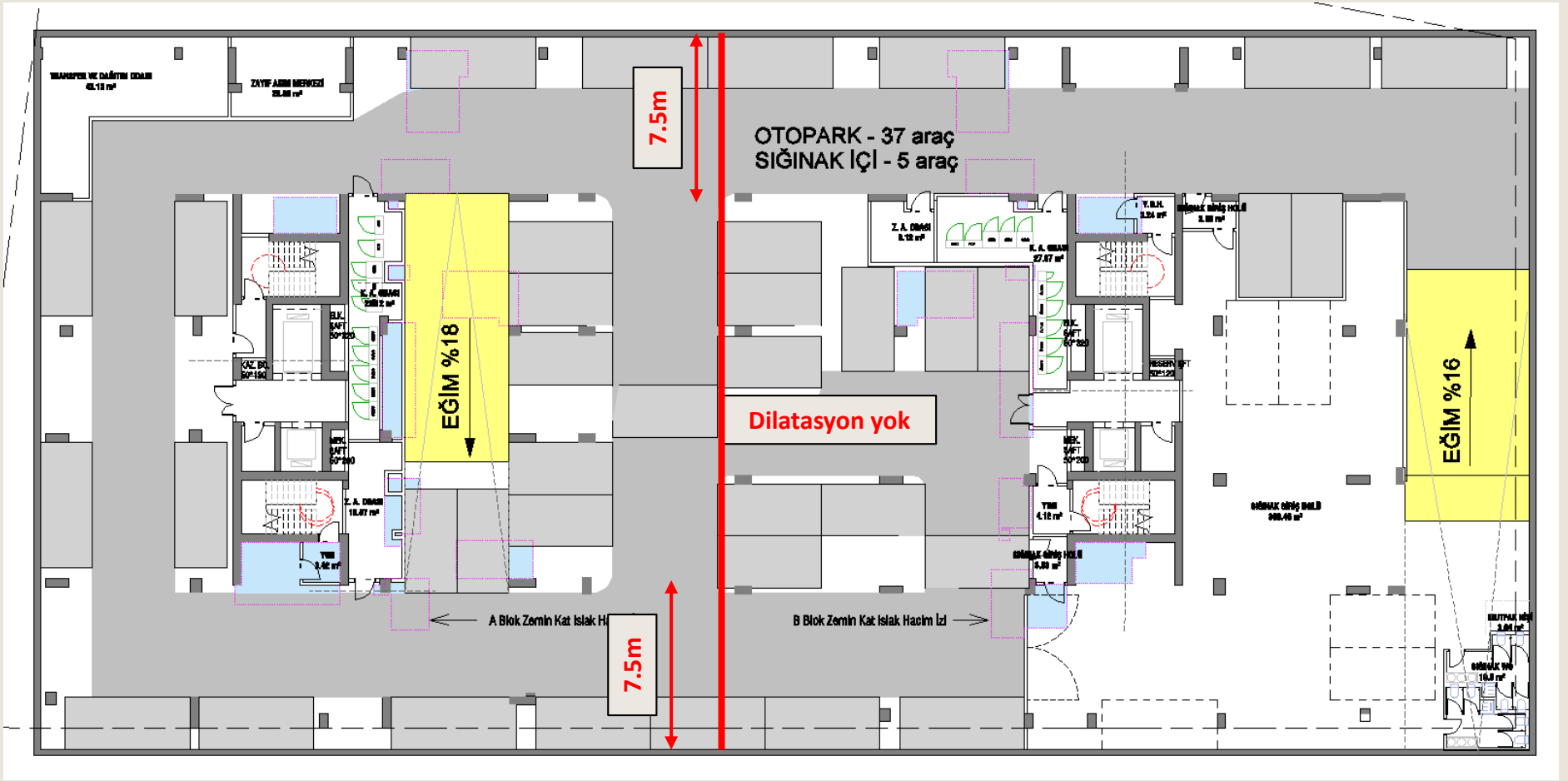


Örnek Yapı: Tasarım Giriş Parametreleri

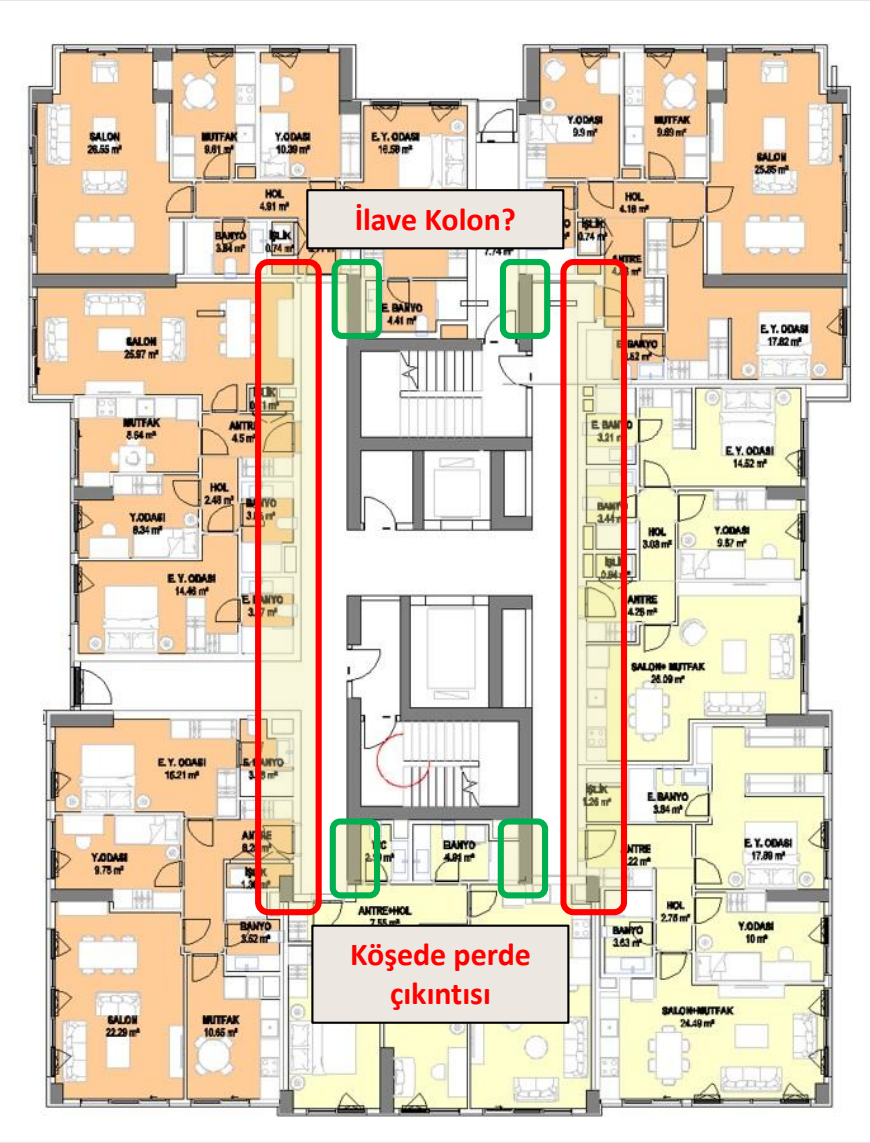
Yapının Konumu ve Deprem Parametreleri

Bina Tanımı ve TBDY Deprem Tasarım Parametreleri		
Tanım	**Kısaltma**	**Değer**
Üst Yapı Kat Sayısı	N	7
Üst Bina Yüksekliği	H_N (m)	23.10
Yerel Zemin Sınıfı	YZS	ZC
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD	DD-2
Temel Taşıma Gücü Tasarım Dayanımı	q_t (kN/m^2)	390
Zemin Yatak Katsayısı	K_{yat} (kN/m^3)	22000
Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı	S_S	0.825
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı	S_1	0.234
Kısa Periyot Bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı	F_S	1.200
1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı	F_1	1.500
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{DS}	0.990
1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{D1}	0.351
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_A (s)	0.071
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_B (s)	0.355
Yatay Elastik Tasarım Spektrumunda Sabit Yer Değiştirme Bölgesine Geçiş Periyodu	T_L (s)	6.000
Bina Kullanım Sınıfı	BKS	BKS = 3
Bina Önem Katsayısı	I	1.00
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS	DTS = 1
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS	BYS = 5
Performans Hedefi ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yöntemi	PH-UD/TY	Tablo 3.4 (a)
A13. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	Taşıyıcı Sistem Tarifi	A13
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	6.0
Azaltılmış Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	4/5 R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5
Etkin Deplasman Çarpanı	R / I	4.80
İzin verilen bina yükseklik sınıfları	$BYS_{LİMİT,}$	BYS ≥ 2
Düsey Deprem Yükü Çarpanı	Ez = (2/3 Sds G)	0.660

Mimari Bodrum Kat Planı: Ön Proje

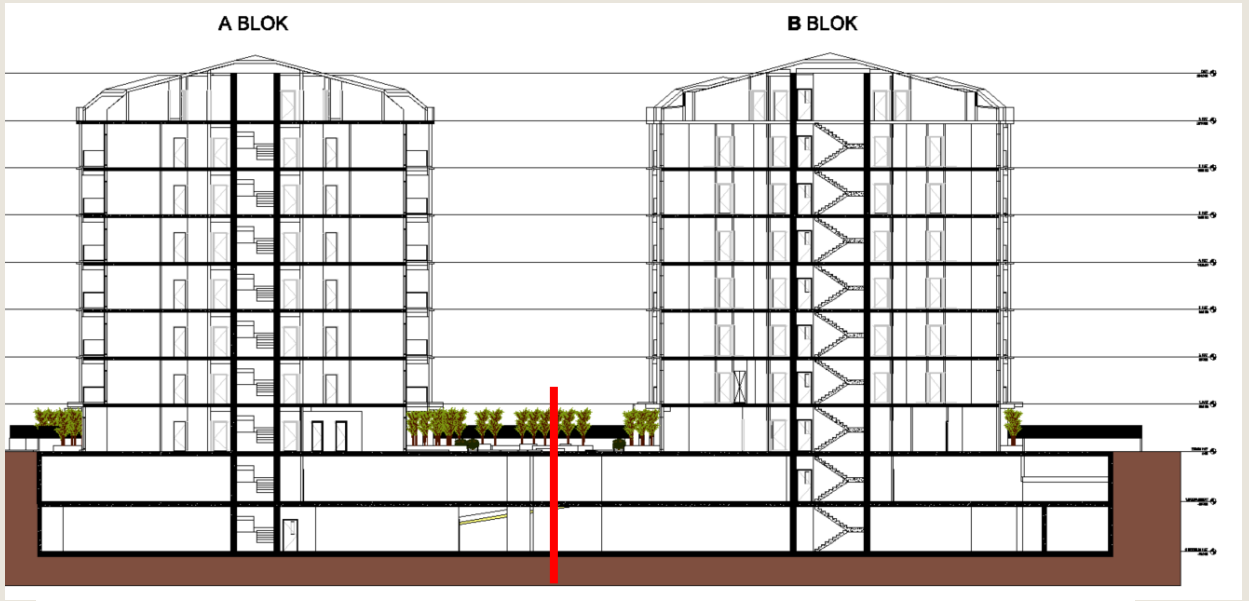


Normal Kat Mimari Plan: Ön Proje

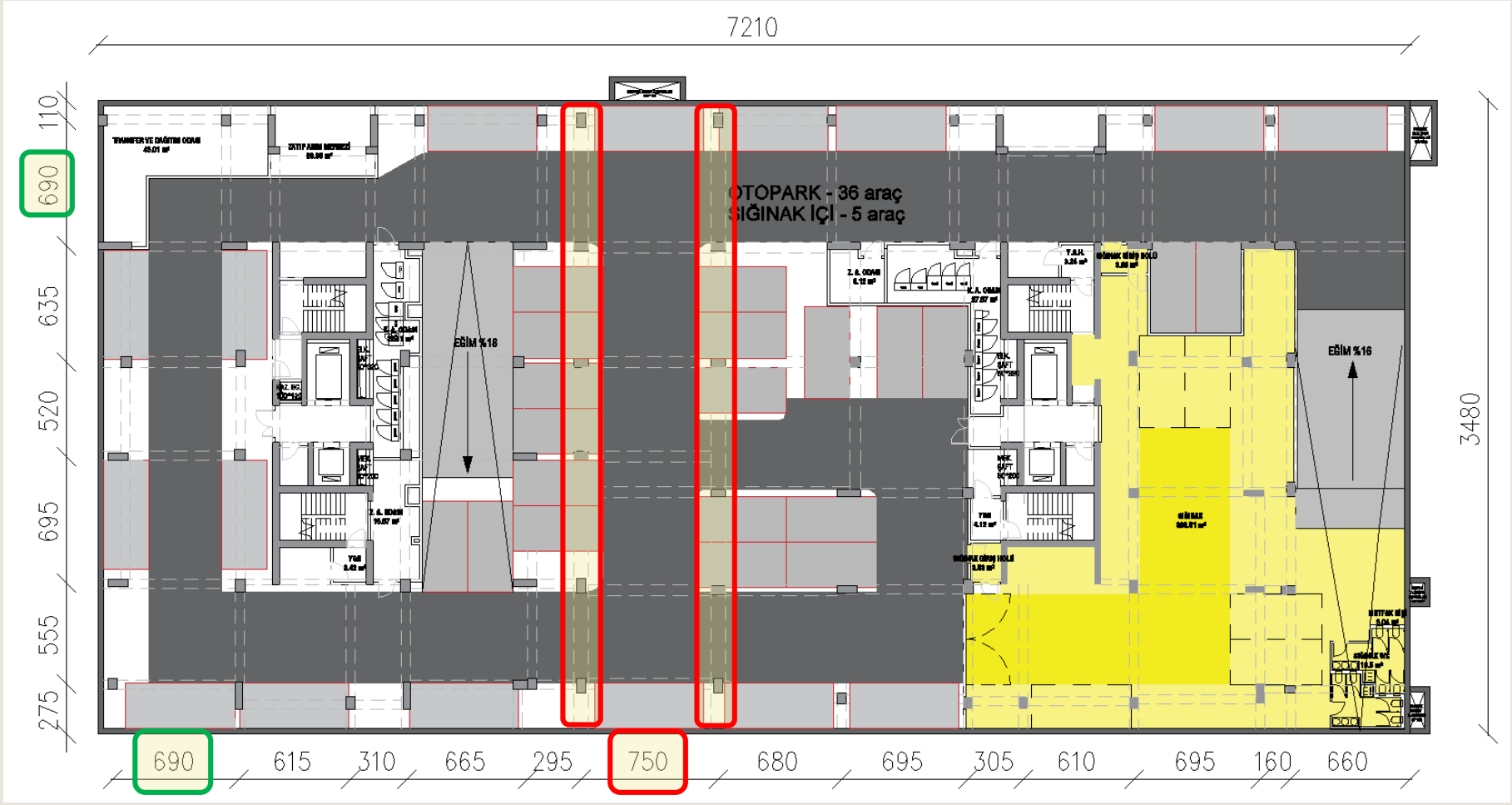


Mimari Tasarım ve Genel Yapısal Özellikler: Dilatasyon ve Bodrumlu Yapı

- **Dilatasyonlu/Dilatasyonsuz?**
- **Dilatasyonlu Yapı**
  - U Forumda Bodrum Perdeleri ve Burulma Düzensizliği Sorunu
  - Dengelenmemiş Toprak Etkisi Var
  - Yapılar Ayrık, Blok Etkileşimi Yok
  - Sıcaklık Değişimi ve Rötre Etkisi Az
  - Analiz ve Değerlendirme Zorlukları Göreceli Az
  - Dilatasyon Hattında Çift Kolon
  - Dilatasyon İzolasyon Sorunları
- **Dilatasyonsuz Yapı**
  - Kapalı Formda Bodrum Perdeleri, Daha Öngörülebilir Deprem Davranışı
  - Dengelenmemiş Toprak Etkisi Yok
  - Yapılar Birleşik, Blok Etkileşimleri Tasarımda Dikkate Alınmalı
  - Sıcaklık Değişimi ve Rötre Etkisi Fazla
  - Analiz ve Değerlendirme Zorlukları Göreceli Fazla
  - Dilatasyon İzolasyon Sorunu Yok
- **Tercih: Dilatasyonsuz Yapı**

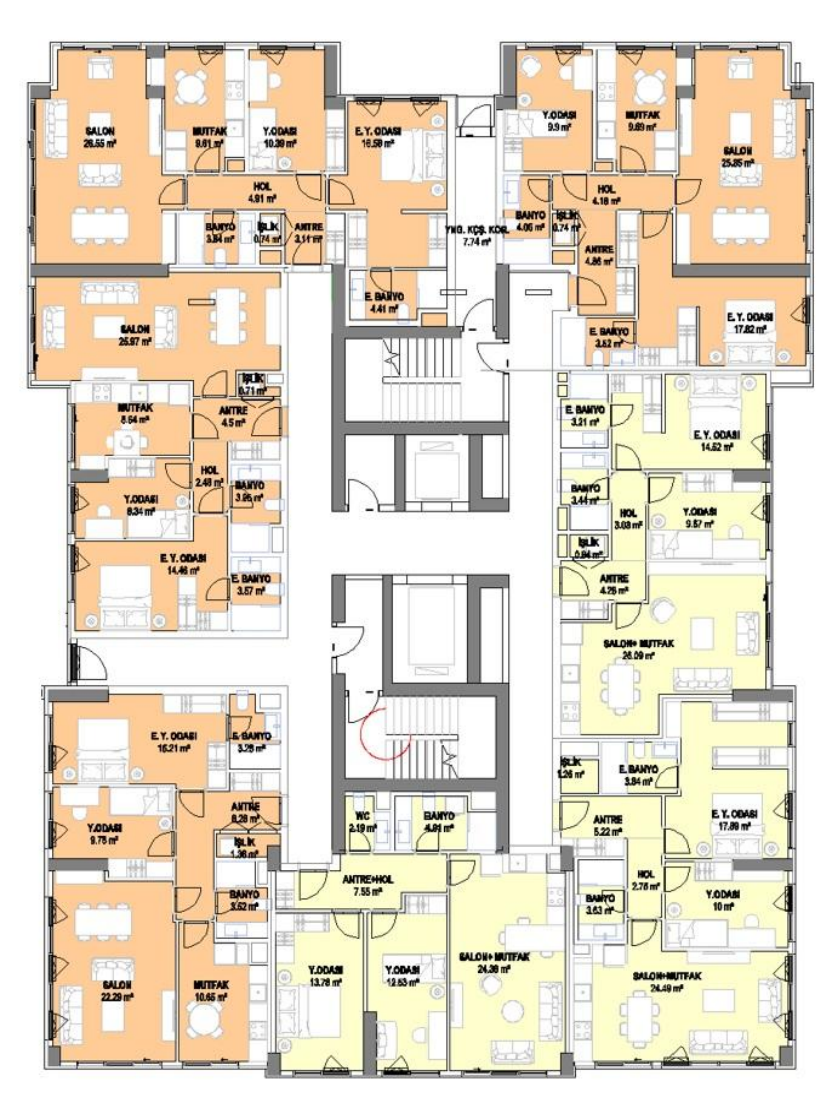


Aks Sistemi ve Açıklıklar

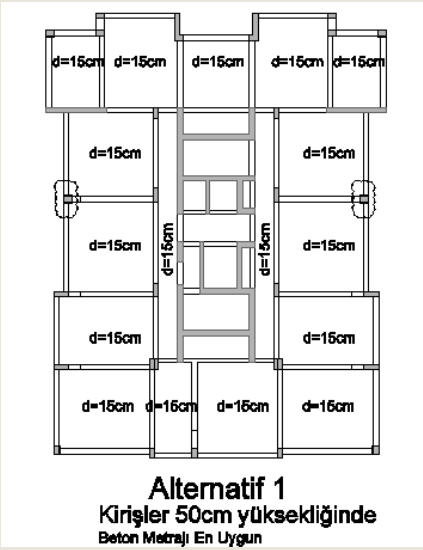


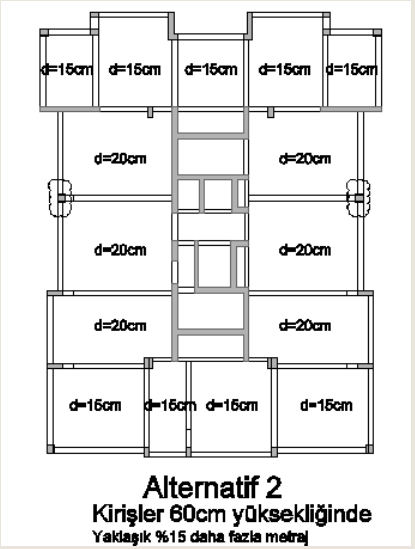
Ön Tasarım: Taşıyıcı Sistem Alternatifleri

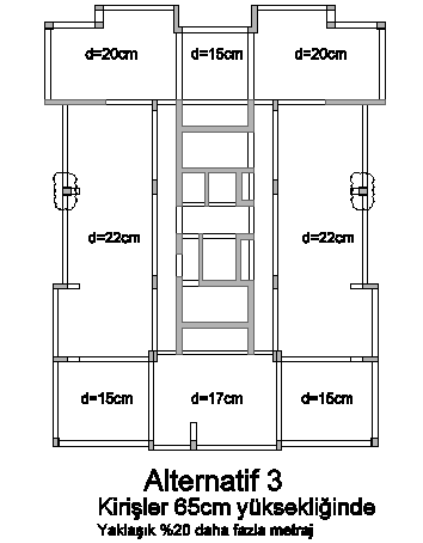
Mimari Plan

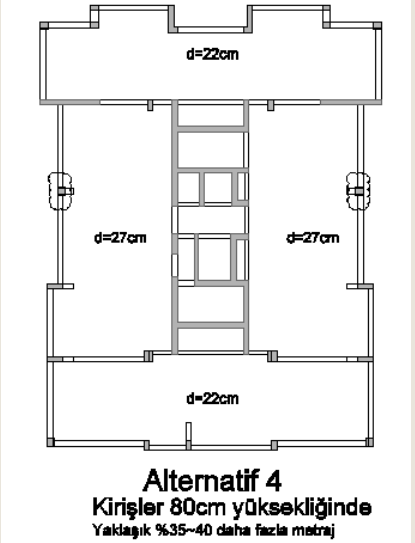


Yapısal Sistem Alternatifleri



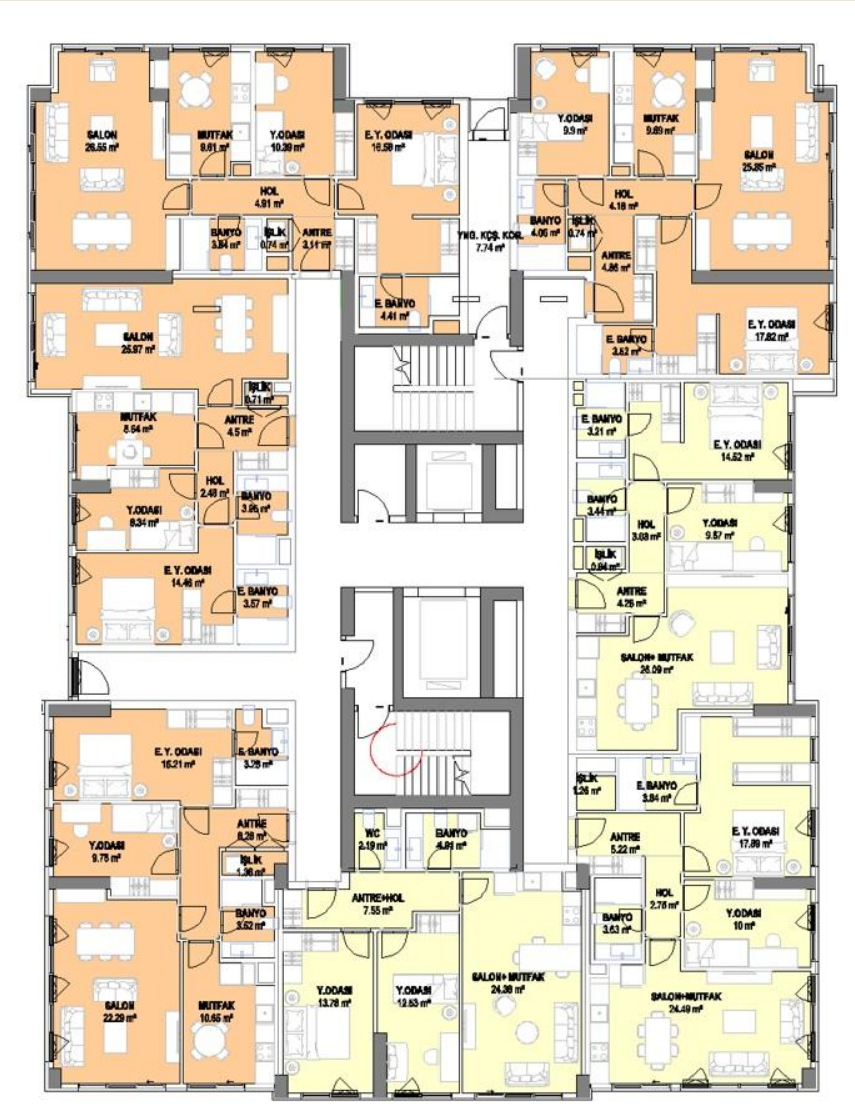


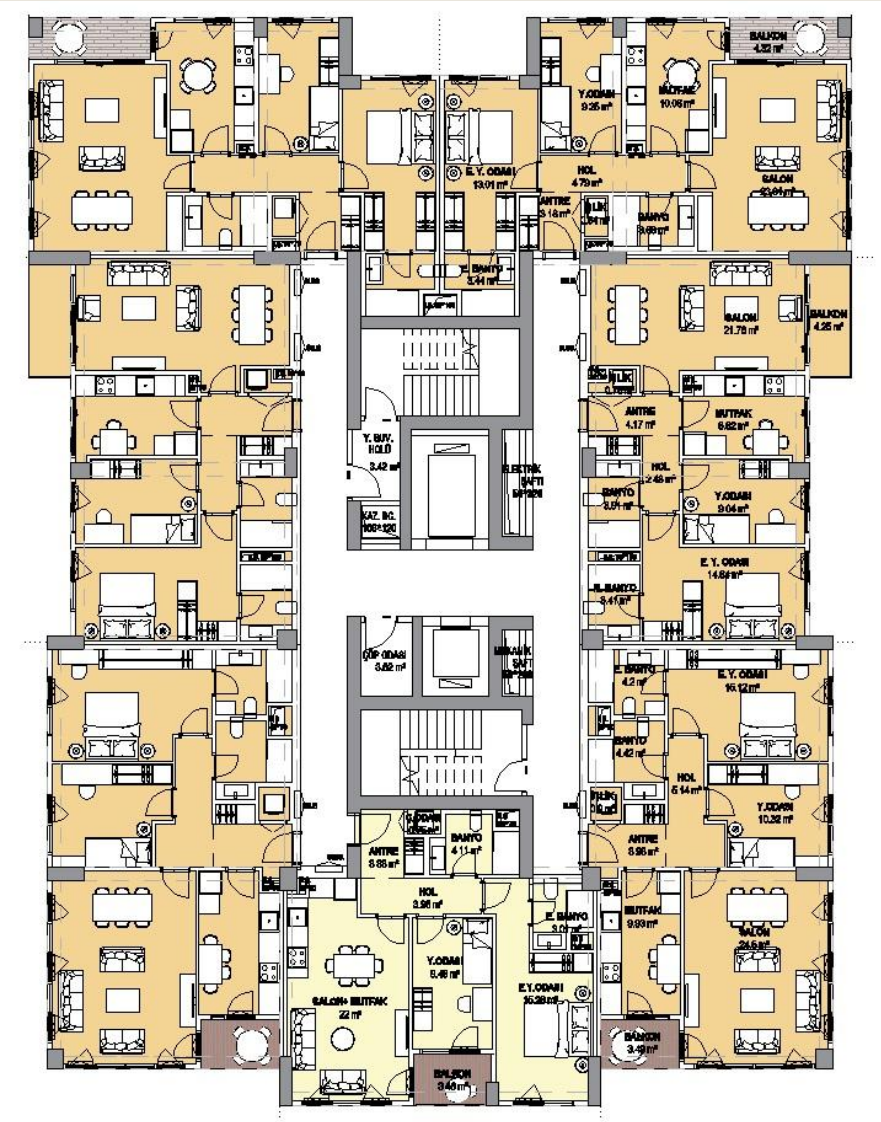




Ön Tasarım: Taşıyıcı Sistem Yerleşimi

Mimari Ön Proje → **Mimari Kesin Proje**



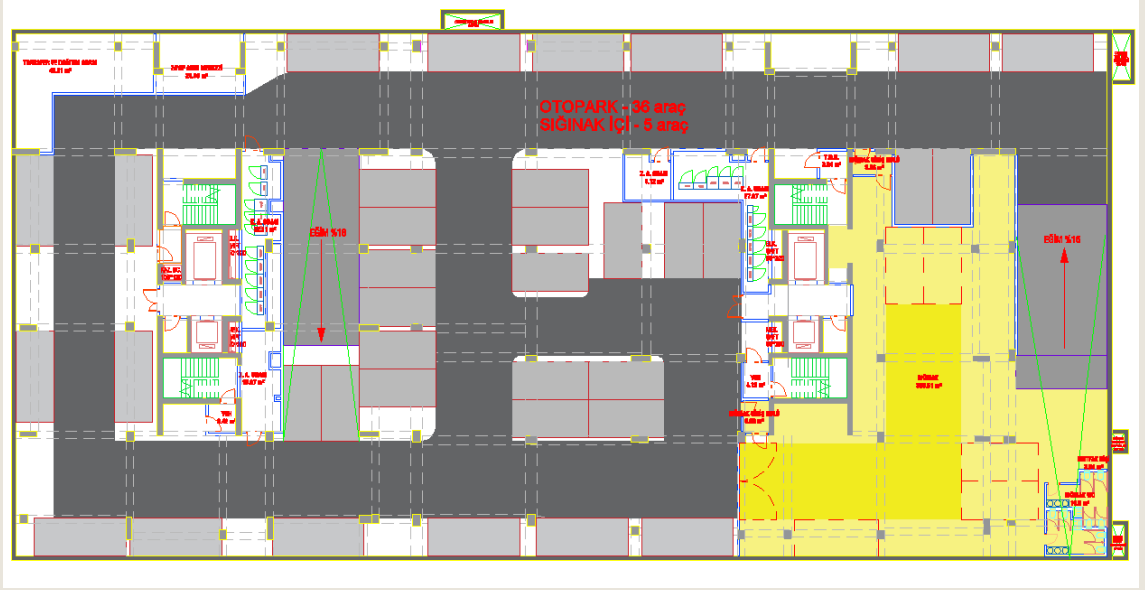


Ön Tasarım: Taşıyıcı Sistem Yerleşimi

Mimari Bodrum Kat Planı
Ön Proje



Mimari Bodrum Kat Planı
Kesin Proje



TS500 ile Döşemelerin Ön Boyutlandırması (Döşeme Türleri ve Açıklık Oranları)

Tek Doğrultu Kirişli Döşeme

Tek doğrultuda çalışan plaklar için en küçük kalınlık 80 mm dir. Tavan döşemelerinde ve bir yerin örtülmesine yarayan veya yalnız onarım, temizlik veya benzeri durumlarda üzerinde yürünen döşemelerde döşeme kalınlığı 60 mm ye kadar düşürülebilir. Üzerinden taşıt geçen döşemelerde kalınlık en az 120 mm olmalıdır.

Ayrıca plak kalınlığının serbest açıklığa oranı, aşağıda verilen değerlerden az olamaz.

Basit mesnetli, tek açıklıklı döşemelerde,	1/25
Sürekli döşemelerde,	1/30
Konsol döşemelerde,	1/12

Tek Doğrultu Dişli Döşeme

Bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerde dişler arasındaki serbest aralık 700 mm den fazla olamaz. Tablanın kalınlığı serbest diş aralığının 1/10 undan ve 50 mm den, diş genişliği ise 100 mm den az olamaz. Toplam diş yüksekliğinin (plakla birlikte) serbest açıklığa oranı, basit mesnetli tek açıklıklı döşemelerde 1/20, sürekli döşemelerde 1/25, konsollarda ise 1/10 den az olamaz.

İki Doğrultu Kirişli Döşeme

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemelerin kalınlığı Denklem 11.1 de verilen değerden az olamaz.

$$h \geq \frac{\ell_{sn}\left(1-\frac{\alpha_s}{4}\right)}{15+\frac{20}{m}} \quad \text{ve} \quad h \geq 80\text{mm} \qquad (11.1)$$

İki Doğrultu Kirişsiz Döşeme

İki doğrultuda çalışan kirişsiz döşemelerin kalınlığı, aşağıda belirtilen değerden az olamaz.

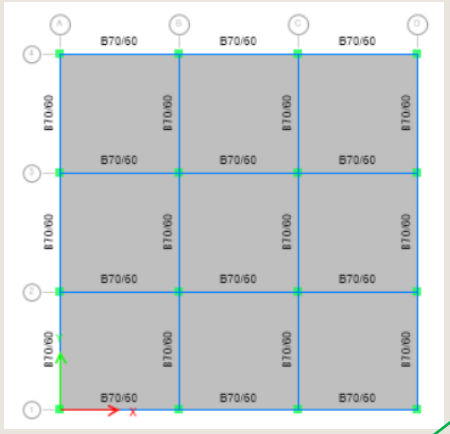
Tablasız kirişsiz döşemelerde,	$h \geq \ell_n/30$ ve $h \geq 180$ mm
Tablalı kirişsiz döşemelerde,	$h \geq \ell_n/35$ ve $h \geq 140$ mm

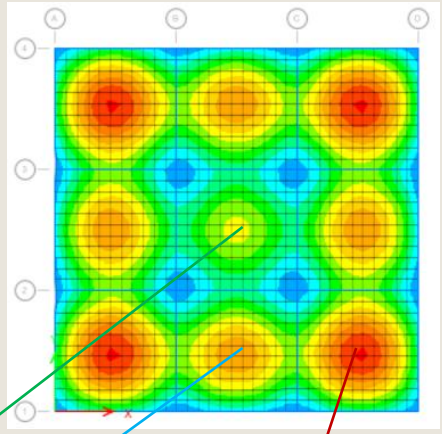
TS500 ile Döşemelerin Ön Boyutlandırması (Döşeme Türleri ve Açıklık Oranları)

Döşeme Türü	Davranış Prensibi	Basit Mesnetli, Tek Açıklıklı			Sürekli Döşemeler			Yönetmelik
		Min. Açıklık Oran	Açıklık (lsn;ln) (cm)	Min. Kalınlık (cm)	Min. Açıklık Oran	Açıklık (lsn;ln) (cm)	Min Kalınlık (cm)	
Kirişli Döşeme (lsn)	Tek Doğrultuda Çalışan	1/25	740	29.6	1/30	740	24.7	TS500 11.2.2
Dişli Döşeme (lsn)	Tek Doğrultuda Çalışan	1/20	740	37.0	1/25	740	29.6	TS500 11.3.2
Kirişli Döşeme (lsn)	İki Doğrultuda Çalışan (m=1 & αs,tek açıklık=0 & αs,surekli=1)	1/35	740	21.1	1/45	740	16.4	TS500 11.4.2
Dişli Döşeme (lsn)	İki Doğrultuda Çalışan	1/20	740	37.0	1/25	740	29.6	TS500 11.3
Tablasız Kirişsiz (ln)	İki Doğrultuda Çalışan	1/30	740	24.7	-	-	-	TS500 11.4.2
Tablalı Kirişsiz (ln)	İki Doğrultuda Çalışan	1/35	740	21.1	-	-	-	TS500 11.4.2

ln: Döşemenin incelenen doğrultudaki serbest açıklığı
ls Döşemenin kısa doğrultuda, mesnet eksenleri arasında kalan açıklığı
m: Döşeme uzun kenarının kısa kenarına oranı, m = ll /ls
lsn: Döşemenin kısa doğrultudaki serbest açıklığı
αs: Döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının kenar uzunlukları toplamına oranı

TS500 ile Döşemelerin Ön Boyutlandırması
İki doğrultuda çalışan döşemeler: Açıklık ve bölge etkisi





Döşeme Ebatları				h > lsn * (1-αs/4) / (15+20/m) İki Doğr. Kirişli Plak					
Ls	Ll	Lsn	m	hçift (orta)	hçift (kenar)	hçift (köşe)	hçift (uzun müt.)	hçift (kısa müt.)	hçift (tek açk.)
m	m	m	-	cm	cm	cm	cm	cm	cm
5.00	5.00	4.50	1.00	9.6	10.4	11.3	11.3	11.3	12.9
5.50	5.50	5.00	1.00	10.7	11.6	12.5	12.5	12.5	14.3
6.00	6.00	5.50	1.00	11.8	12.8	13.8	13.8	13.8	15.7
6.50	6.50	6.00	1.00	12.9	13.9	15.0	15.0	15.0	17.1
7.00	7.00	6.50	1.00	13.9	15.1	16.3	16.3	16.3	18.6
7.50	7.50	7.00	1.00	15.0	16.3	17.5	17.5	17.5	20.0
8.00	8.00	7.50	1.00	16.1	17.4	18.8	18.8	18.8	21.4
8.50	8.50	8.00	1.00	17.1	18.6	20.0	20.0	20.0	22.9

Döşeme Açıklığı Artışı

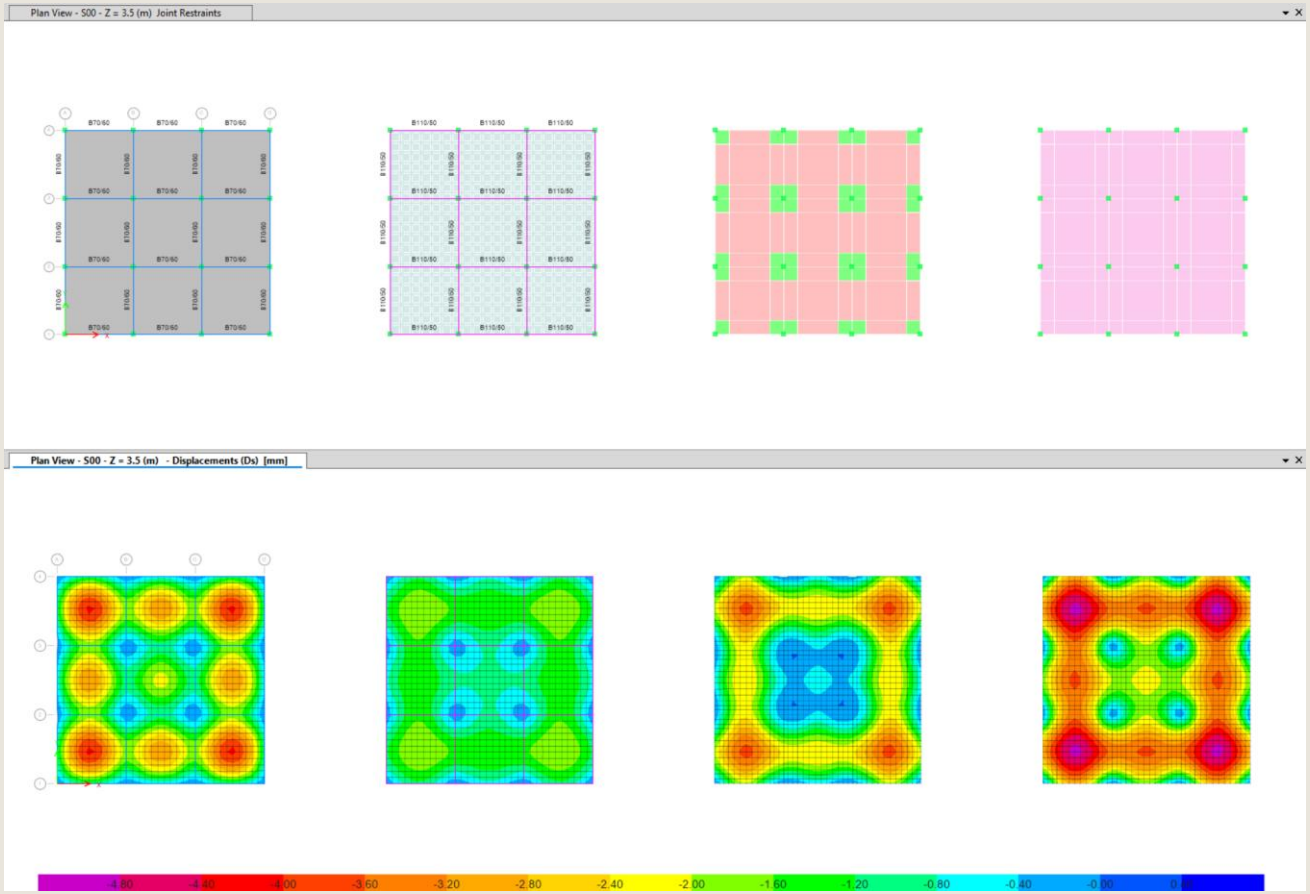
Bölge (Orta-Kenar-Köşe) Etkisi

Ön Tasarım: Ön Boyutlandırma

TS500 ile Sehim Esaslı Boyutlandırma

ÇİZELGE 13.1 - Eğilme Elemanlarında Sehim Hesabı Gerektirmeyen (Yükseklik / Açıklık) Oranları

Eleman	Basit mesnet	Kenar açıklık	İç açıklık	Konsol
Tek doğrultuda çalışan döşeme	1/20	1/25	1/30	1/10
İki doğrultuda çalışan döşeme (kısa kenar açıklığı ile)	1/25	1/30	1/35	-
Dişli döşeme	1/15	1/18	1/20	1/8
Kiriş	1/10	1/12	1/15	1/5



Kirişlerin Ön Boyutlaması

- **TBDY En Kesit Koşulları**
  - **bk ≥ 25cm**
  - **hk ≥ (3 · td; 30cm)**
- **Açıklık Oranı: Ör. L / 14**
- **Yük Alanı:**
  - **Kenar veya Orta Bölge**
  - **Tali Kiriş, Ana Kiriş**
- **Davranış: Konsol, Basit Kiriş, Sürekli Kiriş**
- **Donatı Uygulanabilirlik**
- **Kolon-Kiriş Kesme Bölgesi Güvenliği**

TBDY 2018

7.4. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLER

7.4.1. Enkesit Koşulları

7.4.1.1 – Kolonlarla birlikte çerçeve oluşturan veya perdelere kendi düzlemleri içinde bağlanan kirişlerin enkesit boyutlarına ilişkin koşullar aşağıda **(a)** ila **(d)**'de verilmiştir:

(a) Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. Kiriş gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun veya perdenin kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir.

(b) Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az olmayacaktır. Bu şartı sağlamayan elemanlar, çözümlemede döşeme elemanları ile beraber modellenecek, kiriş gibi donatılacak, ancak çerçeve kirişi olarak kabul edilmeyecektir. Ayrıca, kiriş yüksekliği kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından fazla olmayacaktır.

(c) Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4 'ünden daha fazla olduğu durumda kiriş gövdesinin her iki yüzüne, kiriş yüksekliği boyunca boyuna gövde donatısı konulacaktır. Toplam boyuna gövde donatısı alanı, sağ veya sol mesnet kesitlerinde üst ve alt boyuna donatı alanları toplamının en büyüğünün %30'undan daha az olmayacaktır. Gövde donatısı çapı 12 mm'den az, aralığı ise 300 mm'den fazla olmayacaktır. Kiriş yüksekliği boyunca 600 mm'yi ve kiriş ekseni boyunca 400 mm'yi geçmeyen aralıklarla yatay gövde çirozları konulacaktır. Boyuna donatıların kenetlenmesine benzer biçimde, gövde donatılarının kenetlenmesi için de **7.4.3.1**'in **(b)** ve **(c)** paragrafları uygulanacaktır.

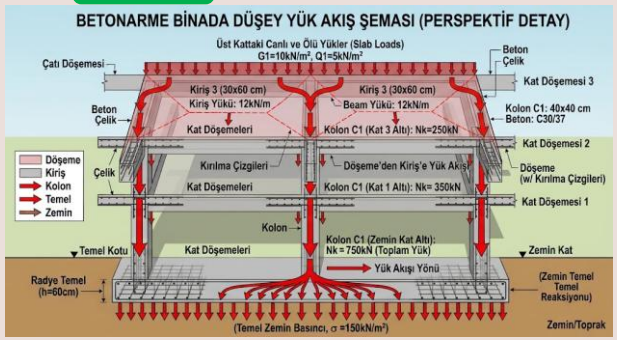
(d) Kiriş genişliği ve yüksekliği ile ilgili olarak yukarıda **(a)**, **(b)** ve **(c)**'de belirtilen sınırlamalar, kolonlara mafsallı olarak bağlanan betonarme kirişler, bağ kirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişleri ve çerçeve kirişlerine kolon-kiriş düğüm noktaları dışında saplanan ikincil kirişler için zorunlu değildir.

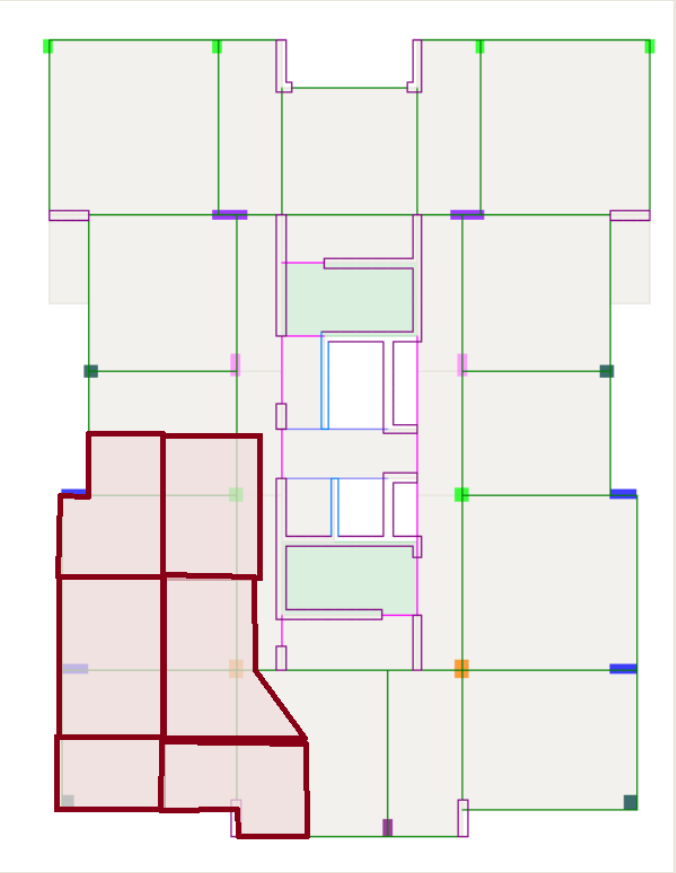
7.4.1.2 – Kiriş olarak boyutlandırılıp donatılacak taşıyıcı sistem elemanlarında, tasarım eksenel basınç kuvvetinin $N_d \le 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlaması zorunludur. Aksi durumda, bu elemanlar **7.3**'e göre kolon olarak boyutlandırılıp donatılacaktır.

Kolonların Ön Boyutlandırması (Eksenel Gerilme)

- Kolonların yük alanları
- Yük alanı
- Kattan gelen birim yük
- Kolon eksenel dayanımı
- Eksenel basınç sınırı (TBDY)
- Gerekli Kesit Alanı

7.3.1.2 – Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, G ve Q düşey yükler ve E deprem etkisinin ortak etkisi $G+Q+E$ altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm}/(0.40\, f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.





Beton	Eksenel Yük							Kesit Alanı		Kare	Dairesel
fck	Kat	G+Q	Lx	Ly	Yük Alan	$(G+Q)_{KAT}$	Ndy(GQ)	α	Ndy/(α*fck)	b=h	D
MPa	-	kN/m²	m	m	m²	kN/m²	kN	-	cm²	cm	cm
35	7	16	4.50	7.50	33.8	540.0	3,780	0.40	2700	52.0	58.6
35	7	16	4.00	7.00	28	448.0	3,136	0.40	2240	47.3	53.4
35	7	16	3.50	3.00	10.5	168.0	1,176	0.40	840	29.0	32.7

Perdelerin Ön Boyutlandırması

- **Perde boyutlandırmasını pratikte ne kontrol eder?**
- **Eksenel Yük? Açıklık? Perde Yüksekliği? Perde Boyu? Kayma Gerilmesi?**

- **Toplam Deprem Kuvveti**
- **Perde Kesme Kuvveti**

  Dayanım Fazlalığı Katsayısı: D

  1.2~1.4 Dağılım Faktörü
- **Perde Kesme Kuvveti Üst Sınırı**
- **Gerekli Perde Alanı**

Hn	Kat	A_f	$\sum A_f$	g+nq	m	Wm
m	Adet	m^2	m^2	kN/m^2	kNs^2/m	kN
23.10	7	745	5215	16	8506	83440

S_{DS}	S_{D1}
-	
0.990	0.351

T_A	T_B	1.4 Tpa	T=0.1N
s	s	s	s
0.07	0.35	1.03	0.70

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4}$$

I	R	D	Sae(T) / Ra
-	-	-	-
1.00	4.80	2.50	0.104

V_{EDY}	V_{MIN}	V_t	1.2 D Vmin
kN	kN	kN	kN
8717	3304	8717	26150

$V_{EDY} = mt \cdot g \cdot I \cdot S_{ar}(T)$

$V_{min} = 0.04 \cdot mt \cdot g \cdot I \cdot S_{DS}$

fck	$0.65 \cdot \sqrt{f_{ck}}$	$\sum A_{wj,X/Y}$	$\sum A_{wj,X/Y} / A_{pj}$	$\sum A_{wj,X/Y} / \sum A_{pj}$
MPa	MPa	cm^2	-	-
35	3.85	68001	0.91%	0.13%

$V_r = A_{ch} \cdot (0.65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{ywd})$

$V_e \leq 0.65 \cdot A_{ch} \sqrt{f_{ck}}$

Ön Tasarım: Ön Boyutlandırma

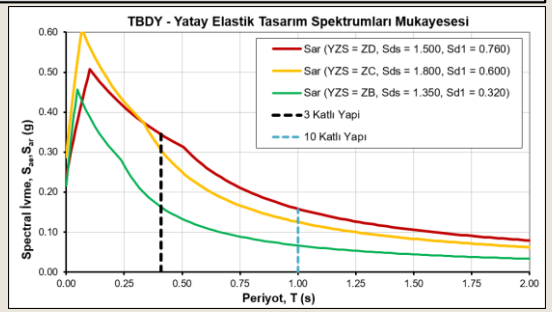
Perdelerin Ön Boyutlandırması (Tebliğ vs. Kayma Gerilmesi)

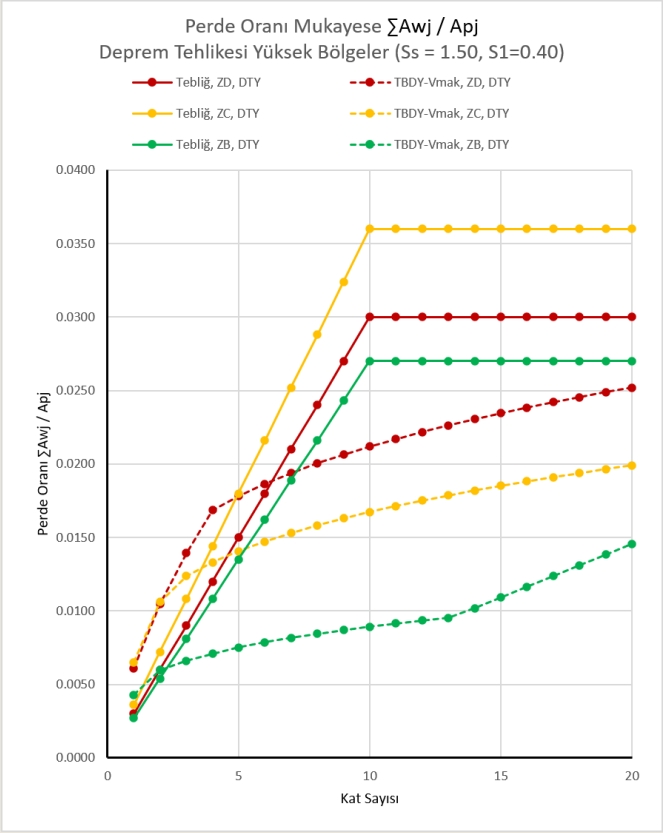
Taslak Tebliğ Önerisi: $\frac{(\sum A_{wi})_j}{A_{pj}} \geq \min(0.002\,N, 0.02) S_{DS}$

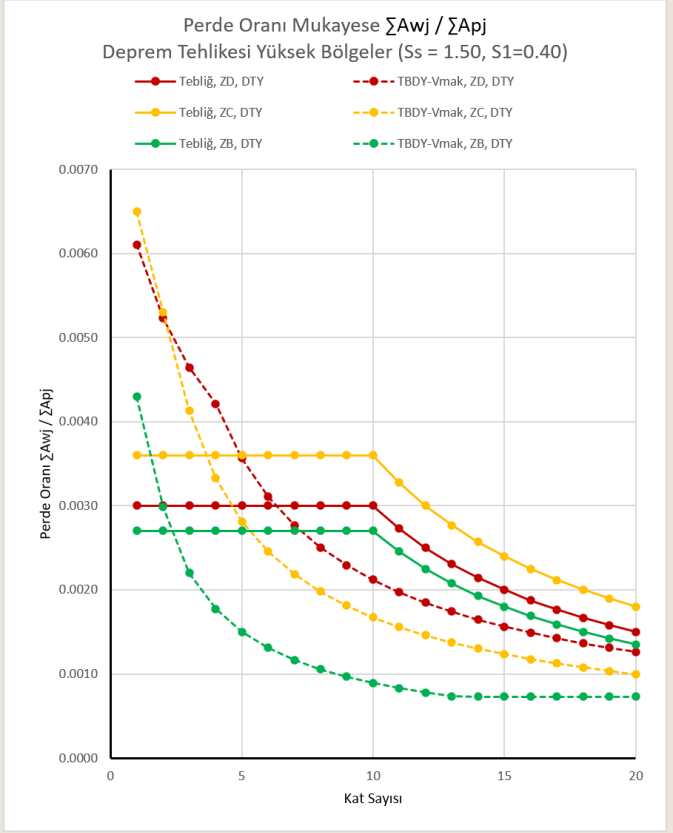
TBDY: TBDY ye göre hesapta yaklaşık deprem hesabı ve kesme üst sınırı esas perde alanı hesaplandı.

Mukayese Ss=1.50 & S1:0.40 için yapıldı.

Tebliğdeki formül kat ve toplam kat alanı için ayrı verildi.







Hassan Sözen İndeksi (Alçak Katlı Yapılar)

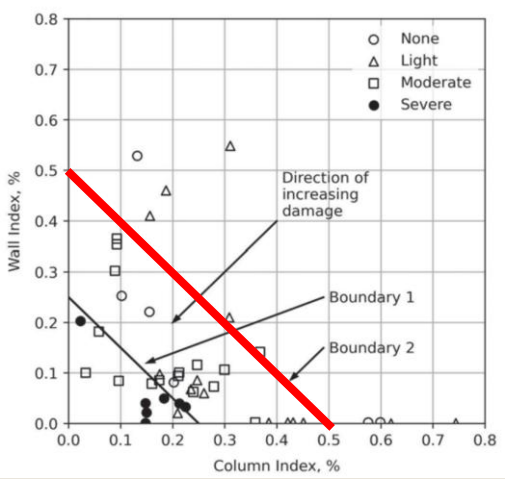
Alçak katlı binalarda (3 katlı yapılar) deprem sonrası yapılan incelemelere göre:
Bir yapıda perde ve kolon kesit alanlarının toplam kat alanına oranı %0.5' den büyük ise yapılarda ağır hasar oluşmamıştır.

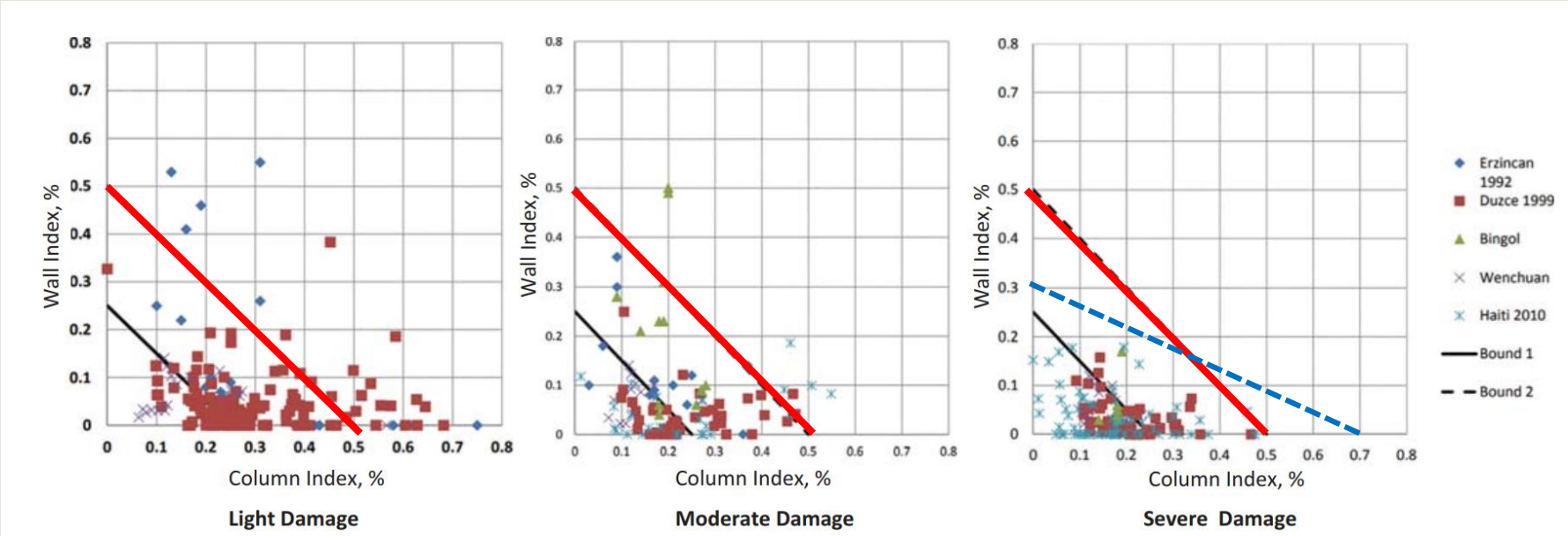
$$WI = \frac{\sum A_w + \frac{1}{10} \times \sum A_{mw}}{\sum A_f}$$

$$CI = \frac{1}{2} \frac{\sum A_c}{\sum A_f}$$

Hassan AF, Sozen MA. Seismic vulnerability assessment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquakes. ACI Structural Journal 1997; 94(1):31–39

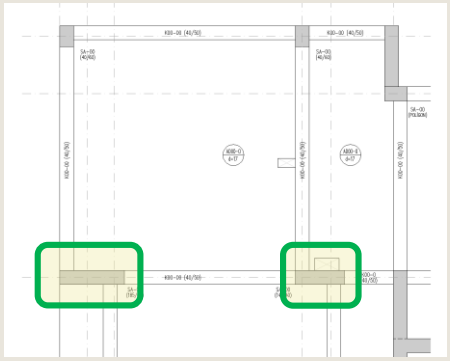
Benzer Çalışmalar: Donmez (2005), Ozcebe (2003), O'Brien et al. (2011), and Zhou et al. (2013)

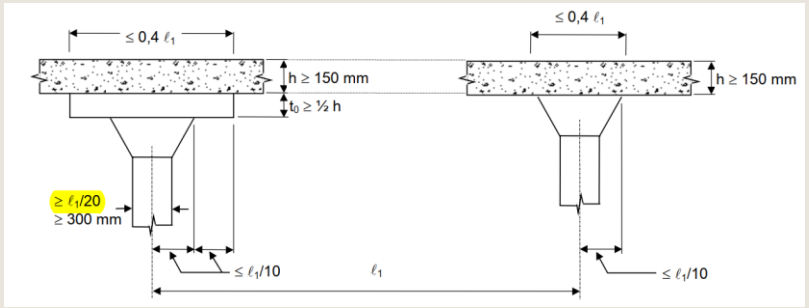


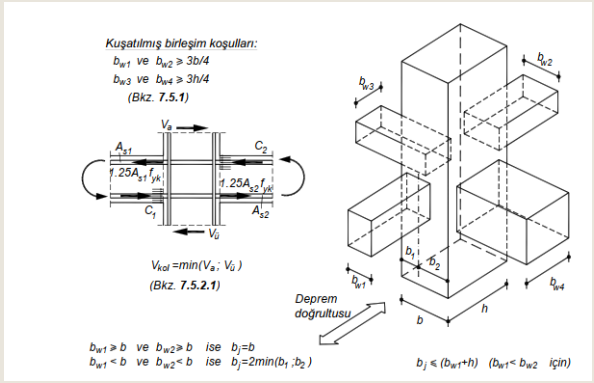


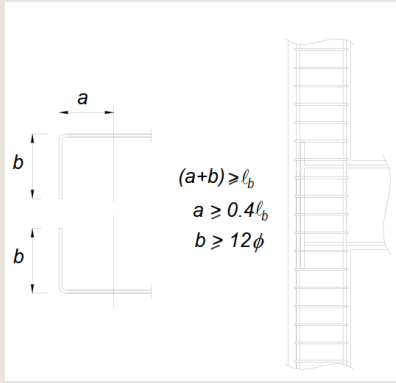
Ön Boyutlandırmayı Etkileyen Diğer Konular

- **Geometrik ve Fonksiyonel Kısıtlar**
  - Aksların Örtüşmemesi
  - Rampalar
  - Kot Farkları
  - Peyzaj Etkisi
  - Uygulanabilirlik
  - Sadeleştirme / Tipleme
- **Açıklık ile eleman kalınlığı ilişkisi,**
  - Örneğin kiriş/döşeme açıklığı 800m, kolon genişliği 30cm?
  - 450m kat yüksekliği 30cm kolon boyutu? (30/450= **1/15**!!, **Öneri: Bmin ≥Hkat/12**)
- **Birleşim Bölgesi Güvenliği**
- **Kiriş Donatısı Kenetlenmesi ➔ Kolon Ebatı**
  - lb = 40Φ
  - A = 0.40 lb = 16Φ
  - Örneğin: Φ = 20mm ➔ a = 320mm
    Kolon Genişliği «B»
    B = a + 50mm =370mm ➔ **Bmin = 40cm**

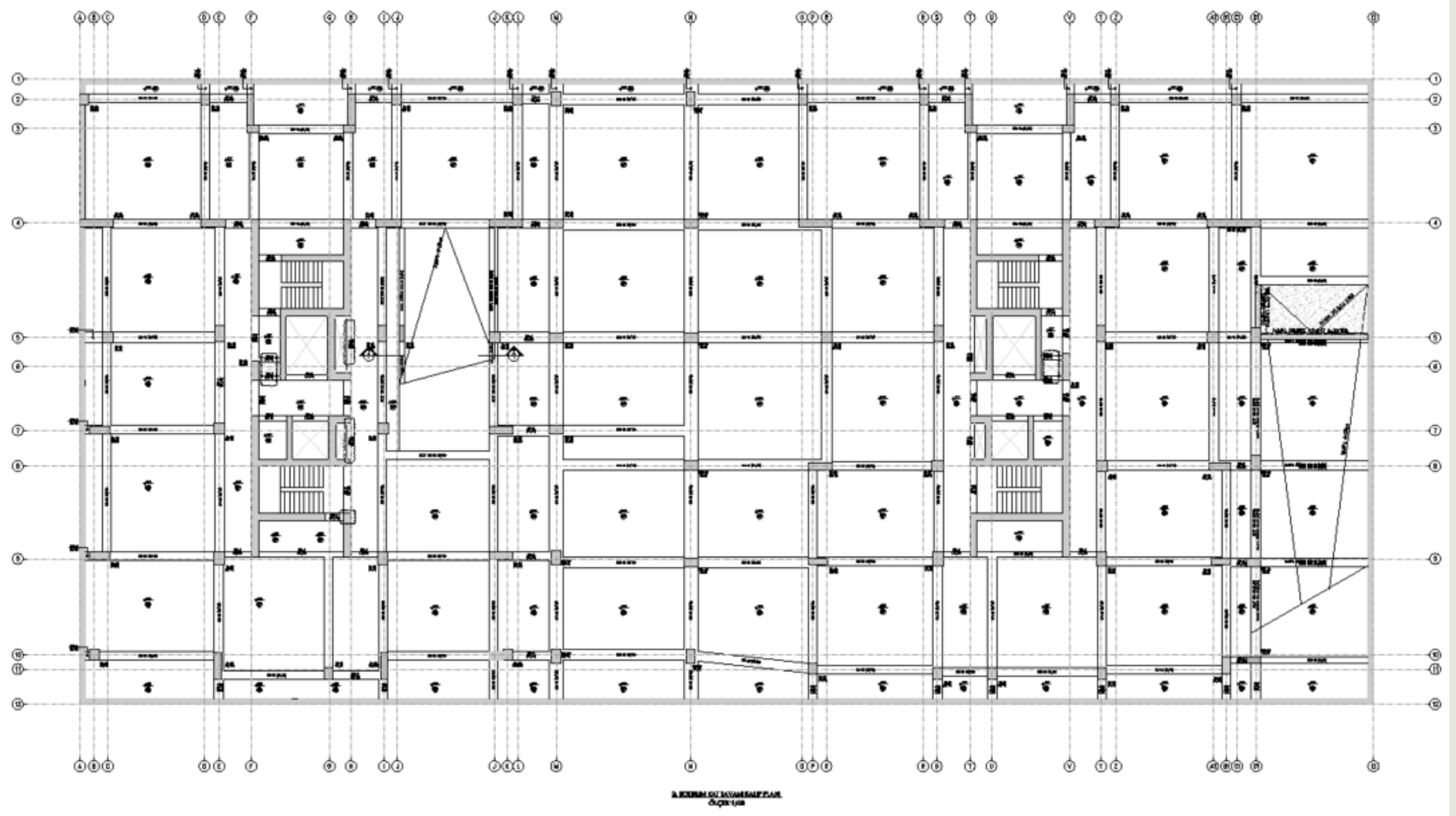






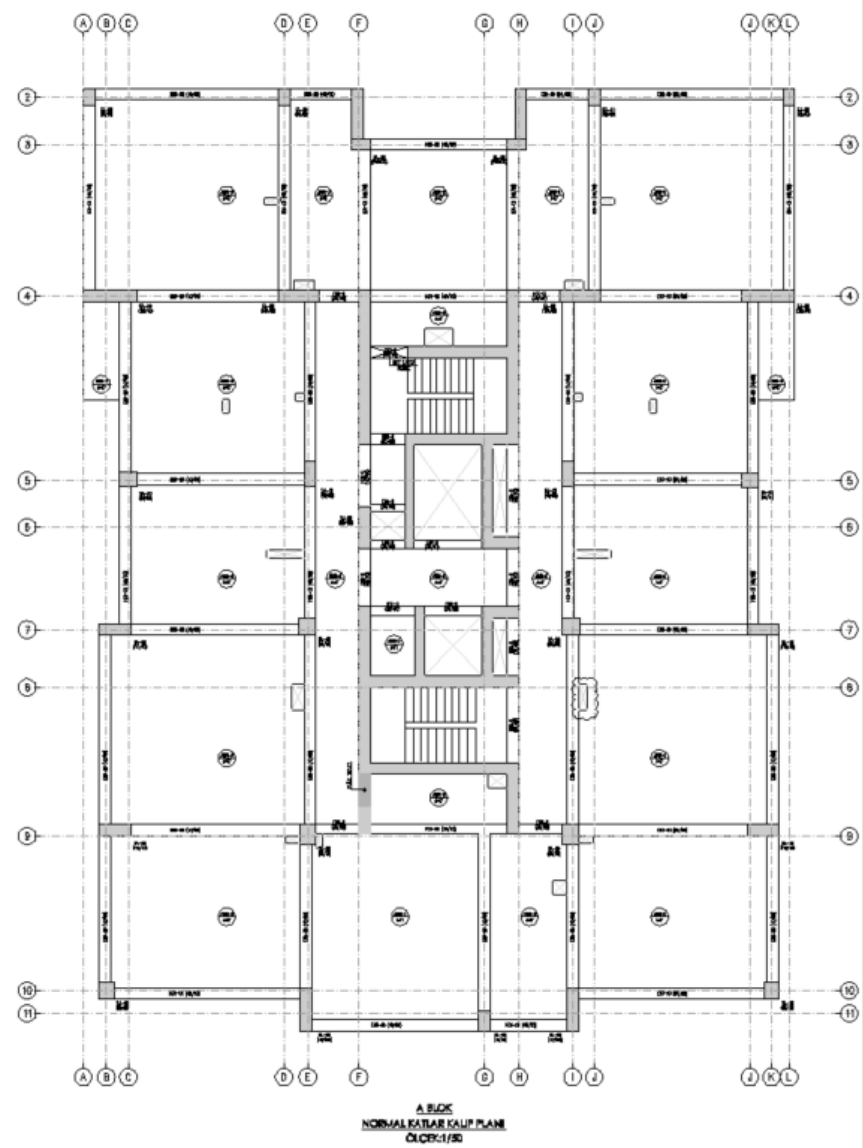


Bodrum Kat Planı

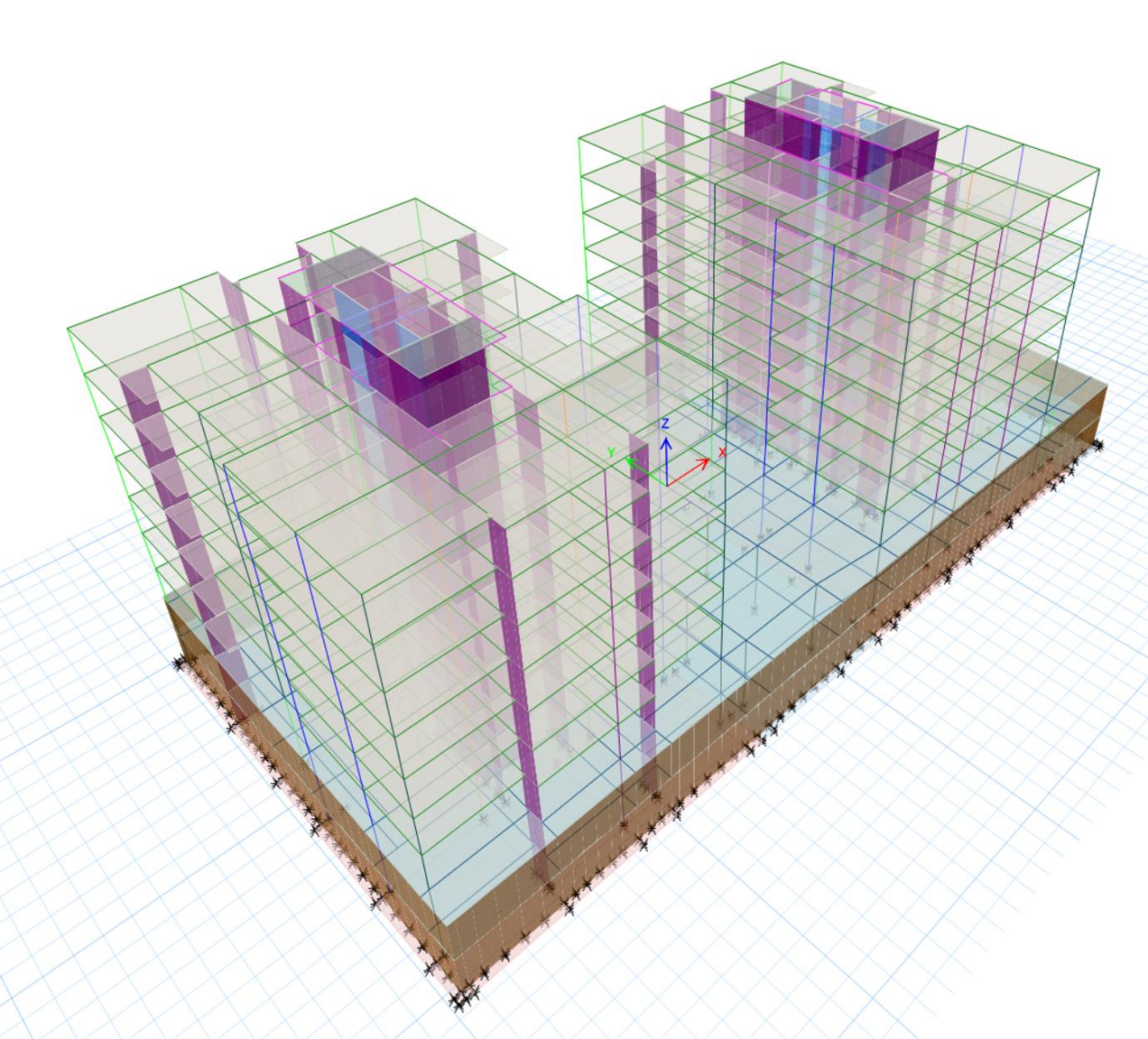


Ön Tasarım: Ön Boyutlandırma

Normal Kat Planı



Analiz Modeli 3B Görünüşü



Analiz Kabulleri

- **Analiz Modeli:** Taşıyıcı sistemin üç boyutlu sonlu elemanlar modeli kurulacaktır.
- **Hesap Yöntemi:** Normal performans hedefi için yapının hesabı DGT yaklaşımı ile yapılacaktır. Yaklaşımın uygulanmasında TBDY Bölüm 4.5 de tanımlanan modelleme kurallarına uyulacaktır. TBDY 4.8' e göre Mod Hesap Yöntemleri ile doğrusal hesap yapılacaktır.
- **Deprem Parametreleri Üst Yapı:**
  - **Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayı** : R = 4.8 (4/5) x 6.0 = 4.80
  - **Bina Önem Katsayısı** : I = 1.0
  - **Dayanım Fazlalığı Katsayısı** : D=2.5
- **Deprem Parametreleri Bodrum:**
  - **Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayı** : R = 2.5
  - **Bina Önem Katsayısı** : I = 1.0
  - **Dayanım Fazlalığı Katsayısı** : D=1.5
- **Minimum Taban Kesme Kuvveti**: TBDY 4.7.1.1 esas alınarak hesaplanacaktır.
  - $V_{t,min} = 0.04\ m_t\ I\ S_{DS}\ g$ (TBDY Denklem 4.19)
- **Yük Birleşimi:** Yük birleşimlerinin tanımlanması için TBDY 4.4.4 esas alınacaktır.
  - $G + Q_e + 0.2\ S + E_d^{(H)} + 0.3\ E_d^{(Z)}$ (TBDY Denklem 4.11)
  - $0.9\ G + H + E_d^{(H)} - 0.3\ E_d^{(Z)}$ (TBDY Denklem 4.12)
  - $Q_e = nQ$
  - $E_d^{(Z)} = (2/3)\ S_{DS}\ G$
- **Kütle:** Kütlelerin modellenmesi TBDY 4.5.9'a göre yapılacaktır.
- **Dışmerkezlik Etkisi:** Ek dışmerkezlik etkisi TBDY 4.5.10' a uygun olarak göz önüne alınacaktır.
- **Sönüm:** Sönüm oranı %5.0 alınacaktır.
- **Malzeme Dayanımları:** Azaltılmış malzeme dayanımları (tasarım dayanımları) kullanılacaktır.
- **İkinci Mertebe Etkileri:** Eksenel kuvvetlerin şekildeğiştirmiş taşıyıcı sistemde meydana getirdiği ikinci mertebe etkileri göz önüne alınacaktır.
- **Kolon ve Kirişler:** Kiriş ve kolonlar, çerçeve (çubuk) sonlu elemanları olarak modelleneceklerdir. Kolon ve kirişlerin birleştiği düğüm noktalarında 6 serbestlik derecesinin tümü göz önüne alınacaktır. Döşemelerin rijit diyafram olarak modellenmesi durumunda, bu serbestlik derecelerinin rijit harekete karşı gelenleri kaldırılacaktır. Betonarme kolon ve kirişlerin etkin kesit rijitlikleri TBDY 4.5.8'e göre belirlenecektir.
- **Betonarme Perdeler:** Perde elemanlar TBDY 4.5.3' e uygun modellenecektir. Düğüm noktasında 6 serbestlik derecesi olan kabuk sonlu elemanlar kullanılacaktır.
- **Etkin Kesit Rijitlikleri** Etkin kesit rijitlikleri TBDY 4.5.8' e uygun olarak belirlenecektir. Betonarme elemanların etkin kesit Rijitlik çarpanları Çizelge 7.9' de gösterilmiştir.
- **Rijit ve Elastik Diyafram:** Diyafram kabulü: Ana tasarım ile uyumlu olacak şekilde rijitliğin ani değiştiği bodrum katı seviyesinde elastik diyafram kabulü yapılacak olup, diğer katlarda rijit diyafram kabulü yapılacaktır.

Bodrumlu Yapının Tek Modelde Analizi

- **Üst ve Alt Yapı kütlesinin ayrılması. Mass Modifier ve Additonal Mass özelliklerinin kullanılması**
- **Nonlinear Static Yük Tanımlamaları ile Mass ve Modal Modal Case Eşleştirme**
- **Modal Analizin istenen Mass Source için tanımlanması**
- **Üst Yapı ve Alt Yapı Deprem Yük Tanımlarının ilgili Modal Analiz (dolayısıyla) Mass Source için tanımlanması**
- **Üst Yapı Deprem Yükü için İlgili Azaltılmış Deprem Spektrumlarının Kullanılması**

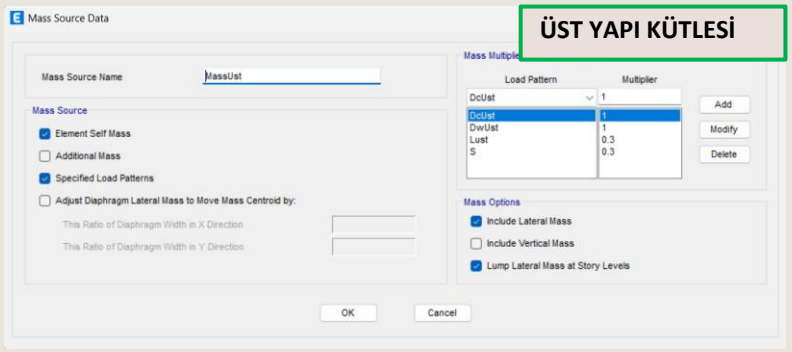
  Üst Yapı
  - R/I=4.8
  - D=2.5

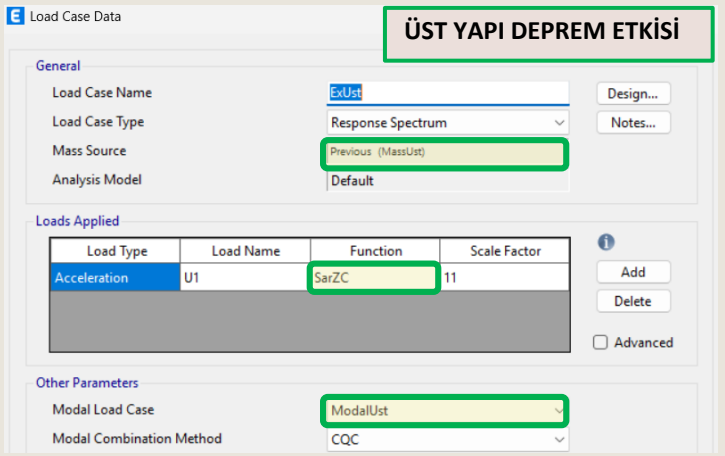
  Alt Yapı
  - R/I=2.5
  - D=1.5

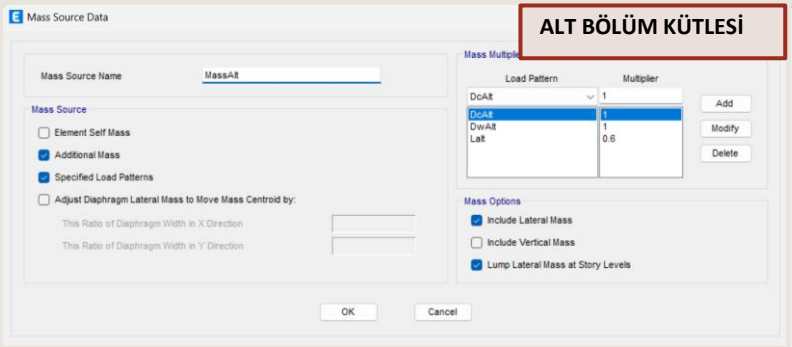
- **Dayanım Yükü Katsayısı**

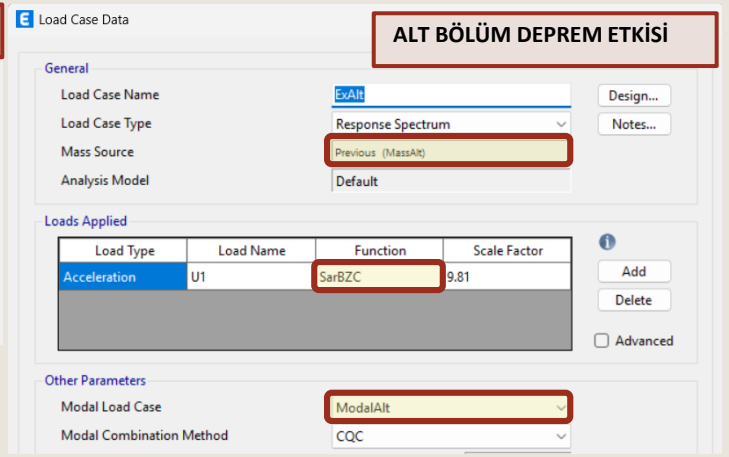
$$R_a(T) = \frac{R}{I} \qquad T > T_B$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right)\frac{T}{T_B} \qquad T \le T_B$$









Etkin Rijitlik ve Bürüt Rijitliğin Tek Modelde Analizi

Düşey Yük Analizi 1.4G+1.6Q ➔ Bürüt Rijitlikler

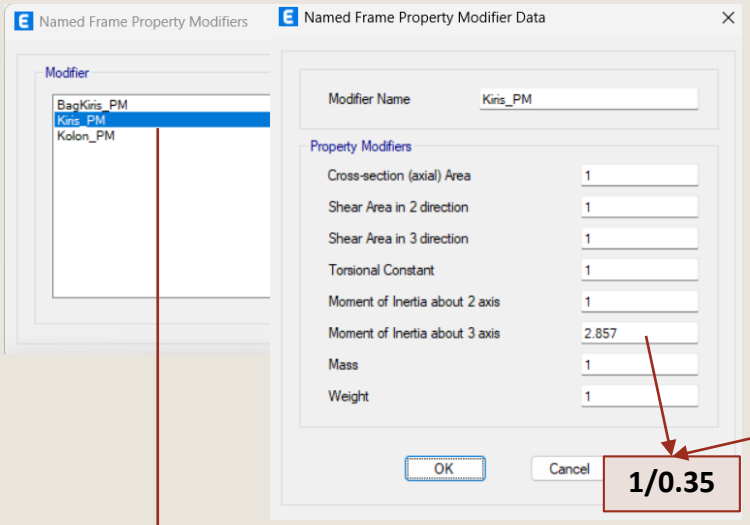
Deprem Analizi ➔ Etkin Rijitlik

Tek bir analiz modelinde nasıl yapılabilir?

Etabs Ultimate V23 *Property Modifier Set Staged Construction*

Ek Bilgi: Döşemelerin *shell* olarak modellendiği analizlerde Kiriş ve Döşeme kontrolleri için ayrı rijitlik kabulleri tercih edilebilir. Örneğin, kiriş tasarımlarında döşemenin eğilme rijitlikleri azaltılabilir.

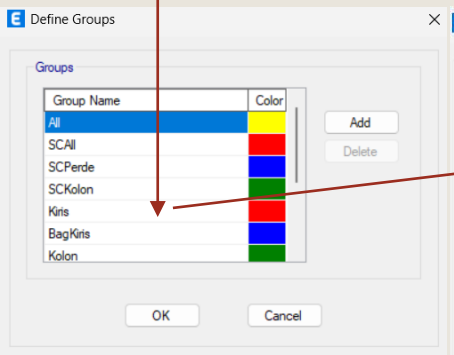
Name Assignment Sets: Property Modifier



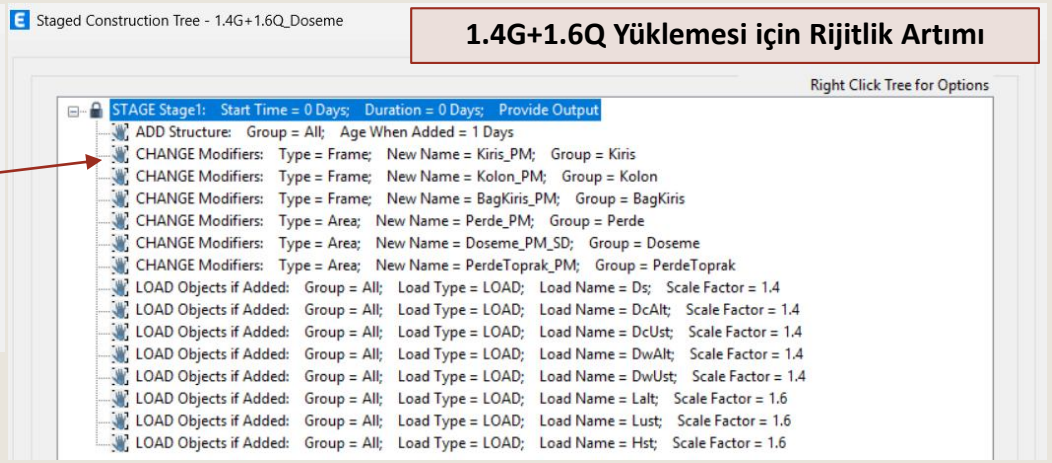
TBDY Tablo 4.2 Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
Perde - Döşeme (Düzlem İçi)	***Eksenel***	***Kayma***
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde - Döşeme (Düzlem Dışı)	***Eğilme***	***Kesme***
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	***Eğilme***	***Kesme***
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

Etkin rijitlik çarpanları, belirli bir deprem düzeyi için (ör. DD-2), hedeflenen hasar durumu ve eleman bazlı yumuşama (akma) öngörüsüne dayanarak belirlenmiştir. Bu değerler laboratuvar çalışmaları, akademik araştırmalar ile doğrusal olmayan analizlerin kalibre edilmesiyle ortaya çıkmıştır.



1.4G+1.6Q Yüklemesi için Rijitlik Artımı



Toplam Taban Kuvvetlerinin Kontrolü

Output Case	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Ds	0	0	223041	-69743	10499	0
Dc	0	0	66121	-29804	-33682	0
L	0	0	54229	-26687	-51962	0
Ez	0	0	190847	-65701	-15301	0
ExUst	10746	1530	0	30128	221196	42120
EyUst	1474	13656	0	291155	29380	17776
ExAlt	37333	1339	0	1752	209285	38203
EyAlt	971	31027	0	168041	1879	176092

Toplam Kat Alanı (A_T): 17,685 m^2

Zati Ağırlık Beton Miktarı: (Ds)

- Toplam Zati Ağırlık (Beton): 223,041 kN
- Zati Yük Birim Ağırlık (Beton): 12,5 kN / m^2 (223,041 / 17,685)
- **Birim Beton Hacmi: 0.50 m^3 / m^2**

Ortalama Kaplama + Duvar Yükü: (Dc)

- Kaplama Yükü (Birim Ağırlık): **3,75 kN / m^2** (66,121 / 17,685)

Hareketli Yük: (L)

- Hareketli Yük: **3,07 kN / m^2** (54,229 / 17,685)

Deprem Kontrolü: ExUst ve EyUst

- WnUst(G+nQ) : 148,647 kN
- ExUst: 0.072 WnUst (10,746 / 148,647)
- EyUst: 0.092 WnUst (13,656 / 148,647)

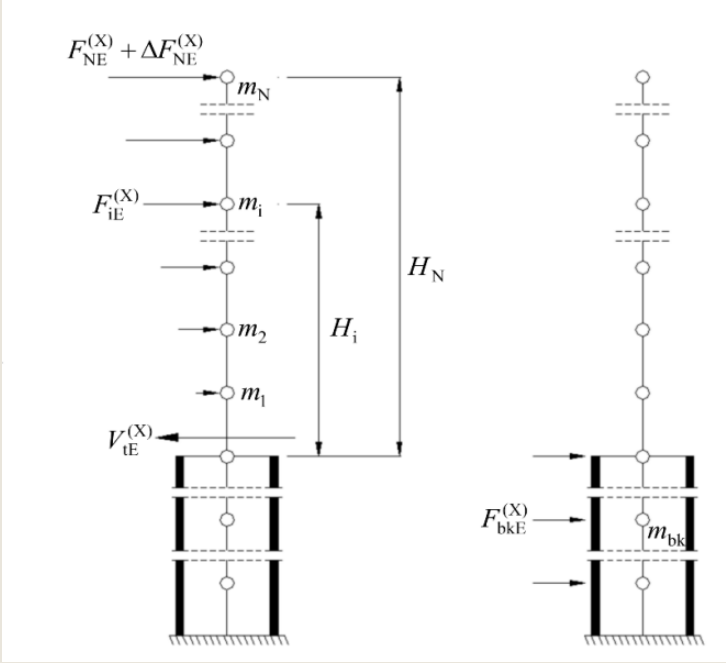
Analiz Sonuçlarının Kontrolü: Modal Kütleler

K A T L A R A A I T M O D A L K U T L E L E R

Kat	Kutle-X	Kutle-Y	h-kat(m)	H-top(m)
S08	328.30	328.30	3.30	33.40
S07	1974.74	1974.74	3.30	30.10
S06	2096.76	2096.76	3.30	26.80
S05	2096.76	2096.76	3.30	23.50
S04	2096.76	2096.76	3.30	20.20
S03	2096.76	2096.76	3.30	16.90
S02	2096.76	2096.76	3.30	13.60
S01	2096.76	2096.76	3.30	10.30
S00	5049.30	5049.30	3.50	7.00
B01	4329.45	4329.45	3.50	3.50
Base	7933.81	7933.81	0.00	0.00

Bina Toplam Kutlesi:

Rijit Bodrum Gecisi Kat Adi..: S00
Kutle.....(mt): 14883.6 kN/g



Mod Katılım Oranları

M O D K A T I L I M O R A N L A R I

Mod	Periyot sn	X-yonu %Kutle(Top)	Y-yonu %Kutle(Top)	Z-yonu %Kutle(Top)	Rx-Donme %Kutle(Top)	Ry-Donme %Kutle(Top)	Rz-Donme %Kutle(Top)
1	1.083	01.08 (01.08)	00.67 (00.67)	00.00 (00.00)	00.72 (00.72)	00.72 (01.28)	06.00 (06.00)
2	1.061	04.78 (05.86)	01.23 (01.90)	00.00 (00.00)	01.40 (02.13)	01.40 (07.02)	05.20 (11.20)
3	0.929	56.95 (62.80)	00.99 (02.88)	00.00 (00.00)	01.15 (03.28)	01.15 (74.29)	01.88 (13.09)
4	0.841	17.67 (80.47)	00.06 (02.95)	00.00 (00.00)	00.06 (03.34)	00.06 (94.99)	00.02 (13.11)
5	0.767	00.62 (81.09)	82.00 (84.95)	00.00 (00.00)	90.43 (93.77)	90.43 (95.70)	00.37 (13.48)
6	0.729	00.23 (81.32)	00.02 (84.97)	00.00 (00.00)	00.02 (93.78)	00.02 (95.96)	68.78 (82.26)
7	0.293	00.18 (81.50)	00.01 (84.98)	00.00 (00.00)	00.05 (93.84)	00.05 (95.99)	01.31 (83.56)
8	0.285	00.56 (82.06)	00.08 (85.06)	00.00 (00.00)	00.06 (93.90)	00.06 (96.09)	00.97 (84.53)
9	0.213	09.02 (91.08)	00.29 (85.35)	00.00 (00.00)	00.09 (93.99)	00.09 (98.05)	00.44 (84.97)
10	0.190	04.45 (95.54)	00.04 (85.39)	00.00 (00.00)	00.03 (94.02)	00.03 (99.03)	00.00 (84.97)
11	0.183	00.28 (95.81)	11.84 (97.23)	00.00 (00.00)	05.10 (99.12)	05.10 (99.11)	00.03 (85.00)
12	0.178	00.03 (95.84)	00.00 (97.23)	00.00 (00.00)	00.00 (99.13)	00.00 (99.12)	10.51 (95.50)
13	0.154	00.04 (95.88)	00.03 (97.26)	00.00 (00.00)	00.00 (99.13)	00.00 (99.12)	00.52 (96.03)
14	0.152	00.10 (95.97)	00.00 (97.26)	00.00 (00.00)	00.00 (99.13)	00.00 (99.13)	00.27 (96.30)
15	0.108	01.07 (97.04)	00.00 (97.26)	00.00 (00.00)	00.00 (99.13)	00.00 (99.30)	00.01 (96.31)
16	0.107	00.34 (97.37)	00.01 (97.27)	00.00 (00.00)	00.01 (99.14)	00.01 (99.36)	00.00 (96.31)
17	0.101	00.64 (98.02)	00.02 (97.29)	00.00 (00.00)	00.00 (99.14)	00.00 (99.46)	00.13 (96.44)
18	0.098	00.06 (98.07)	00.01 (97.30)	00.00 (00.00)	00.00 (99.14)	00.00 (99.47)	01.05 (97.50)
19	0.096	00.02 (98.10)	01.52 (98.82)	00.00 (00.00)	00.35 (99.50)	00.35 (99.48)	00.01 (97.51)
20	0.085	00.00 (98.10)	00.00 (98.83)	00.00 (00.00)	00.00 (99.50)	00.00 (99.48)	00.36 (97.87)
21	0.079	00.59 (98.69)	00.00 (98.83)	00.00 (00.00)	00.00 (99.50)	00.00 (99.64)	00.01 (97.88)
22	0.072	00.00 (98.69)	00.35 (99.18)	00.00 (00.00)	00.16 (99.66)	00.16 (99.64)	00.00 (97.88)
23	0.065	00.40 (99.09)	00.00 (99.18)	00.00 (00.00)	00.00 (99.66)	00.00 (99.72)	00.00 (97.88)
24	0.061	00.01 (99.09)	00.18 (99.36)	00.00 (00.00)	00.05 (99.72)	00.05 (99.72)	00.04 (97.92)
25	0.052	00.27 (99.37)	00.00 (99.37)	00.00 (00.00)	00.00 (99.72)	00.00 (99.81)	00.01 (97.93)
26	0.048	00.00 (99.37)	00.16 (99.53)	00.00 (00.00)	00.06 (99.78)	00.06 (99.81)	00.00 (97.93)
27	0.035	00.12 (99.49)	00.01 (99.54)	00.00 (00.00)	00.00 (99.78)	00.00 (99.85)	00.00 (97.93)
28	0.032	00.00 (99.50)	00.17 (99.71)	00.00 (00.00)	00.07 (99.86)	00.07 (99.85)	00.02 (97.96)
29	0.017	00.11 (99.61)	00.20 (99.90)	00.00 (00.00)	00.09 (99.95)	00.09 (99.88)	00.00 (97.96)
30	0.017	00.32 (99.93)	00.07 (99.97)	00.00 (00.00)	00.03 (99.98)	00.03 (99.99)	00.01 (97.97)

X ve Y Dogrultusu Hakim Titresim Periyotlari:

Tx = 0.929 sn (Mod 3)
Ty = 0.767 sn (Mod 5)

Dogal titresim periyodu sinir degeri

Tmaks = 1.4·Tpa
Tpa = Ct·Hn^(3/4)
Ct = 0.07
Hn = 23.10 m
Tmaks = 1.033 sn

Minimum Deprem Yükü ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü

4.7.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

4.7.1.1 – Gözönüne alınan (X) deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen *toplam eşdeğer deprem yükü* (*taban kesme kuvveti*), $V_{tE}^{(X)}$, **Denk. (4.19)** ile belirlenecektir.

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \, S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0.04 \, m_t \, I \, S_{DS} \, g \qquad \textbf{(4.19)}$$

```
M I N I M U M   D E P R E M   Y U K U   H E S A B I
-------------------------------------------------------------------

X ve Y Dogrultusu icin Minimum Deprem Yuku:
-------------------------------------------
Minimum Deprem Yuku.....................(Vtmin): 0.04·mt·I·Sds·g
Minimum Deprem Yuku Katsayisi..........(Cmin): 0.04·I·Sds
Yapi Ust Bolum Toplam Kutlesi..........(mt): 14883.6 kN/g
Bina Onem Katsayisi.....................(I): 1
Kisa Periyot Tasarim Spektral Ivme Kats.(Sds): 0.99
Minimum Deprem Yuku Katsayisi..........(Cmin): 0.03960
Minimum Deprem Yuku.....................(Vtmin): 5782kN


T O P L A M   E S D E G E R   D E P R E M   Y U K U   H E S A B I   ( E D Y )
-------------------------------------------------------------------------------

X Dogrultusu icin Toplam Esdeger Deprem Yuku:
---------------------------------------------
Tasiyici Sistem Davranis Katsayisi.......(Rx): 4.80
Dayanim Fazlaliligi Katsayisi............(Dx): 2.50
1. Dogal Titresim Periyodu..............(T1x): 0.929
Deprem Yuku Azaltma Katsayısı...........(Rax): 4.800
Yatay Elastik Tasarim Spektral Ivmesi..(Saex): 0.37799
Azaltilmis Tasarim Spektral Ivmesi.....(Sarx): 0.07875
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEx): Maks(mt·Sarx·g; 0.04·mt·I·Sds·g)
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEx): Maks(11498 kN; 5782 kN)
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEx): 11498 kN

Y Dogrultusu icin Toplam Esdeger Deprem Yuku:
---------------------------------------------
Tasiyici Sistem Davranis Katsayisi.......(Ry): 4.80
Dayanim Fazlaliligi Katsayisi............(Dy): 2.50
1. Dogal Titresim Periyodu..............(T1y): 0.767
Deprem Yuku Azaltma Katsayısı...........(Ray): 4.800
Yatay Elastik Tasarim Spektral Ivmesi..(Saey): 0.45736
Azaltilmis Tasarim Spektral Ivmesi.....(Sary): 0.09528
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEy): Maks(mt·Sary·g; 0.04·mt·I·Sds·g)
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEy): Maks(13912 kN; 5782 kN)
Esdeger Deprem Yuku.....................(VtEy): 13912 kN
```

Toplam Deprem Yükü Kontrolü

4.8.4. Azaltılmış İç Kuvvetlerin ve Yerdeğiştirmelerin Eşdeğer Taban Kesme Kuvvetine Göre Büyütülmesi

4.8.4.1 – Herhangi bir (X) deprem doğrultusu için $V_{tx}^{(X)} < \gamma_E V_{tE}^{(X)}$ olması durumunda, **4.8.2** veya **4.8.3**'e göre uygulanan modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, **Denk.(4.31)** ile verilen *eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı* $\beta_{tE}^{(X)}$ ile çarpılarak büyütülecektir.

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{\gamma_E V_{tE}^{(X)}}{V^{(X)}} \geq 1 \qquad (4.31)$$

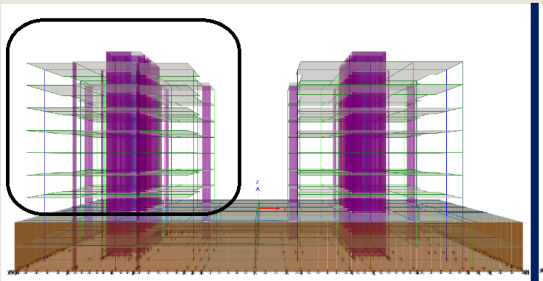
```
T O P L A M   D E P R E M   Y U K U   H E S A B I   ( M B Y )
-------------------------------------------------------------

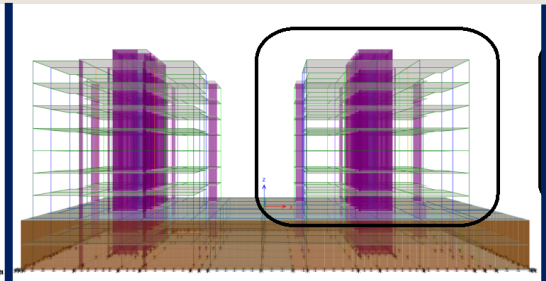
Mod Birlestirme Yontemi Deprem Tanimlamalari:
---------------------------------------------
Deprem Yuku Azaltma Katsayısı.....(Ra):
       (T > TB) ise Ra(T) = (R/I)
       (T ≤ TB) ise Ra(T) = D+(R/I-D)·T/TB
Yatay Elastik Tasarim Spektral Ivmesi..(Sae):
       ( 0 ≤ T ≤ TA) ise Saex(T) = (0.4+0.6·T/TA)·Sds
       (TA ≤ T ≤ TB) ise Saex(T) = Sds
       (TB ≤ T ≤ TL) ise Saex(T) = Sd1/T
       (TL ≤ T)      ise Saex(T) = Sd1·TL/(T^2)
Azaltilmis Tasarim Spektral Ivmesi.....(Sar): Sae(T)/Ra(T)

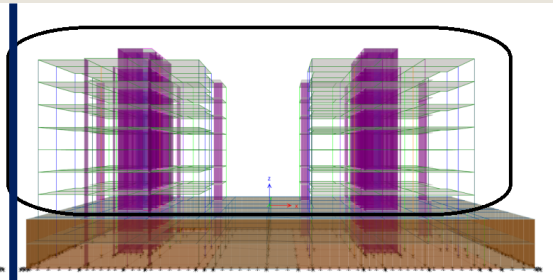
X Dogrultusu icin Toplam Deprem Yuku Hesabi:
--------------------------------------------
Buyutme Yapilmamis MBY Deprem Kuvveti
   MBY Deprem Yuku Carpani.............(SFxm): 9.81
   MBY Deprem Yuku.....................(VtMx): 9509kN
EDY'ne gore Buyutme Yapilmis MBY Deprem Kuvveti
   Esdeger Deprem Yuku.................(VtEx): 11498kN
   Ampirik Duzensizlik Katsayisi......(GamaE): 0.900
   Hedef Esdeger Deprem Yuku.....(GamaE·VtEx): 10348kN
   EDY Buyutme Katsayisi..............(BtEx): 1.088
   Artirilmis MBY Deprem Yuku Carpani.(SFxma): 11.000
   Artirilmis MBY Deprem Yuku...........(Vtx): 0.07302 mt·g
   Artirilmis MBY Deprem Yuku...........(Vtx): 10662kN
   Kontrol..................(Vtx/(GamaE·VtEx): 1.030   Uygun √

Y Dogrultusu icin Toplam Deprem Yuku Hesabi:
--------------------------------------------
Buyutme Yapilmamis MBY Deprem Kuvveti
   MBY Deprem Yuku Carpani.............(SFym): 9.81
   MBY Deprem Yuku.....................(VtMy): 12536kN
EDY'ne gore Buyutme Yapilmis MBY Deprem Kuvveti
   Esdeger Deprem Yuku.................(VtEy): 13912kN
   Ampirik Duzensizlik Katsayisi......(GamaE): 0.900
   Hedef Esdeger Deprem Yuku.....(GamaE·VtEy): 12521kN
   EDY Buyutme Katsayisi..............(BtEy): 1.000
   Artirilmis MBY Deprem Yuku Carpani.(SFyma): 10.600
   Artirilmis MBY Deprem Yuku...........(Vty): 0.09277 mt·g
   Artirilmis MBY Deprem Yuku...........(Vty): 13546kN
   Kontrol..................(Vty/(GamaE·VtEy): 1.082   Uygun √
```

Aynı Bodrum Katı Üzerinde Bloklu Yapı







Toplam Deprem Yükü Kontrolü		
Tanım	**Kısaltma**	**Değer**
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{DS}	0.990
1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{D1}	0.351
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_A (s)	0.071
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_B (s)	0.355
Yat. Ela. Tas. Spek. Sabit Yer Değ. Bölgesine Geçiş Periyodu	T_L (s)	6.000
Bina Önem Katsayısı	I	1.00
Yapının Kütlesi	m_t (kN/g)	7546
Yapının Ağırlığı	w_t (kN)	74029
Minimum Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	0.04 m_t I S_{DS}	0.040
Minimum Taban Kesme Kuvveti	V_{MIN} (kN)	2932
X Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_x (s)	0.930
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(x)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.377
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.079
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(x)}_{tE}$ (kN)	5821
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFx,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(x)}_{tM}$ (kN)	5693
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(x)}_{tE}$	1.000
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(x)}_t$ (kN)	5693
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	6384
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.086 wt**
Y Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_y (s)	0.867
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(y)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.405
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.084
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(y)}_{tE}$ (kN)	6244
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFy,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(y)}_{tM}$ (kN)	6253
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(y)}_{tE}$	1.000
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(y)}_t$ (kN)	6253
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	6757
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.091 wt**

Toplam Deprem Yükü Kontrolü		
Tanım	**Kısaltma**	**Değer**
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{DS}	0.990
1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{D1}	0.351
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_A (s)	0.071
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_B (s)	0.355
Yat. Ela. Tas. Spek. Sabit Yer Değ. Bölgesine Geçiş Periyodu	T_L (s)	6.000
Bina Önem Katsayısı	I	1.00
Yapının Kütlesi	m_t (kN/g)	7606
Yapının Ağırlığı	w_t (kN)	74618
Minimum Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	0.04 m_t I S_{DS}	0.040
Minimum Taban Kesme Kuvveti	V_{MIN} (kN)	2955
X Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_x (s)	0.842
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(x)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.417
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.087
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(x)}_{tE}$ (kN)	6480
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFx,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(x)}_{tM}$ (kN)	4875
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(x)}_{tE}$	1.196
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(x)}_t$ (kN)	5832
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	11.74
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	5466
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.073 wt**
Y Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_y (s)	0.867
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(y)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.405
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.084
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(y)}_{tE}$ (kN)	6293
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFy,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(y)}_{tM}$ (kN)	6284
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(y)}_{tE}$	1.000
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(y)}_t$ (kN)	6284
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	6790
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.091 wt**

Toplam Deprem Yükü Kontrolü		
Tanım	**Kısaltma**	**Değer**
Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{DS}	0.990
1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı	S_{D1}	0.351
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_A (s)	0.071
Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu Köşe Periyodu	T_B (s)	0.355
Yat. Ela. Tas. Spek. Sabit Yer Değ. Bölgesine Geçiş Periyodu	T_L (s)	6.000
Bina Önem Katsayısı	I	1.00
Yapının Kütlesi	m_t (kN/g)	15153
Yapının Ağırlığı	w_t (kN)	148647
Minimum Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	0.04 m_t I S_{DS}	0.040
Minimum Taban Kesme Kuvveti	V_{MIN} (kN)	5886
X Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_x (s)	0.930
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(x)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.377
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.079
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(x)}_{tE}$ (kN)	11688
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFx,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(x)}_{tM}$ (kN)	9509
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(x)}_{tE}$	1.106
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(x)}_t$ (kN)	10519
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	10.85
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	10662
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(x)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.072 wt**
Y Doğrultusu Deprem Yükü Hesabı		
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	D	2.5
1. Titreşim Periyodu	T_y (s)	0.867
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	$R^{(y)}_a$	4.800
Yatay Elastik Tasarım Spektral İvmesi	S_{ae} (T)	0.405
Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi	S_{aR} (T)	0.084
Eşdeğer Deprem Yükü (EDY Taban Kesme Kuvveti)	$V^{(y)}_{tE}$ (kN)	12537
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmemiş Durum)	SFy,o	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmemiş Durum)	$V^{(y)}_{tM}$ (kN)	12536
Ampirik Düzensizlik Katsayısı	γ_E	0.900
Eşdeğer Deprem Yükü Büyütme Katsayısı	$\beta^{(y)}_{tE}$	1.000
Artırılmış Toplam Deprem Yükü	$V^{(y)}_t$ (kN)	12536
MBY Deprem Yükü Çarpanı (Ölçeklendirilmiş Durum)	SFy	9.81
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	13546
MBY Taban Kesme Kuvveti (Ölçeklendirilmiş Durum)	$V^{(y)}_{t,Etabs}$ (kN)	**0.091 wt**

İkinci Mertebe Etkilerin Kontrolü

4.9.2. İkinci Mertebe Etkileri

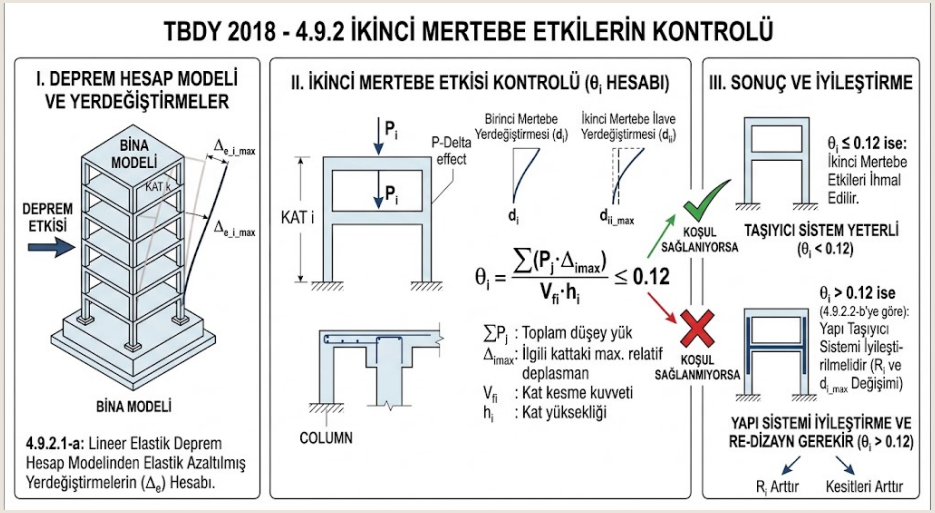
4.9.2.1 – Gözönüne alınan (X) deprem doğrultusunda her bir i'inci katta **Denk.(4.35)** ile *İkinci Mertebe Gösterge Değeri* $\theta_{II,i}^{(X)}$ hesaplanacaktır.

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{ort} \sum_{k=i}^{N} w_k}{V_i^{(X)} h_i} \qquad (4.35)$$

Bu bağıntıdaki $(\Delta_i^{(X)})_{ort}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde (X) deprem doğrultusunda hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak **4.9.1**'e göre bulunacaktır.

4.9.2.2 – Tüm katlar için hesaplanan $\theta_{II,i}^{(X)}$'lerin maksimum değeri $\theta_{II,max}^{(X)}$'ın **Denk.(4.36)**'da verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerin hesabında gözönüne alınması gerekli değildir.

$$\theta_{II,max}^{(X)} \le 0.12 \frac{D}{C_h R} \qquad (4.36)$$



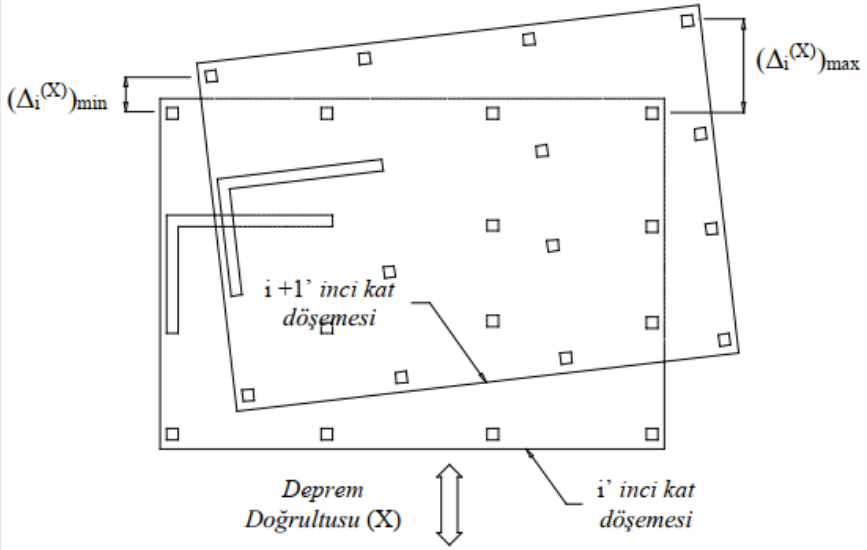
- I K I N C I M E R T E B E E T K I L E R I N I N K O N T R O L U

Kat	hi(mm)	ΣWk(kN)	Δx,o(mm)	Vx (kN)	θII,i,x	θII,lim	Kontrol	Δy,o(mm)	Vy (kN)	θII,i,y	θII,lim	Kontrol
S08	3300	4708	3.6	696	0.007	0.125	Uygun	2.5	751	0.005	0.125	Uygun
S07	3300	25271	3.8	3776	0.008	0.125	Uygun	2.6	4370	0.005	0.125	Uygun
S06	3300	45833	4.2	5653	0.010	0.125	Uygun	3.0	6916	0.006	0.125	Uygun
S05	3300	66396	4.3	6686	0.013	0.125	Uygun	3.1	8538	0.007	0.125	Uygun
S04	3300	86959	4.3	7461	0.015	0.125	Uygun	3.2	9736	0.009	0.125	Uygun
S03	3300	107521	4.2	8368	0.016	0.125	Uygun	3.3	10907	0.010	0.125	Uygun
S02	3300	128084	4.2	9509	0.017	0.125	Uygun	3.3	12224	0.010	0.125	Uygun
S01	3300	148647	4.4	10662	0.019	0.125	Uygun	3.4	13546	0.011	0.125	Uygun
S00	3500	201433	1.6	36371	0.003	0.125	Uygun	3.1	34169	0.005	0.125	Uygun
B01	3500	243891	1.2	45551	0.002	0.125	Uygun	2.3	41808	0.004	0.125	Uygun

Kat	hi(mm)	ΣWk(kN)	Δx,o(mm)	Vx (kN)	θII,i,x	θII,lim	Kontrol	Δy,o(mm)	Vy (kN)	θII,i,y	θII,lim	Kontrol
S08	3300	4708	3.6	696	0.007	0.125	Uygun	2.5	751	0.005	0.125	Uygun
S07	3300	25271	3.8	3776	0.008	0.125	Uygun	2.6	4370	0.005	0.125	Uygun
S06	3300	45833	4.2	5653	0.010	0.125	Uygun	3.0	6916	0.006	0.125	Uygun
S05	3300	66396	4.3	6686	0.013	0.125	Uygun	3.1	8538	0.007	0.125	Uygun
S04	3300	86959	4.3	7461	0.015	0.125	Uygun	3.2	9736	0.009	0.125	Uygun
S03	3300	107521	4.2	8368	0.016	0.125	Uygun	3.3	10907	0.010	0.125	Uygun
S02	3300	128084	4.2	9509	0.017	0.125	Uygun	3.3	12224	0.010	0.125	Uygun
S01	3300	148647	4.4	10662	0.019	0.125	Uygun	3.4	13546	0.011	0.125	Uygun
S00	3500	201433	1.6	36371	0.003	0.125	Uygun	3.1	34169	0.005	0.125	Uygun
B01	3500	243891	1.2	45551	0.002	0.125	Uygun	2.3	41808	0.004	0.125	Uygun

Burulma Düzensizliği (TBDY Bölüm 3.6 - Tablo 3.6 A1)

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği: Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreli ötelemeye oranını ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı* η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (**Şekil 3.1**). $[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort} > 1.2]$. *Göreli kat ötelemelerinin hesabı, ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak,* **4.7***'ye göre yapılacaktır.*	**3.6.2.1**



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$(\Delta_i^{(X)})_{ort} = 1/2\ [(\Delta_i^{(X)})_{max} + (\Delta_i^{(X)})_{min}]$

Burulma düzensizliği katsayısı: $\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort}$

Burulma düzensizliği durumu: $\eta_{bi} > 1.2$

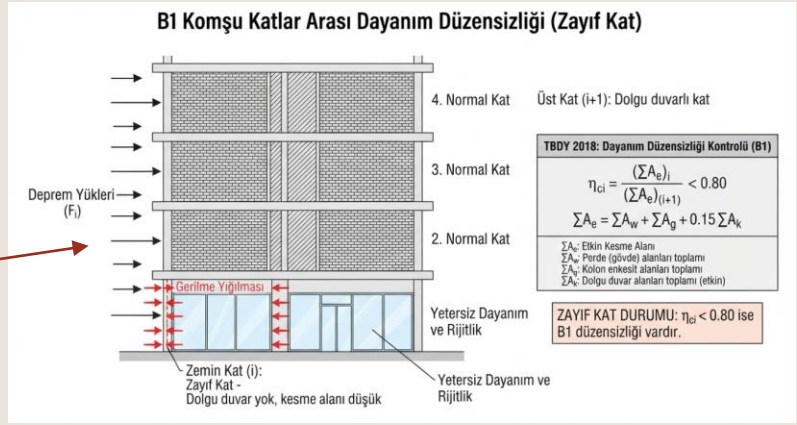
```
B u r u l m a   D u z e n s i z l i g i :
-----------------------------------------------

Kat        Yuk      Yon      MAK-GKO    ORT-GKO    MAK/ORT     DURUM
                             (m)        (m)
-------    -----    ---      -------    -------    -------     -----------
S08        ExRI     X        0.01664    0.01365      1.219     1.22 > 1.20
S07        ExRI     X        0.01758    0.01394      1.261     1.26 > 1.20
S06        ExRI     X        0.01946    0.01539      1.265     1.26 > 1.20
S05        ExRI     X        0.01982    0.01581      1.253     1.25 > 1.20
S04        ExRI     X        0.01976    0.01589      1.243     1.24 > 1.20
S03        ExRI     X        0.01952    0.01568      1.245     1.24 > 1.20
S02        ExRI     X        0.02075    0.01590      1.305     1.30 > 1.20
S01        ExRI     X        0.02367    0.01628      1.454     1.45 > 1.20
S00        ExRI     X        0.00959    0.00546      1.755     1.76 > 1.20
B01        ExRI     X        0.00576    0.00388      1.482     1.48 > 1.20

Kat        Yuk      Yon      MAK-GKO    ORT-GKO    MAK/ORT     DURUM
                             (m)        (m)
-------    -----    ---      -------    -------    -------     -----------
S08        EyRI     Y        0.00973    0.00935      1.041     1.04 ≤ 1.20
S07        EyRI     Y        0.01113    0.00970      1.147     1.15 ≤ 1.20
S06        EyRI     Y        0.01268    0.01092      1.161     1.16 ≤ 1.20
S05        EyRI     Y        0.01347    0.01152      1.170     1.17 ≤ 1.20
S04        EyRI     Y        0.01403    0.01193      1.176     1.18 ≤ 1.20
S03        EyRI     Y        0.01430    0.01210      1.182     1.18 ≤ 1.20
S02        EyRI     Y        0.01513    0.01209      1.251     1.25 > 1.20
S01        EyRI     Y        0.01622    0.01106      1.466     1.47 > 1.20
S00        EyRI     Y        0.01510    0.00882      1.713     1.71 > 1.20
B01        EyRI     Y        0.01126    0.00734      1.534     1.53 > 1.20
-----------------------------------------------------------------------------
NOT1: MAK/ORT > 1.2 oldugundan sistemde Burulma Duzensizligi (A1) vardir
NOT2: MAK/ORT > 1.2 oldugundan Mod Birlestirme Analiz alt sinir katsayis
```

Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (TBDY Bölüm 3.6 - Tablo 3.6 B1)

B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *toplam etkili kesme alanı*'nın, bir üst kattaki *toplam etkili kesme alanı*'na oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı* η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80]$ *Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı*: $(\sum A_e)_i = (\sum A_w)_i + (\sum A_g)_i + (0.15 \sum A_k)_i$ Not: **4.9.1.3(b)**'de tanımlanan duvarlar için $A_k = 0$ alınacaktır.	**3.6.2.3**



Komsu Katlar Arasi Dayanim Sureksizligi (Zayif Kat)

Kat-i	Kat-i+1	ΣAei (m2)	ΣAei+1 (m2)	ηci=ΣAei /ΣAei+1	DURUM
S07	S08	65.09	36.08	1.80	1.80 > 0.80
S06	S07	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S05	S06	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S04	S05	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S03	S04	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S02	S03	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S01	S02	65.09	65.09	1.00	1.00 > 0.80
S00	S01	136.08	65.09	2.09	2.09 > 0.80
B01	S00	136.08	136.08	1.00	1.00 > 0.80

NOT1: ηci = ΣAei/ΣAei+1 > 0.8 oldugundan Komsu Katlar Arasi Dayanim Duzensizligi (B1) yoktur.

Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (TBDY Bölüm 3.6 - Tablo 3.6 B2)

B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında herhangi bir i'inci kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama göreli kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(x)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)}/h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(x)}/h_{i-1})_{ort} > 2.0$] *Göreli kat ötelemelerinin hesabı, ± %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak* **4.7***'ye göre yapılacaktır.*	**3.6.2.1**




```
K o m s u   K a t l a r   A r a s i   R i j i t l i k   D u z e n s i z l i g i  (Yumusak Kat)
-------------------------------------------------------------------------------------------

Kat-i      Kat-i-1    Yuk       Yon      ORT-GKOi     ORT-GKOi-1   ORTi/ORTi-1     DURUM
                                           /hi          /hi-1         ηki
-------    -------    -----     ---      --------     ----------   -----------     -----------
S08        S07        ExRI      X         0.00414       0.00422        0.979      0.98 ≤ 2.00
S07        S06        ExRI      X         0.00422       0.00466        0.906      0.91 ≤ 2.00
S06        S05        ExRI      X         0.00466       0.00479        0.973      0.97 ≤ 2.00
S05        S04        ExRI      X         0.00479       0.00481        0.995      1.00 ≤ 2.00
S04        S03        ExRI      X         0.00481       0.00475        1.013      1.01 ≤ 2.00
S03        S02        ExRI      X         0.00475       0.00482        0.986      0.99 ≤ 2.00
S02        S01        ExRI      X         0.00482       0.00493        0.977      0.98 ≤ 2.00

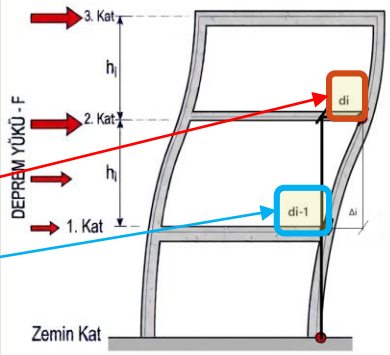
Kat-i      Kat-i-1    Yuk       Yon      ORT-GKOi     ORT-GKOi-1   ORTi/ORTi-1     DURUM
                                           /hi          /hi-1         ηki
-------    -------    -----     ---      --------     ----------   -----------     -----------
S08        S07        EyRI      Y         0.00283       0.00294        0.964      0.96 ≤ 2.00
S07        S06        EyRI      Y         0.00294       0.00331        0.889      0.89 ≤ 2.00
S06        S05        EyRI      Y         0.00331       0.00349        0.948      0.95 ≤ 2.00
S05        S04        EyRI      Y         0.00349       0.00362        0.965      0.97 ≤ 2.00
S04        S03        EyRI      Y         0.00362       0.00367        0.986      0.99 ≤ 2.00
S03        S02        EyRI      Y         0.00367       0.00366        1.000      1.00 ≤ 2.00
S02        S01        EyRI      Y         0.00366       0.00335        1.093      1.09 ≤ 2.00
-------------------------------------------------------------------------------------------
NOT1: ηki = ORTi/ORTi-1 > 2.0 oldugundan Komsu Katlar Arasi Rijitlik Duzensizligi (B2) yoktur.
```

Göreli Kat Öteleme Oranları (TBDY Bölüm 4.9)

Tanım	Kısaltma	Değer
G.K.Ö. Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Sistemler için Katsayı	κ	1.000
G.K.Ö Sınırlandırılmasında Kullanılan Ampirik Katsayı	λ_x	0.40
G.K.Ö Sınırlandırılmasında Kullanılan Ampirik Katsayı	λ_y	0.40
Dolgu duvar ve cephede esnek bağlantı veya derz dolgusu yapılması durumu	Esneklik	0.008
X Doğrultusu G.K.Ö.O Sınır Değeri ($d^{(x)}_{i,max} / h_i = (0.008;0.016) \cdot \kappa / \lambda_x$)	$d^{(x)}_{i,max} / h_i$	0.020
Y Doğrultusu G.K.Ö.O Sınır Değeri ($d^{(y)}_{i,max} / h_i = (0.008;0.016) \cdot \kappa / \lambda_y$)	$d^{(y)}_{i,max} / h_i$	0.020

4.9.1.4 – Denk.(4.34)'te yer alan λ katsayısı, binanın gözönüne alınan deprem doğrultusundaki hakim titreşim periyodu için **2.2**'de tanımlanan DD-3 deprem yer hareketinin **2.3.4.1**'e göre hesaplanan *elastik tasarım spektral ivmesi*'nin, DD-2 deprem yer hareketinin *elastik tasarım spektral ivmesi*'ne oranıdır. **Denk.(4.34)**'te yer alan κ katsayısı ise betonarme binalarda $\kappa = 1$, çelik binalarda $\kappa = 0.5$ alınacaktır.

TBDY 2018 - GÖRELİ KAT ÖTELEMESİ (Δ_i) ŞEMATİK GÖSTERİMİ



TBDY 2018 - GÖRELİ KAT ÖTELEMESİ (Δ_i)

TEMEL TANIMLAR

$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$

Göreli Kat Ötelemesi Oranı = $\frac{\Delta_i}{h_i}$

d_i = i-inci katın toplam yatay deplasmanı

h_i = i-inci katın yüksekliği

Δ_i, kat kolon uç düğüm noktalarının bağıl deplasmanıdır.

$$\Delta_i^{(X)} = u_i^{(X)} - u_{i-1}^{(X)} \quad (4.32)$$

$$\delta_i^{(X)} = \frac{R}{I}\Delta_i^{(X)} \quad (4.33)$$

$$\lambda \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \le 0.008\,\kappa \quad (4.34a)$$

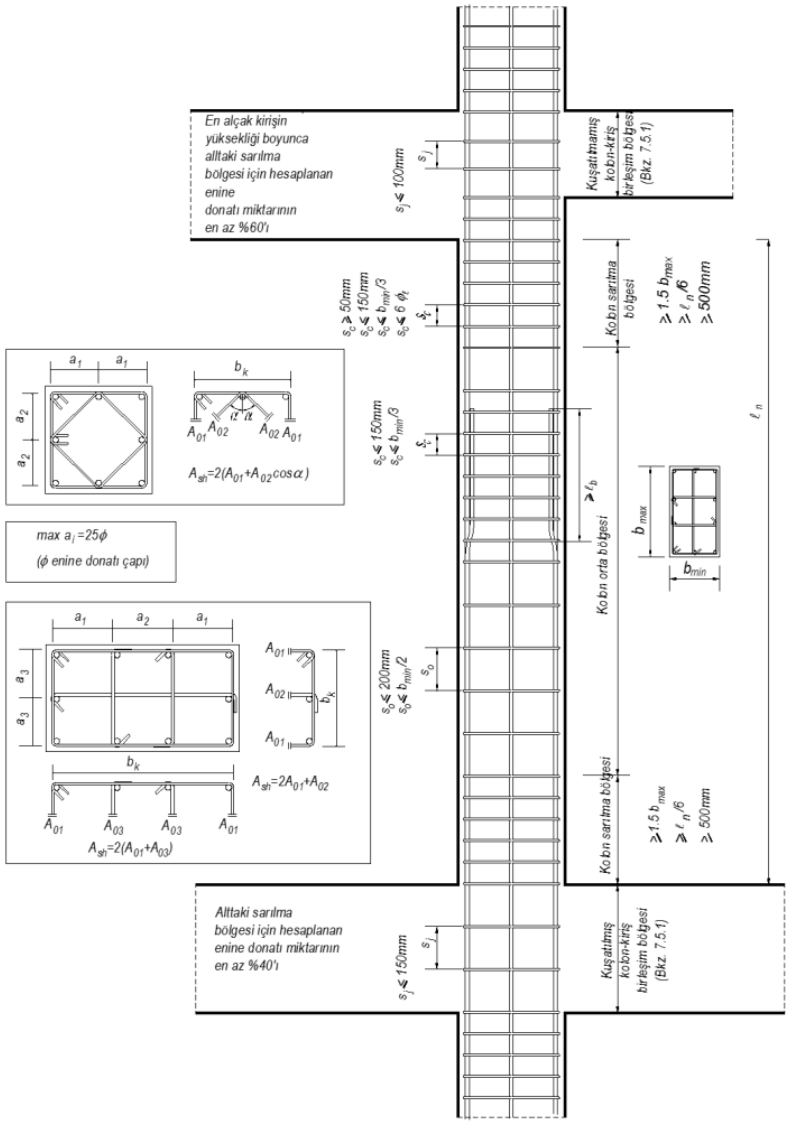
$$\lambda \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \le 0.016\,\kappa \quad (4.34b)$$

MAKSIMUM GORELI KAT OTELEMELERI ORANLARI (G.K.O.O.)

Kat	Yuk	Yon	hi-kat (m)	MAK-GKO (m)	D.N.	MAK-GKOO	MAK-GKOO	DURUM
S08	ExRI	X	3.30	0.01664	120	0.0050	1/198	0.0050 ≤ 0.02 √
S07	ExRI	X	3.30	0.01758	63	0.0053	1/188	0.0053 ≤ 0.02 √
S06	ExRI	X	3.30	0.01946	63	0.0059	1/170	0.0059 ≤ 0.02 √
S05	ExRI	X	3.30	0.01982	65	0.0060	1/167	0.0060 ≤ 0.02 √
S04	ExRI	X	3.30	0.01976	65	0.0060	1/167	0.0060 ≤ 0.02 √
S03	ExRI	X	3.30	0.01952	65	0.0059	1/169	0.0059 ≤ 0.02 √
S02	ExRI	X	3.30	0.02075	63	0.0063	1/159	0.0063 ≤ 0.02 √
S01	ExRI	X	3.30	0.02367	65	0.0072	1/139	0.0072 ≤ 0.02 √
S00	ExRI	X	3.50	0.00959	141	0.0027	1/365	0.0027 ≤ 0.02 √
B01	ExRI	X	3.50	0.00576	171	0.0016	1/608	0.0016 ≤ 0.02 √

Kat	Yuk	Yon	hi-kat (m)	MAK-GKO (m)	D.N.	MAK-GKOO	MAK-GKOO	DURUM
S08	EyRI	Y	3.30	0.00973	116	0.0029	1/339	0.0029 ≤ 0.02 √
S07	EyRI	Y	3.30	0.01113	310	0.0034	1/296	0.0034 ≤ 0.02 √
S06	EyRI	Y	3.30	0.01268	310	0.0038	1/260	0.0038 ≤ 0.02 √
S05	EyRI	Y	3.30	0.01347	348	0.0041	1/245	0.0041 ≤ 0.02 √
S04	EyRI	Y	3.30	0.01403	348	0.0043	1/235	0.0043 ≤ 0.02 √
S03	EyRI	Y	3.30	0.01430	310	0.0043	1/231	0.0043 ≤ 0.02 √
S02	EyRI	Y	3.30	0.01513	348	0.0046	1/218	0.0046 ≤ 0.02 √
S01	EyRI	Y	3.30	0.01622	285	0.0049	1/203	0.0049 ≤ 0.02 √
S00	EyRI	Y	3.50	0.01510	377	0.0043	1/232	0.0043 ≤ 0.02 √
B01	EyRI	Y	3.50	0.01126	298	0.0032	1/311	0.0032 ≤ 0.02 √

Kolonların Tasarımı: Konstrüktif Kurallar



7.3.1. Enkesit Koşulları

7.3.1.1 – Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük enkesit boyutu 300 mm'den ve dairesel kolonların çapı 350 mm'den küçük olmayacaktır.

7.3.1.2 – Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan hareketli yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, G ve Q düşey yükler ve E deprem etkisinin ortak etkisi $G+Q+E$ altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm}/(0.40\, f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

7.3.2. Boyuna Donatı Koşulları

7.3.2.1 – Kolonlarda boyuna donatı alanı brüt kesitin %1'inden az, %4'ünden daha büyük olmayacaktır. Kolonlarda $\phi 14$ den daha ince ve dairesel kolonlarda 6 adetten daha az donatı kullanılmayacaktır.

%3

7.3.2.2 – Bindirmeli ek yapılan kesitlerde toplam boyuna donatı oranı %6'yı geçmeyecektir.

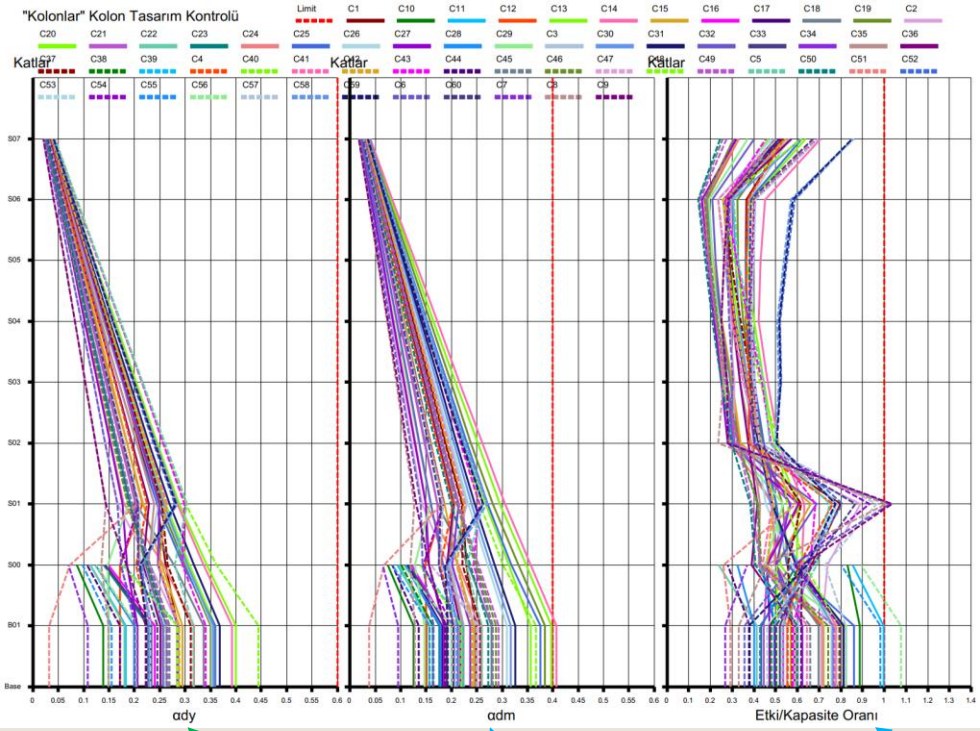
(b) Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.20\, A_c\, f_{ck}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(7.1)**'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k, her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (**Şekil 7.3**):

$$A_{sh} \geq 0.30\, s\, b_k [(A_c/A_{ck})-1](f_{ck}/f_{ywk})$$
$$A_{sh} \geq 0.075\, s\, b_k (f_{ck}/f_{ywk}) \qquad \textbf{(7.1)}$$

(c) Dairesel donatılı kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, **Denk.(7.2)**'deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

$$\rho_s \geq 0.45\,[(A_c/A_{ck})-1](f_{ck}/f_{ywk})$$
$$\rho_s \geq 0.12\,(f_{ck}/f_{ywk}) \qquad \textbf{(7.2)}$$

Kolonların Tasarımı: Eksenel Yük ve PMM E/K Oranı



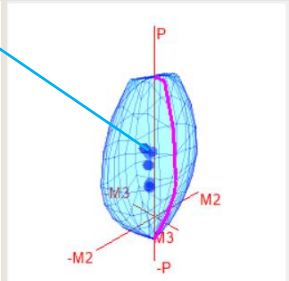
α_{dy} : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğünün eksenel basınç kapasitesine oranı,

- $\alpha_{dy} = N_{dy} / (A_c\, f_{ck}) \leq 0.60$ (TS 500 Denklem 7.7)

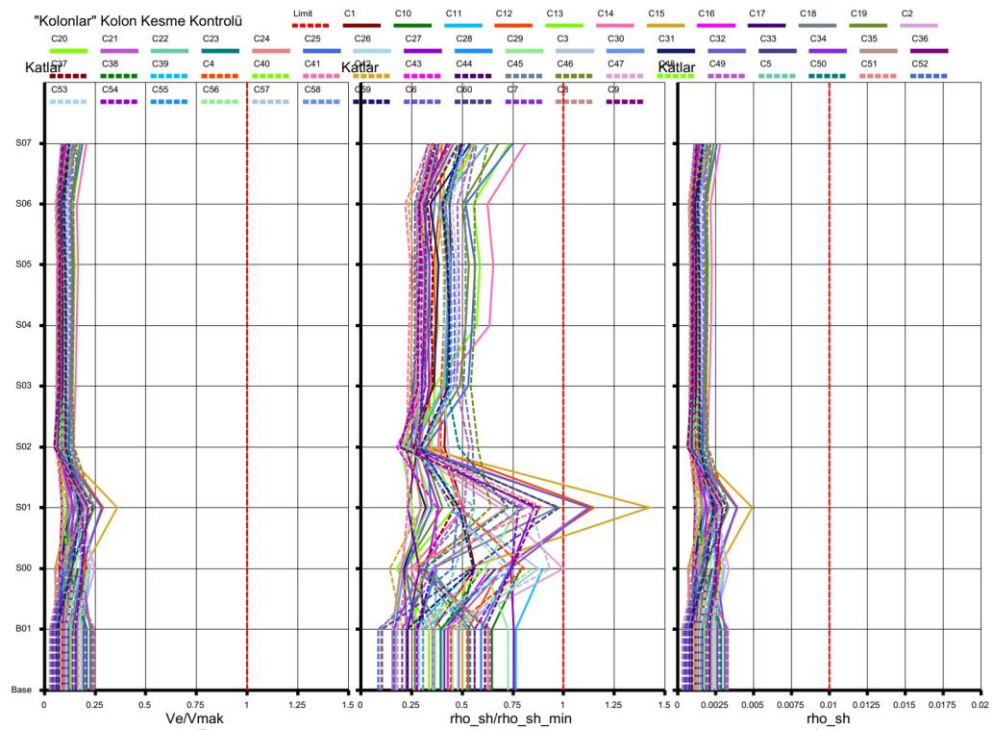
α_{dm} : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğünün eksenel basınç kapasitesine oranı,

- $\alpha_{dm} = N_{dm} / (A_c\, f_{ck}) \leq 0.40$ (TBDY Bölüm 7.3.1.2)

Etki /Kapasite Oranı: Tüm tasarım kombinasyonları için hesaplanan maksimum PMM Etki / Kapasite Oranı



Kolonların Tasarımı: Kesme Kontrolleri



- V_e : Perde tasarım kesme kuvveti (kN)
- V_{mak} : Perdenin kesme kuvveti üst limiti (kN)
  - $V_{mak} = 0.85\, A_w \sqrt{f_{ck}}$ (TBDY Denklem 7.7)
- ρ_{sh} : Perde elemanı gerekli kesme donatısı alanı
- $\rho_{sh,min}$: Sarılma bölgesi minimum donatı alanı (TBDY Denklem 7.1 & 7.2)

$$A_{sh} \geq 0.30\, s\, b_k [(A_c / A_{ck}) - 1](f_{ck} / f_{ywk})$$
$$A_{sh} \geq 0.075\, s\, b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \qquad (7.1)$$

Kolonların Tasarımı: Analiz Sonuçları ve Hesap Özeti

K O L O N E K S E N E L G E R I L M E O R A N L A R I V E B O Y U N A D O N A T I L A R

S I M G E L E R

Ndy : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugu, (kN)
Ndm : Dusey yukler ve deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugu, (kN)
α_dy : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugunun
: eksenel basinc kapasitesine oranı, α_dy = Ndy/(Ac fck) < 0.60
α_dm : Dusey yukler ve deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugunun
: eksenel basinc kapasitesine oranı, α_dm = Ndm/(Ac fck) < 0.40
ρ : Secilen boyuna donati orani
PMMO : PMM Etki/Kapasite Oranı
Ve2 : 2 lokal ekseni dogrultusundaki (B boyutu icin) tasarim kesme kuvveti, min(Ve2_P, Ve2_D), (kN)
Ve3 : 3 lokal ekseni dogrultusundaki (D boyutu icin) tasarim kesme kuvveti, min(Ve3_P, Ve3_D), (kN)
Ve2_P : Kolon egilme kapasitesine gore hesaplanan, 2 lokal ekseni dogrultusundaki (B boyutu icin) kesme kuvveti, Ve2_P = (Mp3 + Mp3) / ln, (kN)
Ve3_P : Kolon egilme kapasitesine gore hesaplanan, 3 lokal ekseni dogrultusundaki (D boyutu icin) kesme kuvveti, Ve3_P = (Mp2 + Mp2) / ln, (kN)
Ve2_D : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler ve dayanim fazlaligi katsayisi ile artirilmis deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan, 2 lokal ekseni dogrultusunda (B boyutu icin) kesme kuvveti, (kN)
Ve3_D : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler ve dayanim fazlaligi katsayisi ile artirilmis deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan, 3 lokal ekseni dogrultusunda (D boyutu icin) kesme kuvveti, (kN)
Vmak : Kesitin tasiyabilecegi kesme kuvveti ust limiti, 0.85·Aw·√fck (kN)
Vr2 : 2 lokal ekseni dogrultusundaki (B boyutu icin) kesme dayanimi, (kN)
Vr3 : 3 lokal ekseni dogrultusundaki (D boyutu icin) kesme dayanimi, (kN)

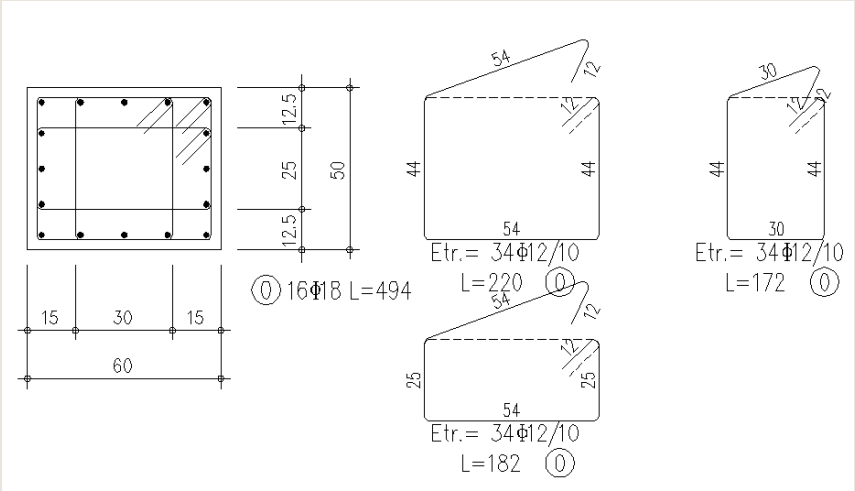
ELEMAN BILGILERI		DONATI			EKSENEL GERILME ORANALRI				PMM E/K		KESME GUVENLIGI KONTROLU				KESME DAYANIMI KONTROLU			
Kolon	Kat	Kesit	Boyuna	Enine	Ndy	Ndm	α dy	α dm	Pur.	PMMO	Ve2	Ve3	Vmak	Ve/Vmak	Vr2	Ve2/Vr2	Vr3	Ve3/Vr3
C1	S07	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-340	-299	0.03	0.03	%1.29	0.537	168	165	1408	0.120	1066	0.158	570	0.290
C1	S06	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-689	-612	0.07	0.06	%1.29	0.366	113	149	1408	0.106	1066	0.106	570	0.261
C1	S05	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-1034	-923	0.11	0.09	%1.29	0.363	124	151	1408	0.107	1066	0.116	570	0.265
C1	S04	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-1378	-1235	0.14	0.13	%1.29	0.369	122	149	1408	0.106	1066	0.115	570	0.261
C1	S03	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-1721	-1545	0.18	0.16	%1.29	0.384	123	144	1408	0.102	1066	0.115	570	0.253
C1	S02	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-2061	-1851	0.21	0.19	%1.29	0.376	100	140	1408	0.100	1066	0.094	570	0.246
C1	S01	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-2402	-2172	0.25	0.22	%1.29	0.798	243	258	1408	0.183	1066	0.228	570	0.452
C1	S00	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-2555	-2256	0.26	0.23	%1.29	0.666	289	57	1408	0.205	1066	0.271	570	0.100
C1	B01	C70/40	18Φ16	4-4Φ12/10	-2784	-2440	0.28	0.25	%1.29	0.472	185	34	1408	0.131	1066	0.173	570	0.059

Kolonların Tasarımı: Donatı Seçimi

MALZEME		KOLON BOYUTU				BOYUNA VE ENİNE DONATI SEÇİMİ										
Beton	Demir	Dikdörtgen Kolon				Boyuna Donati			Enine Donatı (s = 10 cm)							
fck	fyk	$B_{seç}$	$D_{seç}$	d'	Kolon	Donati	Alan	Pur	α	Asx1	Asx2	Asx	Asy1	Asy2	Asy	Etriye
MPa	MPa	cm	cm	cm	-		cm2	%	-	cm2	cm2	cm2	cm2	cm2	cm2	-
35	420	110	40	3.00	C110/40	22Φ18	56.0	1.27%	1.00	6.35	6.50	6.50	2.08	2.13	2.13	5 -4 Φ12/10
35	420	140	40	3.00	C140/40	30Φ16	60.3	1.08%	1.00	7.68	8.38	8.38	1.95	2.13	2.13	7 -4 Φ12/10
35	420	60	40	3.00	C60/40	14Φ16	28.1	1.17%	1.00	4.15	3.38	4.15	2.61	2.13	2.61	4 -4 Φ12/10
35	420	60	50	3.00	C60/50	16Φ18	40.7	1.36%	1.00	3.55	3.38	3.55	2.89	2.75	2.89	4 -4 Φ12/10
35	420	60	60	3.00	C60/60	16Φ18	40.7	1.13%	1.00	3.17	3.38	3.38	3.17	3.38	3.38	4 -4 Φ12/10
35	420	70	40	3.00	C70/40	18Φ16	36.2	1.29%	1.00	4.59	4.00	4.59	2.44	2.13	2.44	4 -4 Φ12/10
35	420	70	50	3.00	C70/50	20Φ16	40.2	1.15%	1.00	3.89	4.00	4.00	2.67	2.75	2.75	4 -4 Φ12/10
35	420	70	55	3.00	C70/55	20Φ16	40.2	1.04%	1.00	3.64	4.00	4.00	2.79	3.06	3.06	4 -4 Φ12/10
35	420	80	50	3.00	C80/50	20Φ16	40.2	1.01%	1.00	4.23	4.63	4.63	2.51	2.75	2.75	4 -4 Φ12/10
35	420	80	55	3.00	C80/55	20Φ18	50.9	1.16%	1.00	3.95	4.63	4.63	2.61	3.06	3.06	4 -4 Φ12/10
35	420	90	40	3.00	C90/40	18Φ16	36.2	1.01%	1.00	5.47	5.25	5.47	2.21	2.13	2.21	5 -4 Φ12/10
35	420	90	50	3.00	C90/50	20Φ18	50.9	1.13%	1.00	4.57	5.25	5.25	2.39	2.75	2.75	5 -4 Φ12/10

$$A_{sh} \geq 0.30\, s\, b_k [(A_c / A_{ck}) - 1](f_{ck} / f_{ywk})$$
$$A_{sh} \geq 0.075\, s\, b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \qquad (7.1)$$

bw	ndus	net	Etriye Aralik
30	3	2	30
35	3	3	17.5,17.5
40	4	4	10,20,10
50	5	4	12.5,25,12.5
55	5	4	15,25,15
60	5	4	15,30,15
70	7	4	20,30,20
75	7	4	22.5,30,22.5
80	7	4	25,30,25
90	7	5	20,25,25,20
95	9	5	22.5,25,25,22.5
100	9	5	25,25,25,25
105	9	5	25,27.5,27.5,25
110	9	5	25,30,30,25
120	11	6	22.5,25,25,25,22.5
130	11	6	25,25,30,25,25
140	13	7	20,25,25,25,25,20
150	13	7	25,25,25,25,25,25



Perdelerin Tasarımı Konstrüktif Kurallar

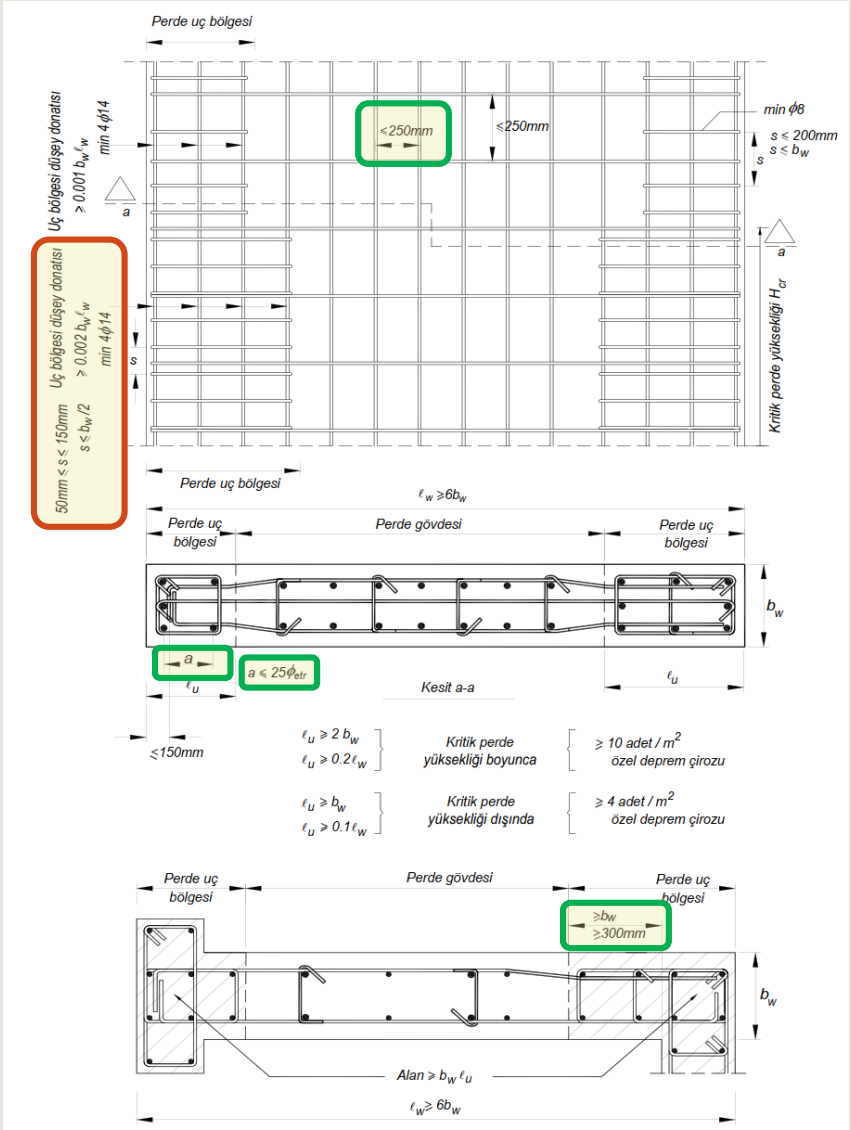
Perde Düşey Donatı Oranları

Perde Başlık Bölgelerinde:
ρu ≥ 0.010
(TBDY 7.6.5.1 & h <Hcr)

Perde Gövde Bölgelerinde:
ρg ≥ 0.0025
(TBDY 7.6.3.1)

Perde Bütününde:
ρ ≥ 0.0055
(h<Hcr)

Donatı Yerleşimlerinde 15cm Önemi



Perdelerin Tasarımı: Donatı Seçimi ve Kontroller

Bölüm 7.6 Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler

Perde Ebatları

b_w =	40	cm	(Perdenin gövde kalınlığı)
l_w =	500	cm	(Pedenin plandaki uzunluğu)
h_{KAT} =	350	cm	(Kat yüksekliği)
L_{KOL} =	320	cm	(Perdenin yanal doğrultuda tutulu olmayan boyu)

Malzeme Özellikleri

f_{ck} =	40	MPa	(Beton karakteristik basınç dayanımı)
f_{yk} =	420	MPa	(Donatı çeliği karakteristik akma dayanımı)

Tasarım Kuvvetleri ve Gerekli Eğilme Donatısı

N_{dm} =	5000	kN	(Düşey yükler ve deprem yükleri altında maksimum eksenel kuvvet)
V_e =	2500	kN	(Perde tasarım kesme kuvveti)
ρ_s =	0.80%		

Donatı Seçimi

Düşey Donatı	$l_w/l_u/l_g$	n_{kol}	Φ_{DON}	s	ρ_{min}	ρ	Seçilen Donatı
Perde Uç Bölgesi	100	2	20	15	1.00%	1.05%	2Φ20 / 15
Gövde Bölgesi	300	2	16	15	0.25%	0.67%	2Φ16 / 15
Perde Toplam Donatısı	500		-		0.80%	0.82%	UYGUN

Enine Donatı	$s_e/s_{çu}/s_y/s_{çg}$	n_{kol}	Φ_{DON}	s	ρ_{min}	ρ	Seçilen Donatı
Başlık Etriyesi	100	2	12	10	0.48%	0.57%	2Φ12 / 10
Başlık Çiroz	15	1	12	10	0.48%	0.75%	Φ12 / 10 - 15
Yatay Donatı	100	2	14	15	0.25%	0.51%	2Φ14 / 15
Gövde Çiroz	30	1	12	15	-	0.25%	Φ12 / 15 - 30

7.6.1 - Enkesit Koşulu

$N_{dm} \le 0.35 \cdot A_c \cdot f_{ck}$

$N_{dm} \le$ 28000 kN $N_{dm} / (A_c \cdot f_{ck}) =$ 0.06 Kontrol : UYGUN

$b_{w\,min} =$ maks[h_{KAT} / 16, 25cm, L_{KOL} / 30] = maks [21.9 , 25 , 10.7]

$b_{w\,min} =$ 25 cm Kontrol : UYGUN

7.6.2 - Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği

$2 \cdot l_w \ge H_{cr} \ge \max[l_w ; H_w / 6]$

7.6.3 - Gövde Donatı Koşulu

Minimum Yatay Donatısı Kontrolü		
$\rho_{sh,min}$	ρ_{sh}	Kontrol
0.25%	0.51%	UYGUN

Gövde Çiroz Donatı Çapı Kontrolü		
Adet / m^2	$\Phi_{çiroz,min}$	Kontrol
22.2	6.3	UYGUN

7.6.7 - Perdelerin Kesme Güvenliği

Perde Kesme Dayanımı :

$V_r = A_{ch} \cdot (0.65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{ywd})$

$V_r =$ 5667 kN Kontrol : UYGUN

Perde Kesme Kuvveti Üst Limiti (Ezilme Kontrolü):

$V_e \le 0.85 \cdot A_{ch} \sqrt{f_{ck}}$ (Boşluksuz perdeler)

$V_e \le$ 10752 kN Kontrol : UYGUN

$V_e \le 0.65 \cdot A_{ch} \sqrt{f_{ck}}$ (Bağ kirişli perdeler)

$V_e \le$ 8222 kN Kontrol : UYGUN

Perde Kesme Sürtünmesi Dayanımı:

$V_{rs} = f_{ctd} \cdot A_c + \mu \cdot A_s \cdot f_{yd}$

$\mu =$ 1.00 (Sürtünme Katsayısı, Sertleşmiş pürüzlendirilmiş, pürüz ≥ 5mm, beton)

$V_{rs} =$ 8948 kN Kontrol : UYGUN

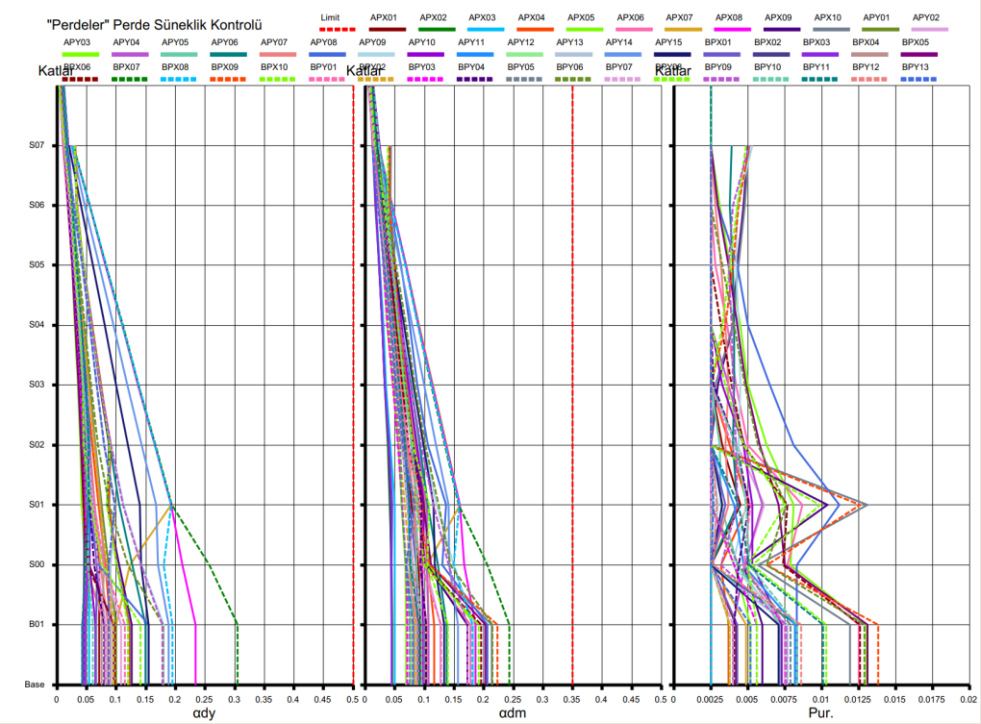
Perde Kesme Kuvveti Üst Limiti (Kesme Sürtünmesi):

$V_e \le \min[0.2 \cdot f_{ck} \cdot A_c ; (3.3 + 0.08 \cdot f_{ck}) \cdot A_c]$

$V_e \le \min[6400 , 5200]$

$V_e \le$ 5200.0 kN Kontrol : UYGUN

Perdelerin Tasarımı: Eksenel Yük ve Donatı Oranı



α_{dy} : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğünün eksenel basınç kapasitesine oranı,

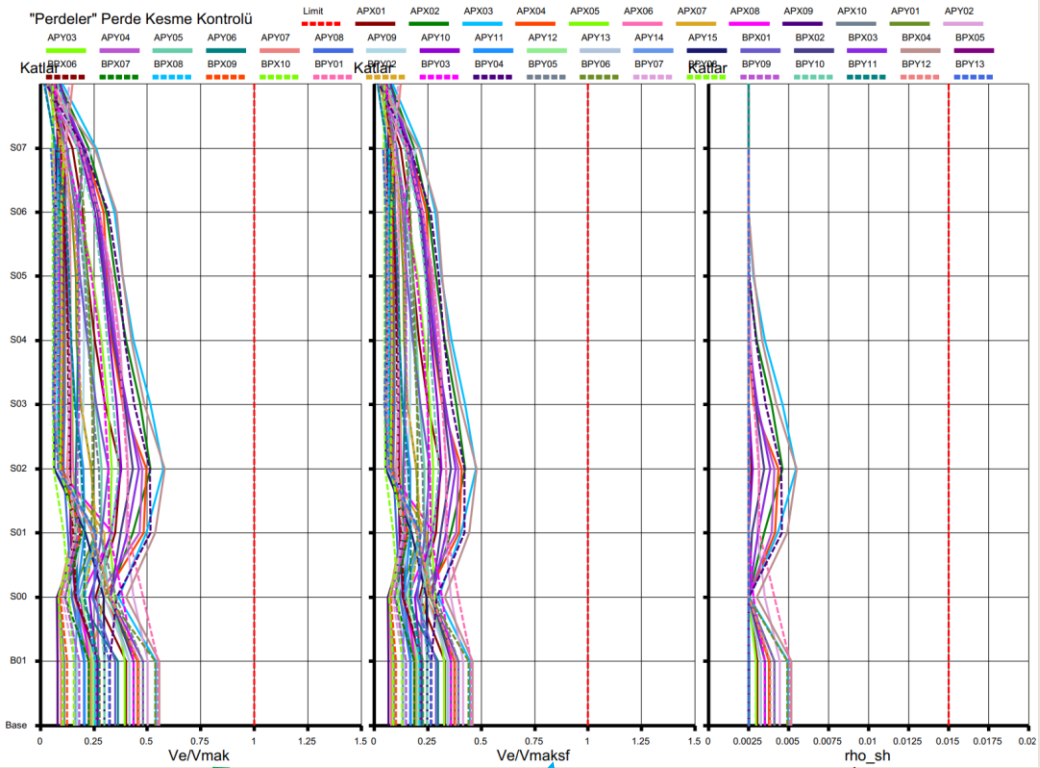
- $\alpha_{dy} = N_{dy} / (A_c\, f_{ck}) \leq 0.50$

α_{dm} : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğünün eksenel basınç kapasitesine oranı,

- $\alpha_{dm} = N_{dm} / (A_c\, f_{ck}) \leq 0.35$ (TBDY Bölüm 7.6.1.1)

Pur. : Perde elemanı gerekli düşey donatı alanı

Perdelerin Tasarımı: Kesme Kontrolleri



V_e : Perde tasarım kesme kuvveti (kN)

V_{mak} : Perdenin kesme kuvveti üst limiti (kN)

- $V_{mak} = 0.85\, A_{ch} \sqrt{f_{ck}}$ (Boşluksuz perdeler) (TBDY Denklem 7.18)
- $V_{mak} = 0.65\, A_{ch} \sqrt{f_{ck}}$ (Boşluklu perdeler) (TBDY Denklem 7.18)

Kontrollerde perdeler boşluksuz perde olarak kontrol edilmiştir.

V_{maksf} : Perdenin kesme sürtünmesi kapasitesi üst limiti,

- $V_{maksf} = min\,[0.20\ f_{ck}\, A_c ; (3.3 + 0.08\, f_{ck})\ A_c]$ (TBDY Denklem 7.19)

ρ_{sh} : Perde elemanı gerekli kesme donatısı alanı

Perdelerin Tasarımı: Analiz Sonuçları ve Hesap Özeti

P E R D E E K S E N E L Y U K T E S U N E K L I K K O N T R O L U V E D O N A T I L A R

S I M G E L E R

lw : Perdenin uzunlugu , (cm)
bw : Perdenin genisligi, (cm)
fck : Betonun karakteristik silindir basinc dayanimi, (MPa)
Ndy : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugu, (kN)
Ndm : Dusey yukler ve deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugu, (kN)
α_dy : Yuk katsayilari ile carpilmis dusey yukler altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugunun eksenel basinc kapasitesine orani, α_dy = Ndy/(Ac fck) < 0.50
α_dm : Dusey yukler ve deprem yuklerinin ortak etkisi altinda hesaplanan eksenel basinc kuvvetlerinin en buyugunun eksenel basinc kapasitesine orani, α_dm = Ndm/(Ac fck) < 0.35
rho : Perdenin hesaplanan boyuna donati pursantaji

Perde	Kat	Kesit	lw	bw	fck	Ds	Dc	L	Ex	Ey	Ndy	Ndm	α_dy	α_dm	rho
APX01	S08	380/40	380	40	35	-157	-14	-12	106	62	-262	-337	0.00	0.01	0.0025
APX01	S07	380/40	380	40	35	-326	-49	-43	310	159	-651	-852	0.01	0.02	0.0025
APX01	S06	380/40	380	40	35	-508	-93	-74	513	272	-1090	-1391	0.02	0.03	0.0025
APX01	S05	380/40	380	40	35	-696	-133	-102	636	455	-1519	-1872	0.03	0.04	0.0025
APX01	S04	380/40	380	40	35	-891	-174	-131	676	719	-1957	-2379	0.04	0.04	0.0025
APX01	S03	380/40	380	40	35	-1092	-216	-160	678	1002	-2414	-2995	0.05	0.06	0.0025
APX01	S02	380/40	380	40	35	-1294	-255	-189	829	1240	-2883	-3611	0.05	0.07	0.0033
APX01	S01	380/40	380	40	35	-1490	-284	-215	1119	1410	-3322	-4139	0.06	0.08	0.0045
APX01	S00	380/40	380	40	35	-1723	-319	-281	1028	1581	-3777	-4769	0.07	0.09	0.0025
APX01	B01	380/40	380	40	35	-1741	-350	-336	598	1605	-3763	-4962	0.07	0.09	0.0042

P E R D E G O V D E Y A T A Y D O N A T I S I K E S M E T A S A R I M I

S I M G E L E R

lw : Perdenin veya bag kirisli perde parcasinin plandaki uzunlugu, (cm)
bw : Perdenin govde kalinligi, (cm)
lu : Perde uc bolgesi uzunlugu, (cm)
rhou : Perde uc bolgesi boyuna donati pursantaji
rhog : Perde govde bolgesi boyuna donati pursantaji
rhoort : Perdenin egilme donatisi ortalama pursantaji, rhoort = 2·lu/lw·(rhou-rhog)+rhog
Asw' : Azaltilmis kesme kuvveti icin hesaplanan gerekli kesme donatisi, govde yatay donatisi, alani, (cm2)
Asymin : Minimum perde govde yatay donatisi alani, Asymin = 0.0025·bw·100 (cm2)
Vu : Azaltışmış kesme kuvveti, (kN)
Ve : Perde govde yatay donatisi hesabinda esas alinan kesme kuvveti,(1.2~1.4)·D·Vu, (kN)
Vc : Betonun kesme dayanimina katkisi, (kN)
Asw : Gerekli govde yatay donatisi alani,(TBDY'ne gore Tasarim), Asw = maks(Asy,Asm,Asw') (cm2)
fck : Betonun karakteristik basinc dayanimi, (MPa)
fctk : Betonun karakteristik cekme dayanimi, (MPa)
fywk : Enine donatinin karakteristik cekme dayanimi, (MPa)
s : Govde yatay donatisi araligi, (cm)

PERDE GOVDE YATAY DONATI KESME TASARIMI								TBDY' NE GORE PERDE GOVDE YATAY DONATISI			
Perde	Kat	Tur	lw	bw	rhoort	Asw'/s	Asymin/s	Ve	Vc	Ve-Vc	Asw/s
APX01	S08	PE	380	40	0.0061	0.00	10.00	238	1364	-1126	10.00
APX01	S07	PE	380	40	0.0061	0.00	10.00	1138	1364	-226	10.00
APX01	S06	PE	380	40	0.0061	1.10	10.00	1516	1364	152	10.00
APX01	S05	PE	380	40	0.0061	2.28	10.00	1681	1364	317	10.00
APX01	S04	PE	380	40	0.0061	4.12	10.00	1936	1364	572	10.00
APX01	S03	PE	380	40	0.0061	6.88	10.00	2319	1364	955	10.00
APX01	S02	PE	380	40	0.0061	10.82	10.00	2865	1364	1501	10.82
APX01	S01	PE	380	40	0.0061	9.42	10.00	2671	1364	1307	10.00
APX01	S00	PE	380	40	0.0061	4.34	10.00	1966	1364	602	10.00
APX01	B01	PE	380	40	0.0061	12.23	10.00	3060	1364	1697	12.23

P E R D E K E S M E V E K E S M E S U R T U N M E S I G U V E N L I G I K O N T R O L U

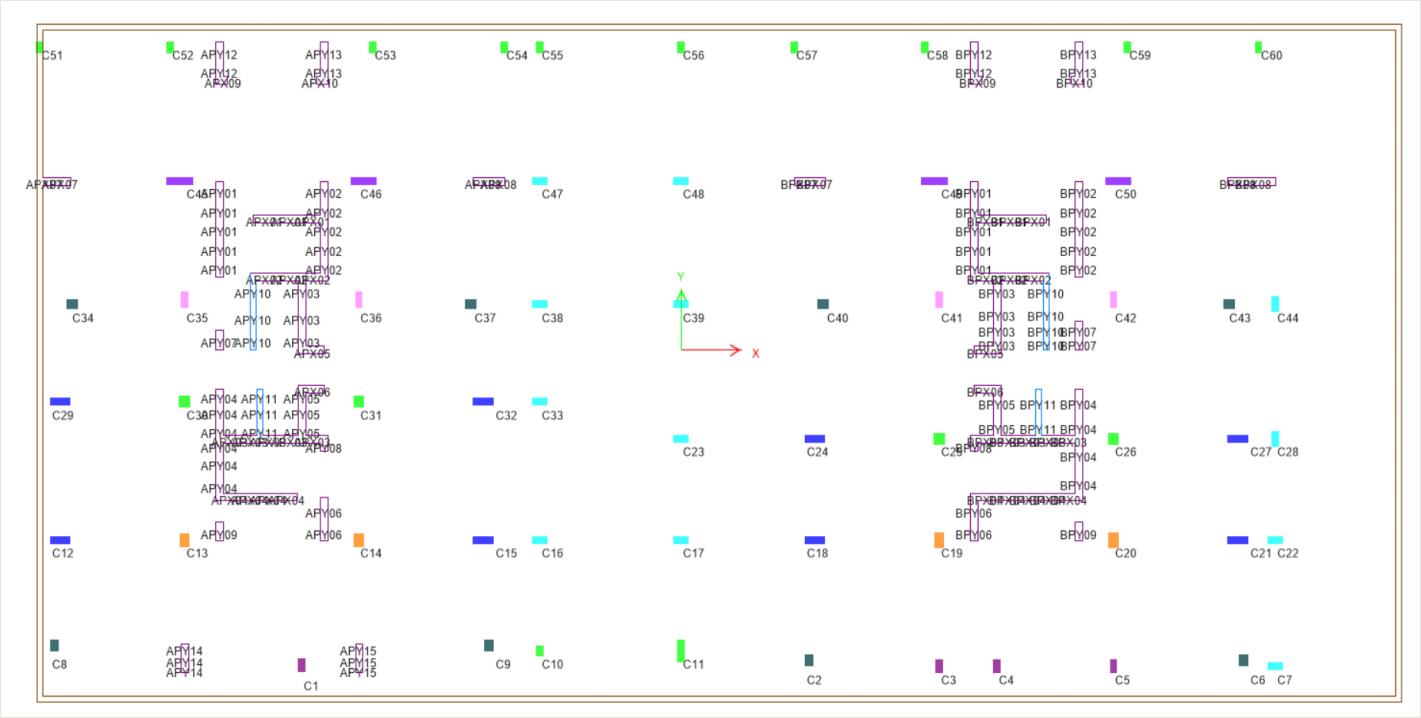
S I M G E L E R

lw : Perdenin veya bag kirisli perde parcasinin plandaki uzunlugu, (cm)
bw : Perdenin govde kalinligi, (cm)
rhoort : Perdenin egilme donatisi ortalama pursantaji, rhoort = 2·lu/lw·(rhou-rhog)+rhog
Ve : Perde govde yatay donatisi hesabinda esas alinan kesme kuvveti, min(Ve1,Ve2) (kN)
Vmak : Perdenin kesme kuvveti ust limiti (kesme guvenligi limit kuvveti), (kN)
Vcsf : Beton icin kesme surtunmesi kapasitesi, Vcsf = fctd·Ac, (kN)
Vssf : Donati icin kesme surtunmesi kapasitesi, Vssf = u·As·fy, (kN)
Vrsf : Perde toplam kesme surtunmesi kapasitesi, Vrsf = Vcsf + Vssf, (kN)
Vmaksf : Perdenin kesme surtunmesi kapasitesi ust limiti, Vmaksf = min[0.20·fck·Ac; (3.3+0.08·fck)·Ac, (kN)
fck : Betonun karakteristik silindir basinc dayanimi, (MPa)
fctd : Betonun tasarim cekme dayanimi, (MPa)
Ach : Perdenin brut enkesit alanı, (cm2)
Ac : Perdenin uc bolgesinin brut enkesit alanı, (cm2)
As : Perde dusey donati alani, As = rhoort·Ach (cm2)
u : Kesme surtunmesi katsayisi, u = 1.00

PERDE KESME VE KESME SURTUNMESI KONTROLU						KESME GUVENLIGININ KONTROLU				KESME SURTUNMESI GUVENLIGI KONTROLU							
Perde	Kat	Tur	lw	bw	rhoort	Ve	Vmak	Ve/Vmak	Kontrol	Vcsf	Vssf	Vrsf	Vrsf/Ve	Kontrol	Vmaksf	Ve/Vmaksf	Kontrol
APX01	S08	PE	380	40	0.0061	238	7644	0.031	UYGUN	2098	5551	7650	0.031	UYGUN	9272	0.026	UYGUN
APX01	S07	PE	380	40	0.0061	1138	7644	0.149	UYGUN	2098	5551	7650	0.149	UYGUN	9272	0.123	UYGUN
APX01	S06	PE	380	40	0.0061	1516	7644	0.198	UYGUN	2098	5551	7650	0.198	UYGUN	9272	0.164	UYGUN
APX01	S05	PE	380	40	0.0061	1681	7644	0.220	UYGUN	2098	5551	7650	0.220	UYGUN	9272	0.181	UYGUN
APX01	S04	PE	380	40	0.0061	1936	7644	0.253	UYGUN	2098	5551	7650	0.253	UYGUN	9272	0.209	UYGUN
APX01	S03	PE	380	40	0.0061	2319	7644	0.303	UYGUN	2098	5551	7650	0.303	UYGUN	9272	0.250	UYGUN
APX01	S02	PE	380	40	0.0061	2865	7644	0.375	UYGUN	2098	5551	7650	0.375	UYGUN	9272	0.309	UYGUN
APX01	S01	PE	380	40	0.0061	2671	7644	0.349	UYGUN	2098	5551	7650	0.349	UYGUN	9272	0.288	UYGUN
APX01	S00	PE	380	40	0.0061	1966	7644	0.257	UYGUN	2098	5551	7650	0.257	UYGUN	9272	0.212	UYGUN
APX01	B01	PE	380	40	0.0061	3060	7644	0.400	UYGUN	2098	5551	7650	0.400	UYGUN	9272	0.330	UYGUN

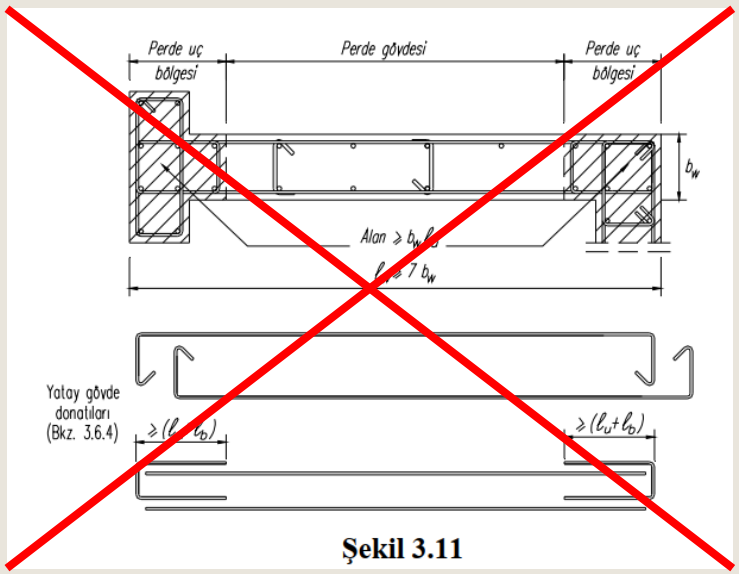
Perdelerin Tasarımı: Donatı Seçimi

PERDE DONATI SEÇİMİ																
PERDE				PERDE BOYUNA DONATILARI								PERDE ENİNE DONATILARI				
				BAŞLIK			GÖVDE			PERDE	PERDE	BAŞLIK BÖLGESİ		GÖVDE BÖLGESİ		
PERDE ISMI	KAT	bw (cm)	lw (cm)	lu (cm)	Seçilen Donatı	Pursantaj	Alan	Seçilen Donatı	Pursantaj	ρ_{min}	Pursantaj	Etriye	Başlık Çiroz	Seçilen Donatı	Gövde Çiroz	Pursantaj
APX01-02-03-04-05-06 BPX01-02-03-04-05-06	S04~S08	40	540	108	2kΦ16 / 15	0.67%	66.5	2kΦ14 / 15	0.51%	0.55%	0.58%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.38%
APX01-02-03-04-05-06 BPX01-02-03-04-05-06	B02~S04	40	540	108	2kΦ18 / 15	0.85%	86.9	2kΦ16 / 15	0.67%	0.55%	0.74%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ14 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.51%
APY01-02-03-04-05-06 BPY01-02-03-04-05-06	S04~S08	40	540	108	2kΦ16 / 15	0.67%	66.5	2kΦ14 / 15	0.51%	0.55%	0.58%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.38%
APY01-02-03-04-05-06 BPY01-02-03-04-05-06	B02~S04	40	540	108	2kΦ18 / 15	0.85%	86.9	2kΦ16 / 15	0.67%	0.55%	0.74%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ14 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.51%
APX01,3,5~12 & APY01~06 BPX02~08 & APY03,5	S04~S08	40	540	108	2kΦ16 / 15	0.67%	66.5	2kΦ14 / 15	0.51%	0.55%	0.58%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.38%
APX01,3,5~12 & APY01~06 BPX02~08 & APY03,5	B02~S04	40	540	108	2kΦ18 / 15	0.85%	86.9	2kΦ16 / 15	0.67%	0.55%	0.74%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.38%
APY10-11 BPY10-11	B02~S08	30	540	108	2kΦ16 / 15	0.89%	66.5	2kΦ14 / 15	0.68%	0.55%	0.77%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 15	ϕ12 / 30 - 30	0.50%
APX07-08-09-10 & APY12-13-14-15 BPX07-08-09-10 & BPY12-13	B02~S08	40	540	108	2kΦ20 / 15	1.05%	135.7	2kΦ20 / 15	1.05%	0.55%	1.05%	2 ϕ12 / 10	ϕ12 / 10 - 30	2kΦ12 / 10	ϕ12 / 30 - 30	0.57%

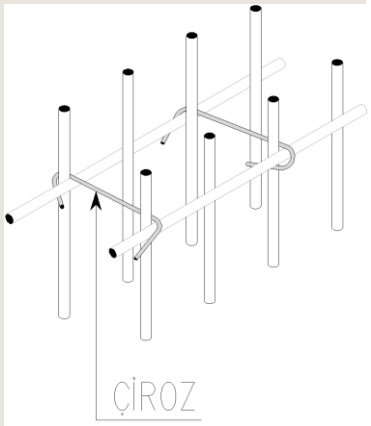


Perdelerin Tasarımı: Yatay Donatı Teşkili

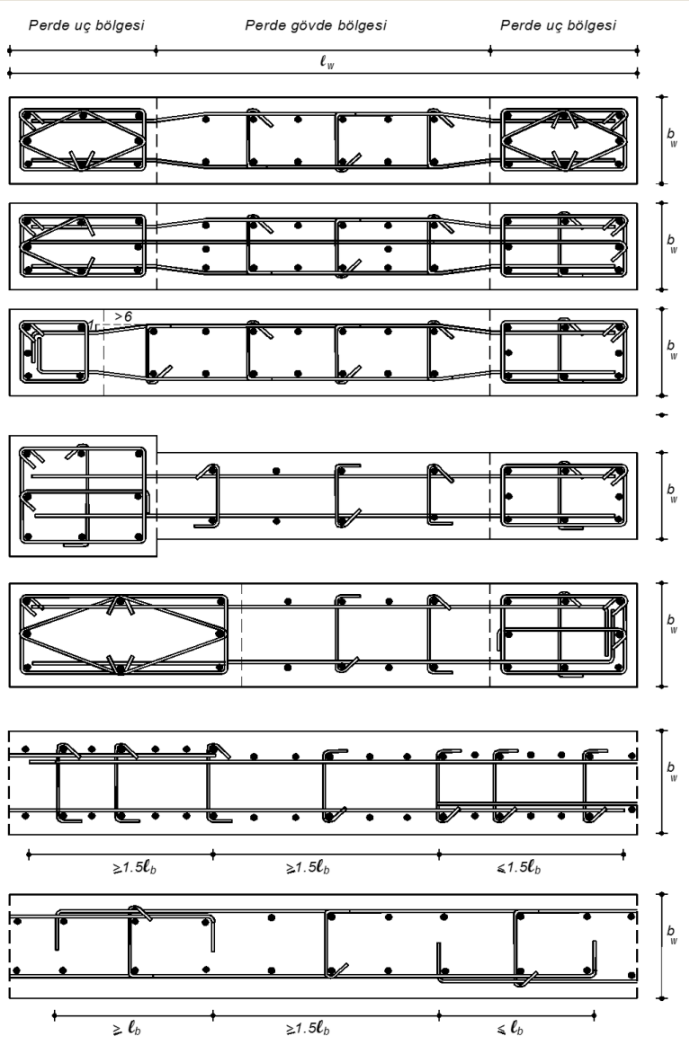
Deprem Yönetmeliği 2007



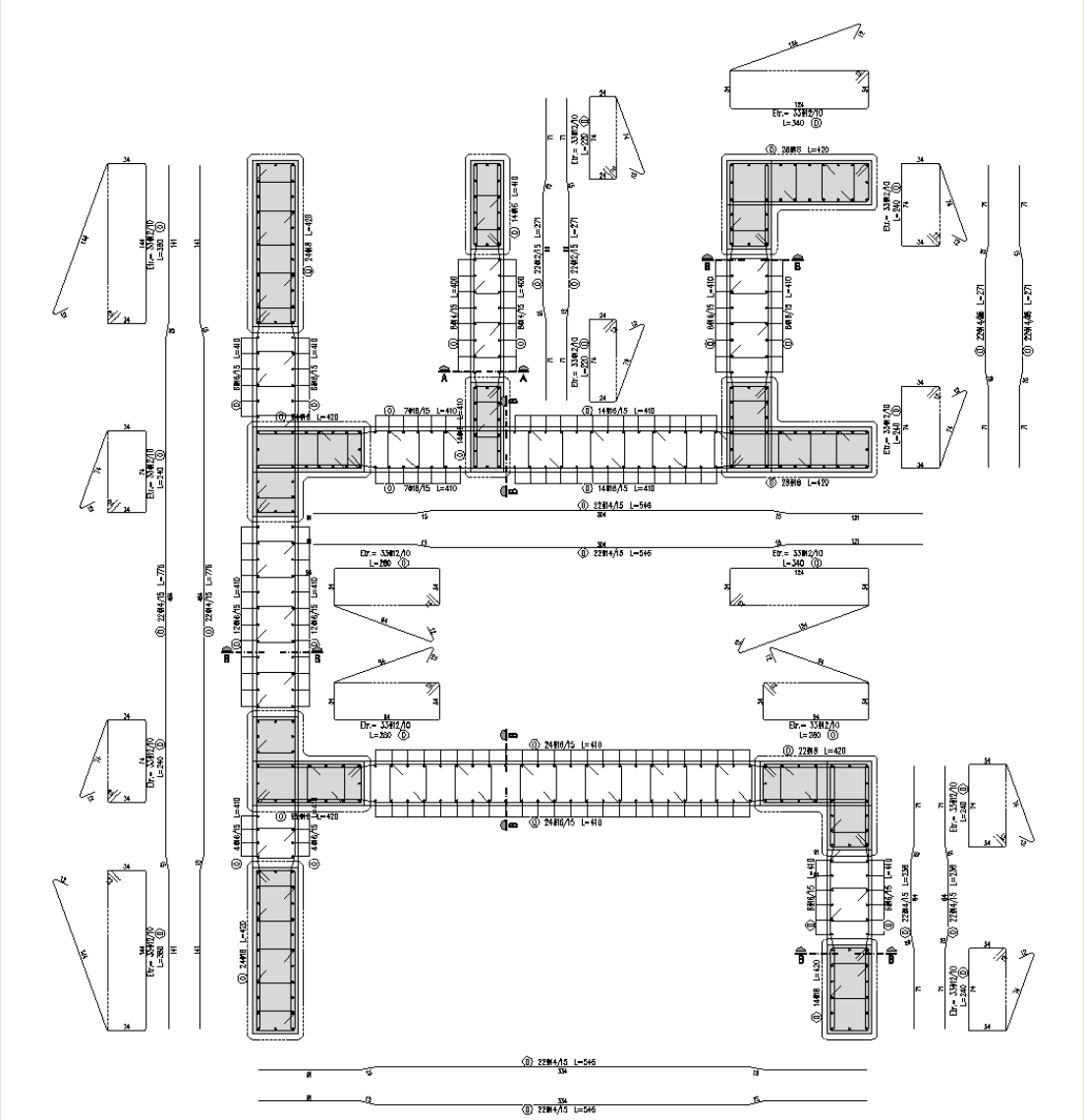
Şekil 3.11



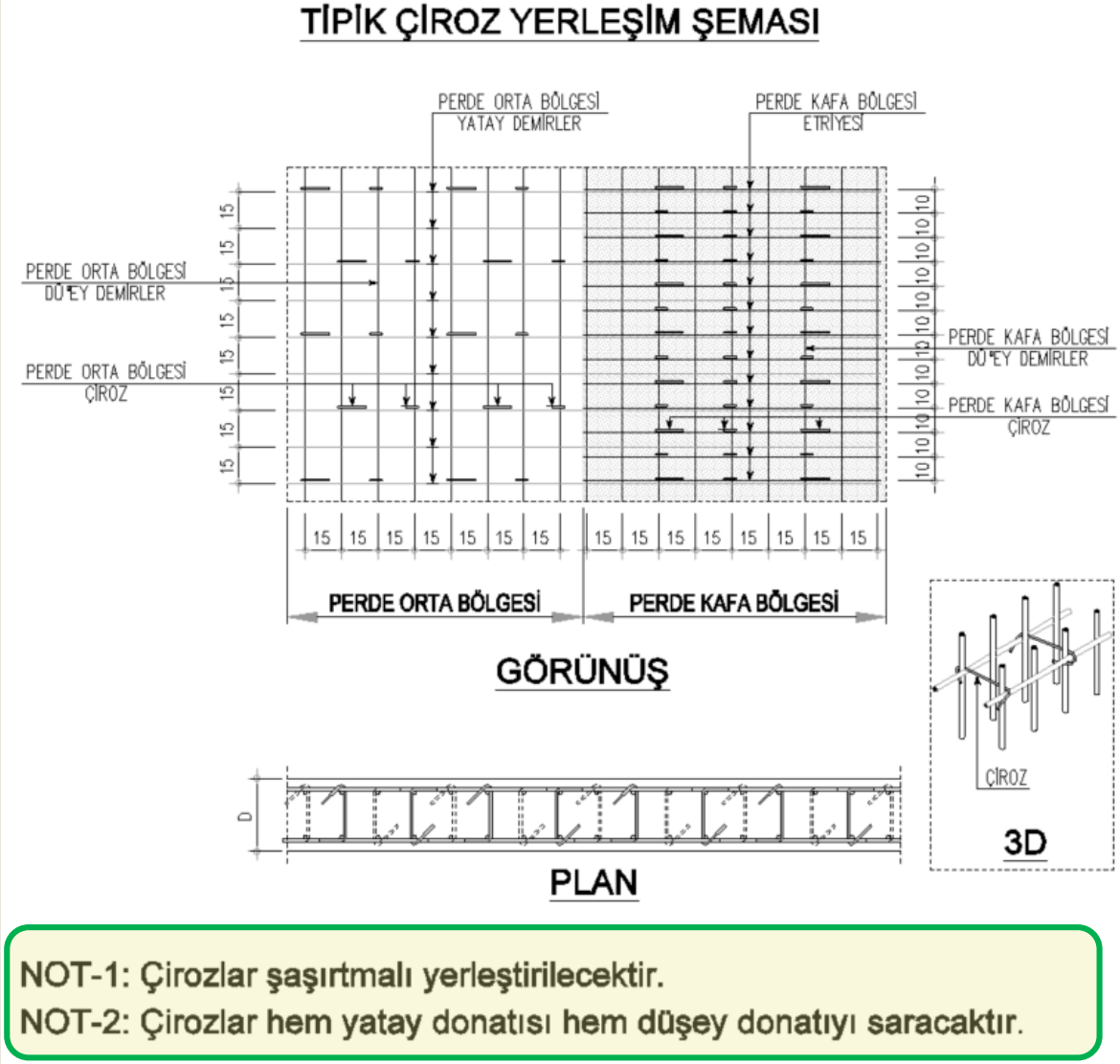
Deprem Yönetmeliği 2018



Perdelerin Tasarımı: Donatı Detayı

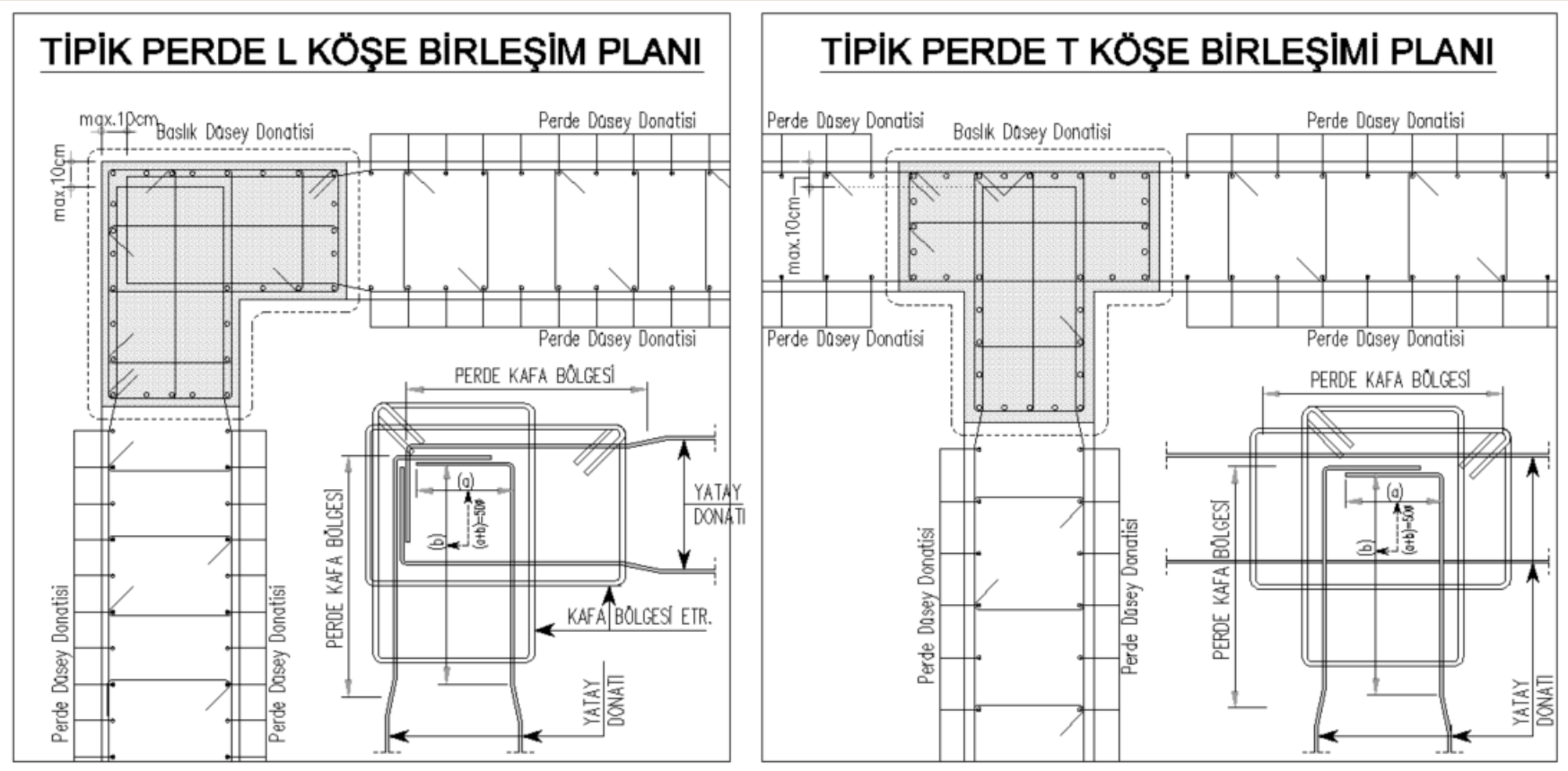


Perdelerin Tasarımı: Donatı Detayı

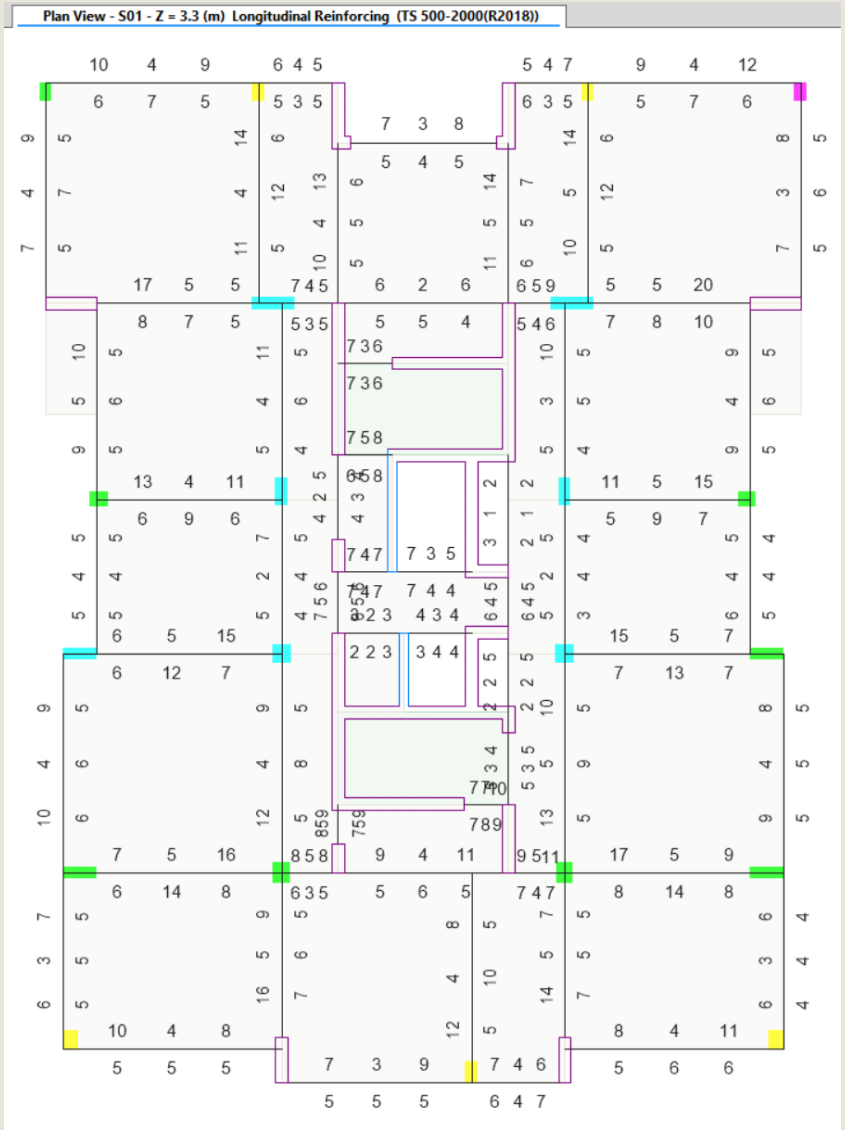


NOT-1: Çirozlar şaşırtmalı yerleştirilecektir.
NOT-2: Çirozlar hem yatay donatısı hem düşey donatıyı saracaktır.

Perdelerin Tasarımı: Toprak Perdesi, Su Deposu, Havuz, Köşe Donatı Detayları



Kirişlerin Tasarımı: Eğilme ve Boyuna Donatı Sınırları (TBDY)



7.4.2. Boyuna Donatı Koşulları

7.4.2.1 – Kiriş mesnetlerinde çekme donatılarının minimum oranı için **Denk.(7.8)** ile verilen koşula uyulacaktır.

Minimum Çekme Donatı Oranı

$$\rho \geq 0.8\, f_{ctd} / f_{yd} \qquad \rho \geq 0.003 \text{ (C35 \& B420C)} \qquad (7.8)$$

7.4.2.2 – Boyuna donatıların çapı 12 mm'den küçük olmayacaktır. Kirişin alt ve üstünde en az iki donatı çubuğu, kiriş açıklığı boyunca sürekli olarak bulunacaktır.

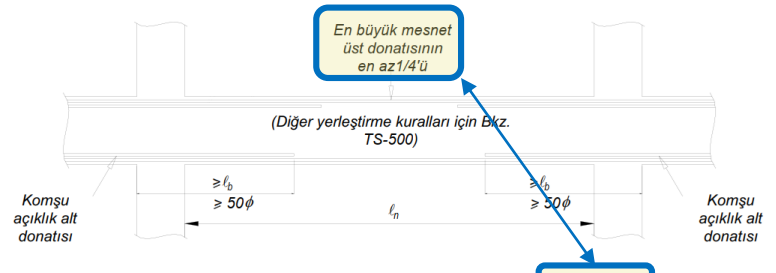
7.4.2.3 – Deprem Tasarım Sınıfı: DTS = 1, 1a ve DTS = 2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, diğer durumlarda bu oran %30'a indirilebilir.

7.4.2.4 – Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS 500'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olmayacaktır.

Maksimum Çekme Donatı Oranı

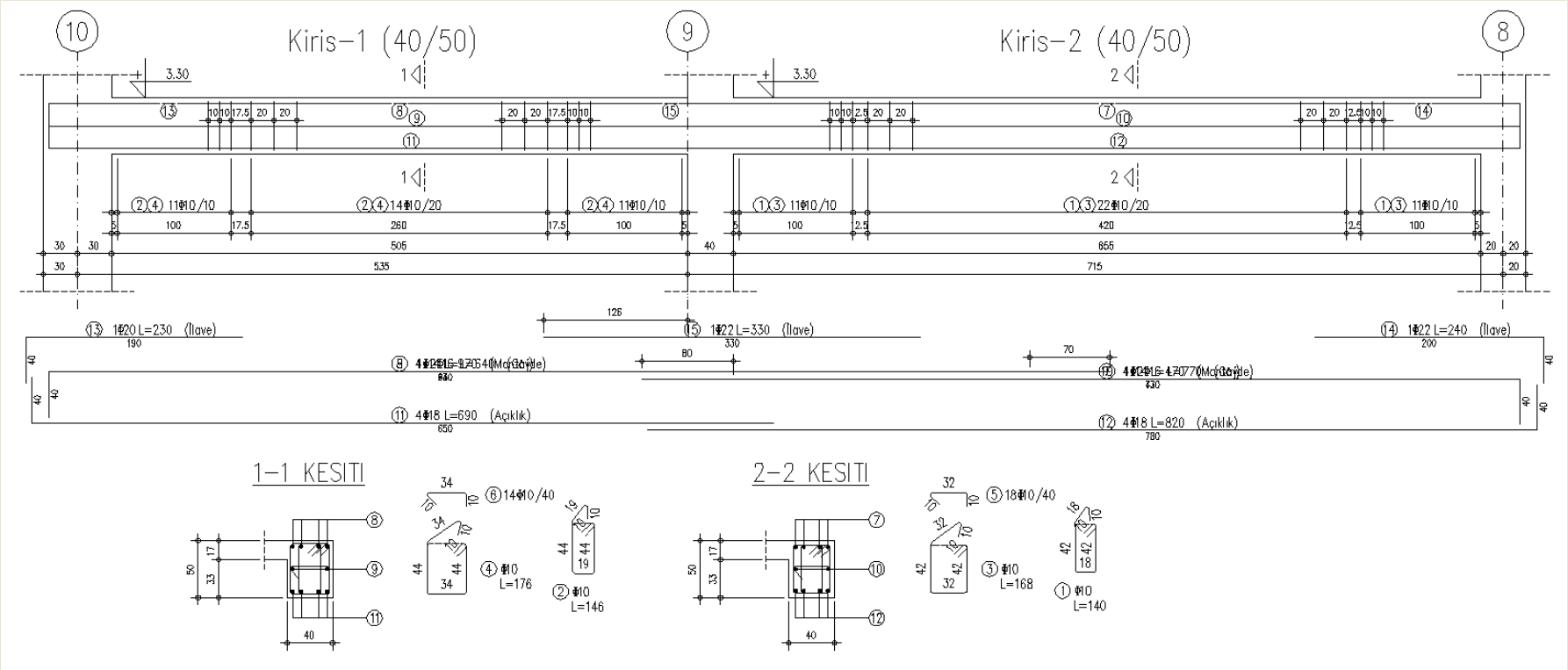
7.4.3. Boyuna Donatının Düzenlenmesi

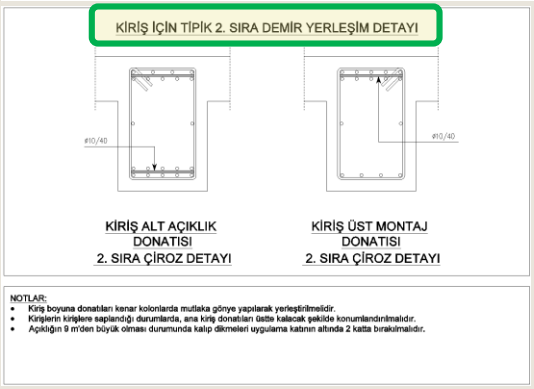
7.4.3.1 – Boyuna donatıların yerleştirilmesi ve kenetlenmesine ilişkin koşullar aşağıda **(a)**, **(b)** ve **(c)**'de verilmiştir (**Şekil 7.7**):

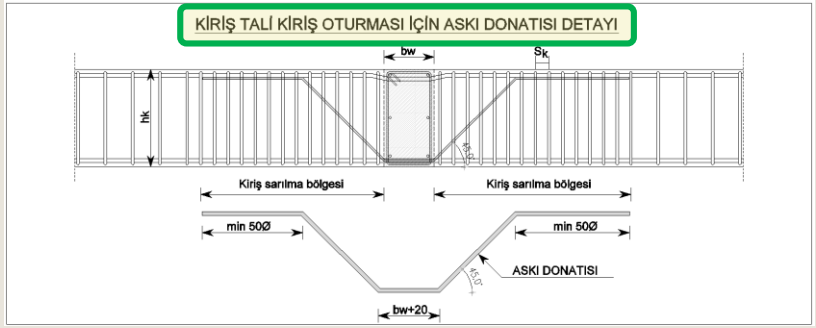


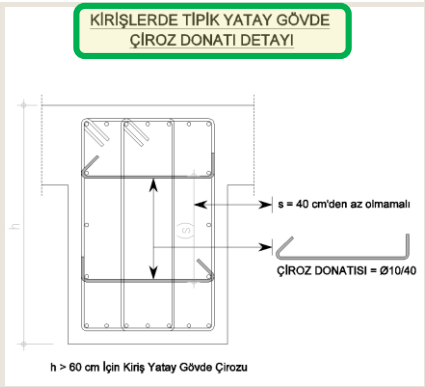
(a) Kirişin iki ucundaki mesnet üst donatılarının büyük olanının en az 1/4'ü tüm kiriş boyunca sürekli olarak devam ettirilecektir. Mesnet üst donatısının geri kalan kısmı, kiriş boyunca karşılanmamış moment bırakılmamak üzere TS 500'e göre düzenlenecektir.

Kirişlerin Tasarımı









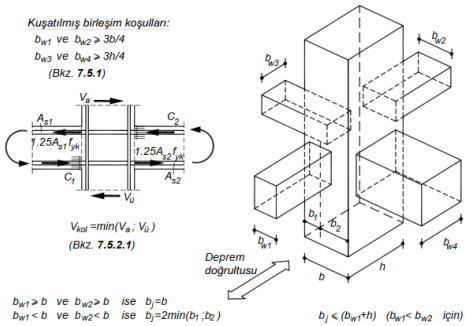
Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği

7.5.2. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinin Kesme Güvenliği

7.5.2.1 – Gözönüne alınan deprem doğrultusunda kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki kesme kuvveti, **Denk.(7.11)** ile hesaplanacaktır (**Şekil 7.10**).

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \qquad (7.11)$$

Kirişin kolona sadece bir taraftan saplandığı ve öbür tarafta devam etmediği durumlar için $A_{s2} = 0$ alınacaktır.



Şekil 7.10

7.5.2.2 – Herhangi bir birleşim bölgesinde **Denk.(7.11)** ile hesaplanan kesme kuvveti, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hiçbir zaman **Denk. (7.12)** ve **Denk. (7.13)**'de verilen sınırları aşmayacaktır **(Şekil 7.10)**. Bu sınırların aşılması durumunda, kolon ve/veya kiriş kesit boyutları büyültülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

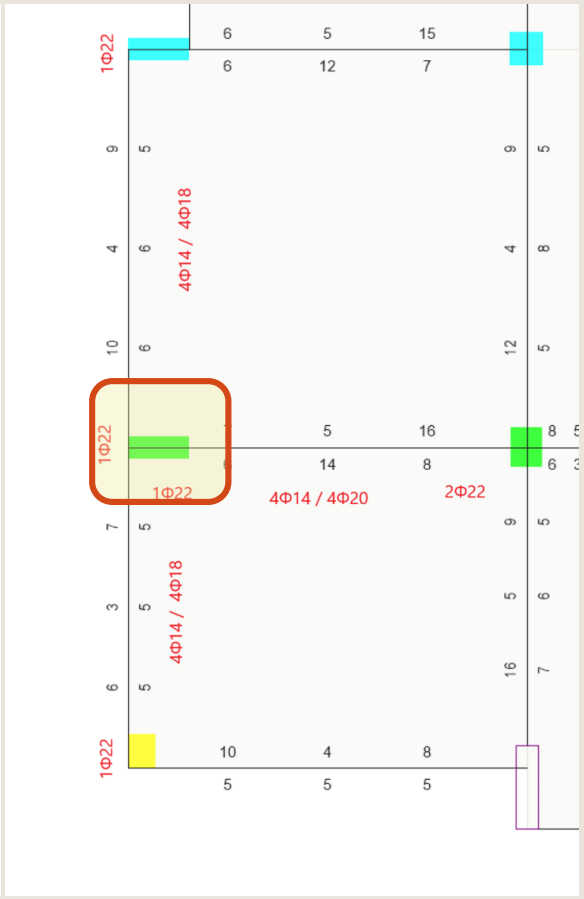
(a) Kuşatılmış birleşimlerde: $V_e \le 1.7 b_j h \sqrt{f_{ck}}$ **(7.12)**

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde: $V_e \le 1.0 b_j h \sqrt{f_{ck}}$ **(7.13)**

7.5.2.3 – Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki minimum enine donatı koşulları aşağıda **(a)** ve **(b)**'de verilmiştir (**Şekil 7.3**):

(a) Kuşatılmış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için hesaplanan enine donatı miktarının en az %40'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak, enine donatının çapı 8 mm'den küçük olmayacak ve aralığı 150 mm'yi aşmayacaktır.

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için hesaplanan enine donatı miktarının en az %60'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak bu durumda, enine donatının çapı 8 mm'den küçük alınmayacak ve aralığı 100 mm'yi aşmayacaktır.



Kolon	Yon	Malzeme		Kolon Kesiti		Kiriş Genişlikleri			
		fck	fyk	b	h	b_{w1}	b_{w2}	b_{w3}	b_{w4}
C12	Y	35	420	110	40	40	40	40	0
C12	X	35	420	40	110	40	0	40	40

Kolon	Yon	Kiriş Yerleşimleri				Bir.Gen.	Kontrol
		$b_{1,1}$	$b_{1,2}$	$b_{2,1}$	$b_{2,2}$	b_j	Kuşatılmışlık Durumu
C12	Y	20	90	20	90	40	Kuşatılmamış
C12	X	20	20	0	0	40	Kuşatılmamış

Kolon	Yon	Kiriş Donatı				Birleşim Kesme Kuvveti				Birleşim Kesme Güvenliği Kontrolu		
		$A_{S1,TOP}$	$A_{S1,BOT}$	$A_{S2,TOP}$	$A_{S2,BOT}$	V_{KOL}	$V_{e(+)}$	$V_{e(-)}$	V_e	$V_{LİM} = 1.0 \sim 1.7\, b_j\, h \sqrt{f_{ck}}$	V_e / $V_{LİM}$	Kontrol
C12	Y	9.3	10.2	9.3	10.2	35	988	1034	1034	947	1.09	Kesit Artır
C12	X	9.3	12.6	0.0	0.0	35	453	625	625	2603	0.24	Uygun

Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolleri

7.3.5. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

7.3.5.1 – Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır (**Şekil 7.4**):

$$(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2\,(M_{ri} + M_{rj}) \qquad \textbf{(7.3)}$$

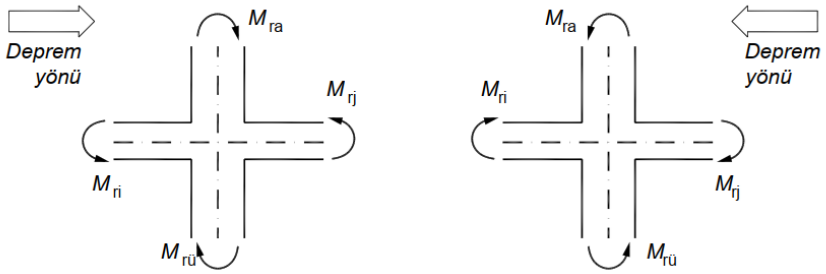
7.3.5.2 – Denk.(7.3), her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (**Şekil 7.4**). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

7.3.5.3 – Denk.(7.3)'ün uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda **(a)**, **(b)** ve **(c)**'de belirtilmiştir:

(a) Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10\,A_c\,f_{ck}$ olması durumunda, **Denk.(7.3)**'ün sağlanması zorunlu değildir.

(b) Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

(c) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda, **Denk.(7.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.



Şekil 7.4

7.3.6. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu

7.3.6.1 – Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir *i*'inci katında, **Denk.(7.4)**'ün sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında **Denk.(7.3)**'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

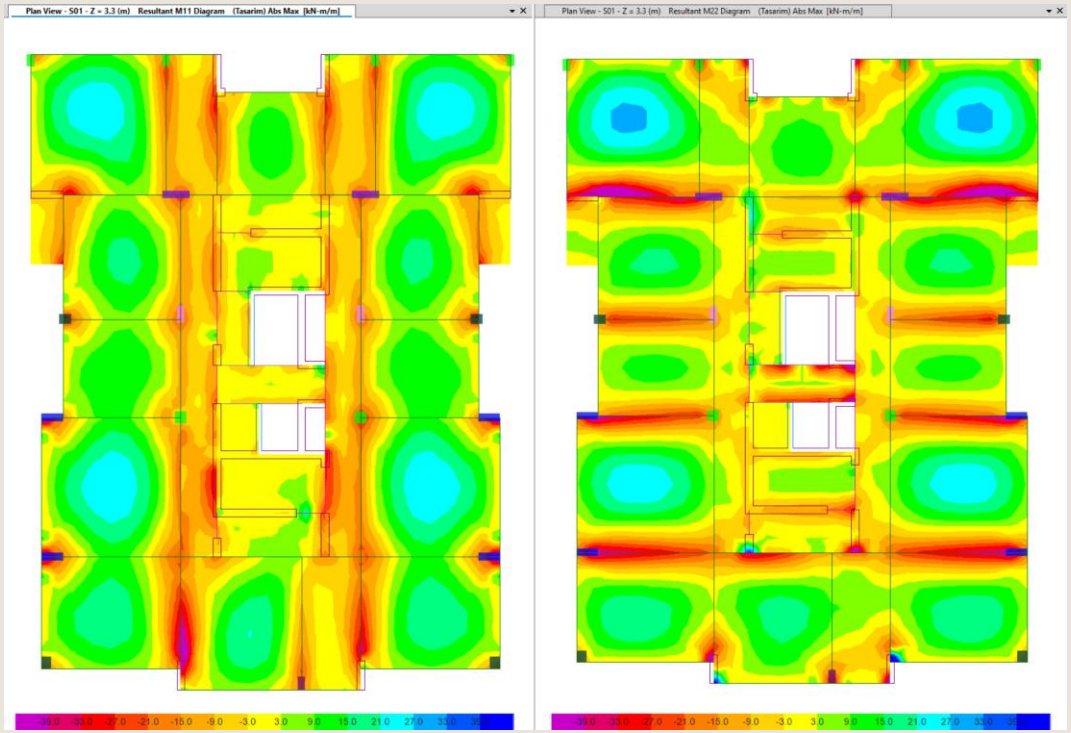
$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.70 \qquad \textbf{(7.4)}$$

$N_d \leq 0.10\,A_c\,f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonların uçlarında, **Denk. (7.3)** sağlanmasa bile, bu kolonlar da V_{is}'nin hesabında gözönüne alınabilir.

7.3.6.2 – Denk.(7.4)'ün sağlanması durumunda, $0.70 \leq \alpha_i \leq 1.0$ aralığında, **Denk. (7.3)**'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1/\alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. **Denk. (7.3)**'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında donatılacaktır.

7.3.6.3 – Herhangi bir katta **Denk.(7.4)**'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler **Tablo 4.1**'e göre *süneklik düzeyi sınırlı çerçeve* olarak gözönüne alınacaktır. **7.2.1.3'**te belirtildiği üzere süneklik düzeyi sınırlı çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle bir arada süneklik düzeyi karma sistemler olarak kullanılması da mümkündür.

Döşemelerin Tasarımı: Eğilme Dayanımı ve Donatı Sınırları



TS500 11.4: İki Doğrultuda Çalışan Döşemeler
TS500 11.4.5: Minimum Boyuna Donatı Koşulları:

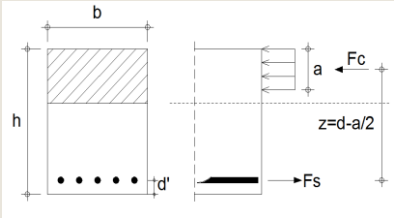
11.4.5 - Donatıyla İlgili Kurallar

İki doğrultuda çalışan döşeme plaklarına her iki doğrultuda yerleştirilecek olan donatı, kritik kesitlerde, Madde 11.4.2, 11.4.3 ve 11.4.4 ilkelerine uyularak bulunan hesap momentleri kullanılarak ve Bölüm 7 kurallarına uyularak belirlenir.

İki doğrultuda çalışan kirişli ve kirişsiz döşemelerde, her bir doğrultuda 0,0015 den az olmamak koşuluyla, iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı, S220 için 0,004, S420 ve S500 için 0,0035 den az olamaz. Donatı aralığı ise, tablasız döşeme kalınlığının 1,5 katından ve kısa doğrultuda 200 mm, uzun doğrultuda 250 mm den fazla olamaz.

DÖŞEME BETONARME HESABI

Açıklama		t (cm)	Seçilen Donatı					Kapasite
			Seçilen Donatı	A_{SP}	ρ_{sp}	ΣA_{SP}	ρ_{SP}	Mr (kNm)
17cm Döşeme Alt Donatı	Açıklık 1	17	Alt-1 Φ10 / 20	3.9	0.2310%	3.9	0.2310%	19.6
	Açıklık 2	17	Alt-2 Φ10 / 15	5.2	0.3080%	5.2	0.3080%	25.8
	Açıklık 3	17	Alt-3 Φ10 / 12	6.5	0.3850%	6.5	0.3850%	32.0
	Açıklık 4	17	Alt-4 Φ12 / 15	7.5	0.4435%	7.5	0.4435%	36.6
	Açıklık 5	17	Alt-5 Φ12 / 12	9.4	0.5544%	9.4	0.5544%	45.2
	Açıklık 6	17	Alt-6 Φ14 / 12	12.8	0.7546%	12.8	0.7546%	60.1
17cm Döşeme Üst Donatı	Üst Montaj	17	Üst-xy Φ10 / 20	3.9	0.2310%	3.9	0.2310%	19.6
	Mesnet 1	17	Üst.İla-1 Φ10 / 20	3.9	0.2310%	7.9	0.4620%	38.1
	Mesnet 2	17	Üst.İla-2 Φ12 / 20	5.7	0.3326%	9.6	0.5636%	45.9
	Mesnet 3	17	Üst.İla-3 Φ14 / 20	7.7	0.4528%	11.6	0.6838%	54.9
	Mesnet 4	17	Üst.İla-4 Φ16 / 20	10.1	0.5914%	14.0	0.8224%	64.9



Üst Yapı Bodrum Etkileşimi (Doğrusal Zaman Tanım Alanında Analiz)

7.11.3 – Kirişli ve kirişsiz döşemeli binaların döşemelerindeki düzlem içi eksenel ve kayma gerilmeleri, elastik diyafram kabulü ile hesaplanacaktır. Bu binaların döşemelerinde deprem etkisi altında oluşan düzlem içi ortalama çekme, basınç ve kayma gerilmelerine Dayanım Fazlalığı Katsayısı D uygulanacaktır. Döşeme düzlemi içinde oluşan çekme gerilmesi değerinin f_{ctd}'den büyük olduğu durumda, düzlem içi çekme gerilmesi değeri, döşemenin eğilme dayanımı için gerekli olandan arta kalan donatı oranı ρ olmak üzere ρf_{yd} sınırını aşmayacaktır. Bu koşulun sağlanamadığı durumlarda, donatı eksiği düzlem içi ilave donatı ile tamamlanacaktır. Döşeme düzlemi içinde oluşan basınç gerilmesi değeri $0.85 f_{cd}$ sınırını aşmayacaktır. Döşeme düzlemi içindeki yatay kayma gerilmeleri her iki doğrultuda **Denk.(7.25)** ile verilen sınırı aşmayacaktır.

$$\tau_r = 0.65 f_{ctd} + \rho f_{yd} \qquad (7.25)$$

Bu hesapta ρ eğilme dayanımı için gerekli olandan arta kalan ve kayma gerilmesine paralel doğrultuda yerleştirilecek olan döşeme donatısı oranıdır. Düzlem içinde oluşan kayma gerilmesi $0.65\sqrt{f_{ck}}$ sınırını aşmayacaktır.

Döşeme ile perde arasında oluşan düzlem içi kayma gerilmeleri bu kesitlerdeki düzlem içi kesme sürtünmesi dayanımını aşmayacaktır. Kesme sürtünmesi dayanımı gerilme cinsinden, perdeye saplanan ve kenetlenme boyu yeterli olan ve eğilme dayanımı için gerekli olandan arta kalan döşeme donatısı oranı ρ olmak üzere **Denk.(7.26)** ile hesaplanacaktır.

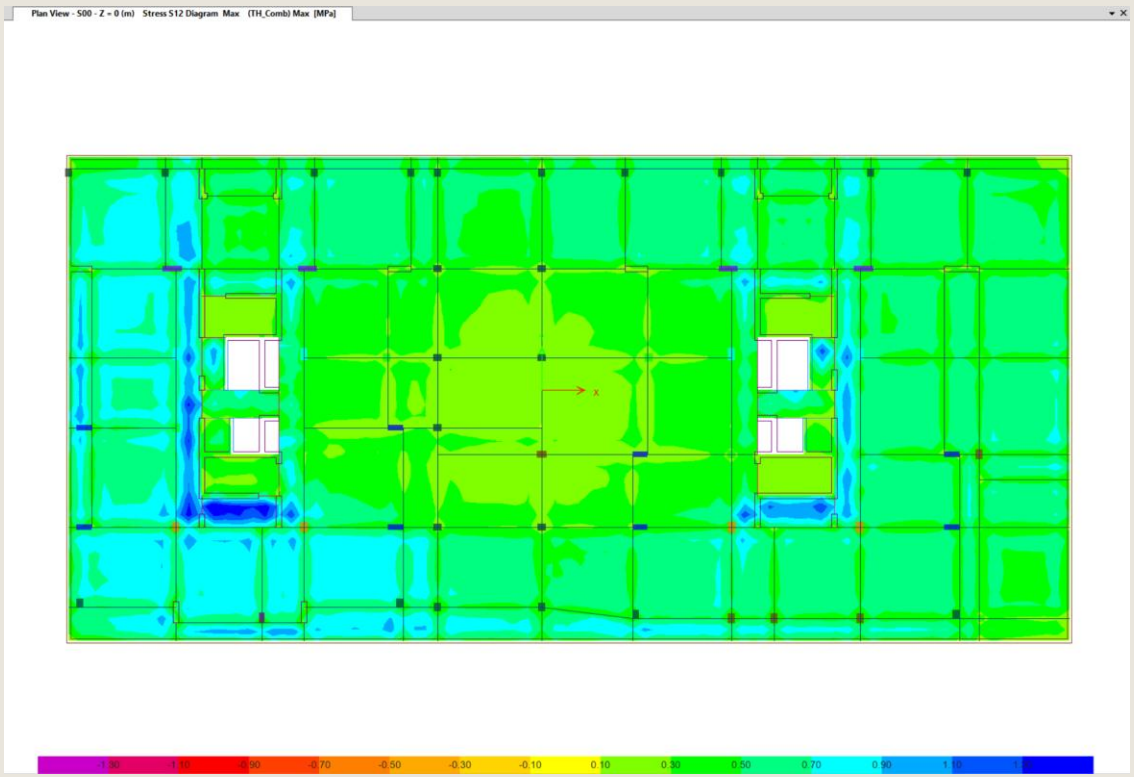
$$\tau_r = \mu \rho f_{yd} \qquad (7.26)$$

Birdöküm birleşimlerde kesme sürtünmesi katsayısı için $\mu = 1.0$ değeri kullanılacaktır.

Kayma Sınır Gerilme

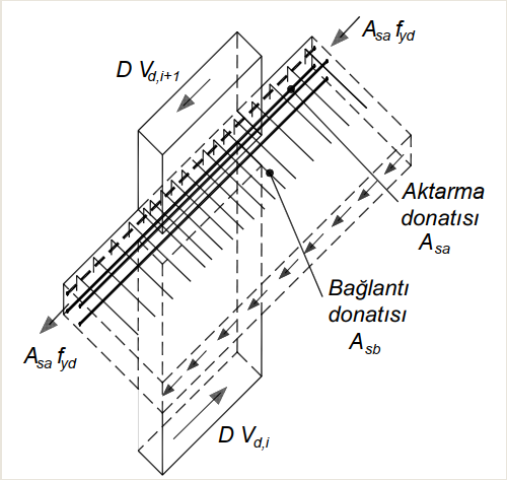
Düzlem içi Kayma

Kesme Sürtünmesi



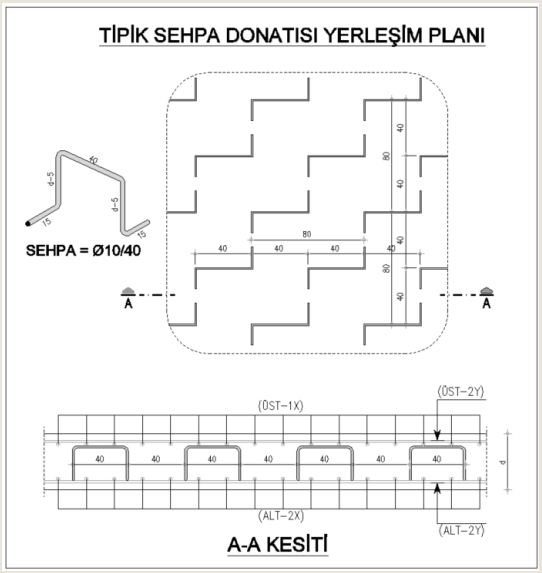
DOSEME KAYMA GERILMESI				KESME UST SINIR KONTROLÜ			KESME SÜRTÜNMESİ DONATISI	DÜZLEM İÇİ KAYMA DONATISI
f_{ck}	f_{yk}	d	τ_{12}	$\tau_{maks}=0.65\sqrt{f_{ck}}$	τ_{12} / τ_{maks}	Kontrol	$\rho = \tau_{12} / (\mu f_{yd})$	$\rho = (\tau_{12} - 0.65 f_{ctd}) / f_{yd}$
MPa	MPa	cm	MPa	MPa	-	-	-	Mpa
35	420	17.0	**1.00**	3.85	0.26	Uygun	**0.0027**	**0.0003**
35	420	17.0	**1.50**	3.85	0.39	Uygun	**0.0041**	**0.0017**
35	420	17.0	**2.00**	3.85	0.52	Uygun	**0.0055**	**0.0030**
35	420	17.0	**2.50**	3.85	0.65	Uygun	**0.0068**	**0.0044**
35	420	17.0	**3.00**	3.85	0.78	Uygun	**0.0082**	**0.0058**
35	420	17.0	**3.50**	3.85	0.91	Uygun	**0.0096**	**0.0071**
35	420	17.0	**4.00**	3.85	1.04	Saglamiyor	**0.0110**	**0.0085**

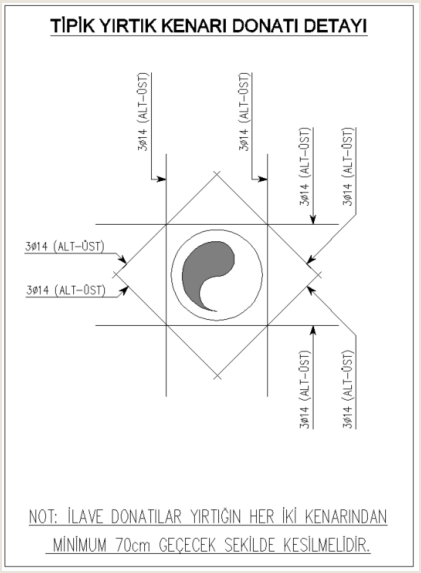
Perde-Döşeme Transfer Kuvvetleri ve Kesme Sürtünmesi

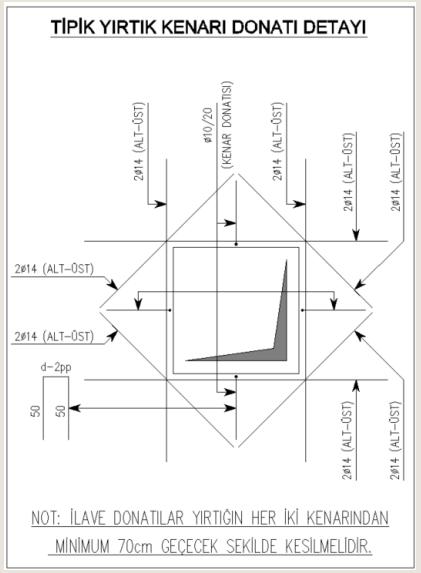


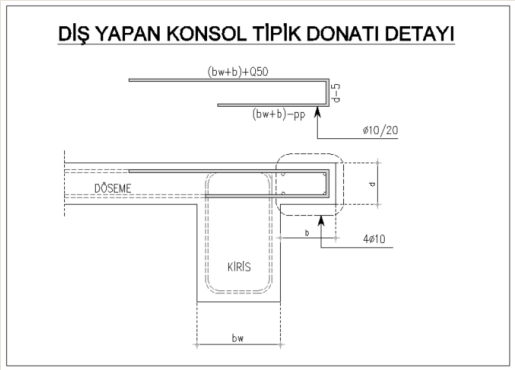
PERDE-DÖŞEME TRANSFER KUVVETLERİ	MALZEME		DOSEME TRANSFER GERILMESI		
$V_{TR}=V_{PA}-V_{PÜ}$	f_{ck}	f_{yk}	l_w	d	$\tau = V_{TR}/(l_w*d)$
kN	MPa	MPa	cm	cm	Mpa
600	35	420	400	17	0.88
700	35	420	400	17	1.03
800	35	420	400	17	1.18
900	35	420	400	17	1.32
1000	35	420	400	17	1.47
1100	35	420	400	17	1.62
1200	35	420	400	17	1.76
1300	35	420	400	17	1.91
1400	35	420	400	17	2.06
1500	35	420	400	17	2.21
1600	35	420	400	17	2.35
1700	35	420	400	17	2.50

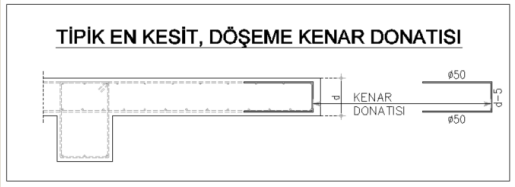
Döşeme Tipik Uygulama Detayları: Sehpa, Boşluk, Kenar ve Parapet

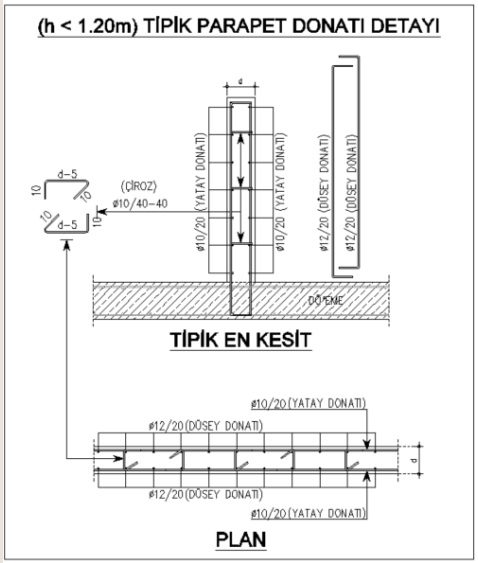


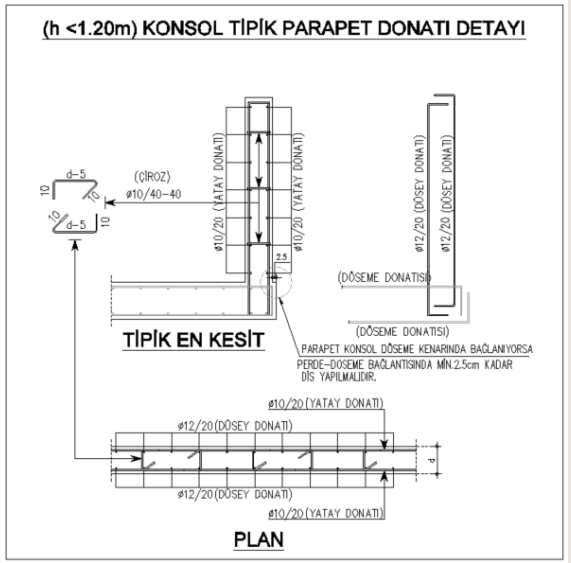




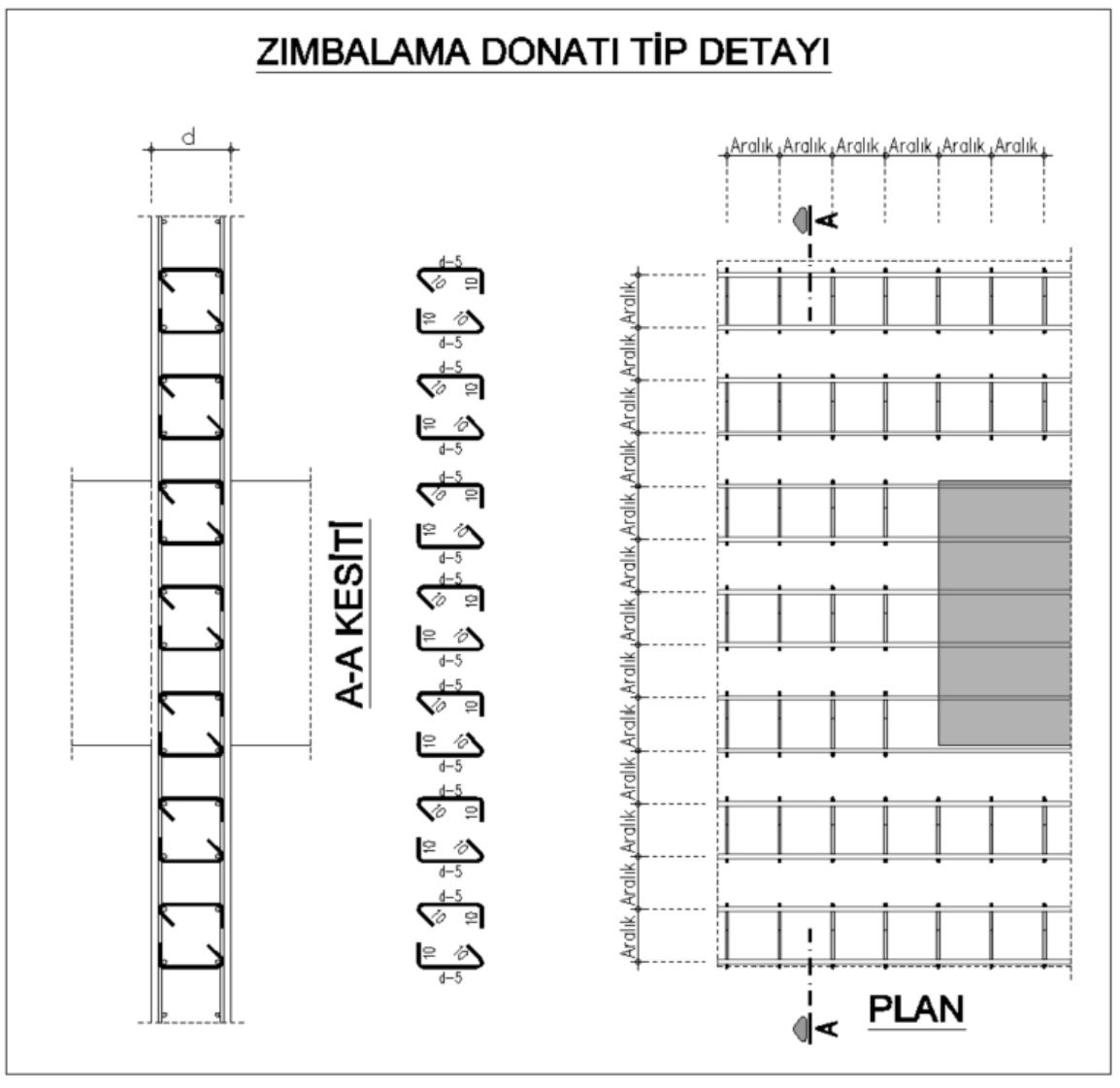




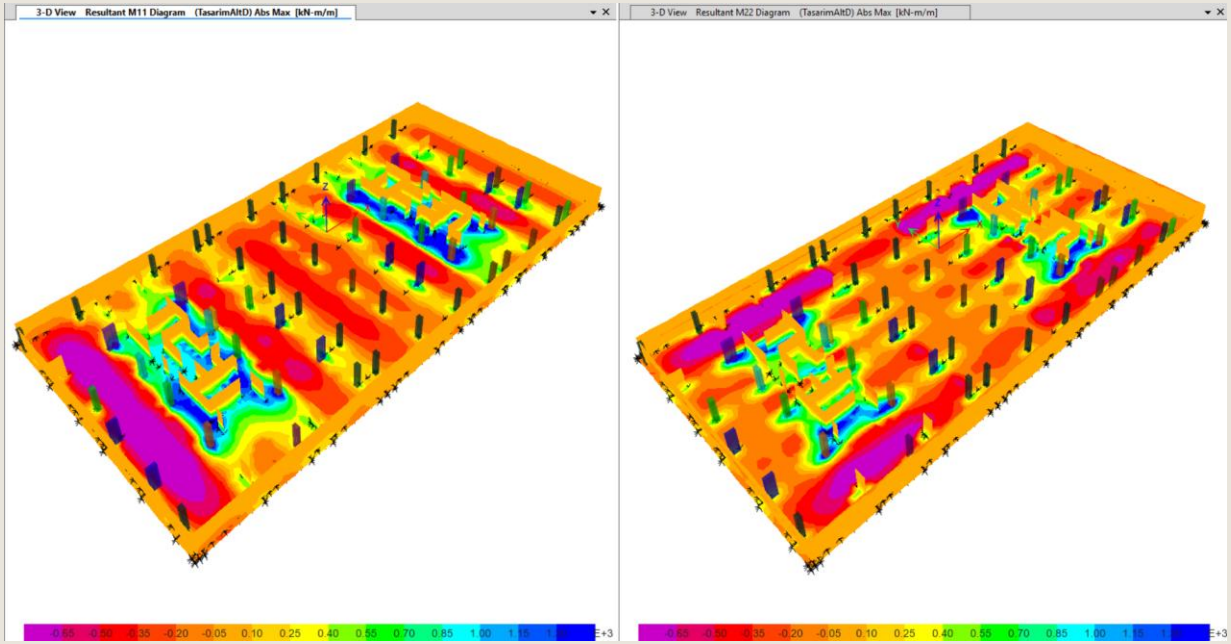




Döşeme Zımbalama Donatısı

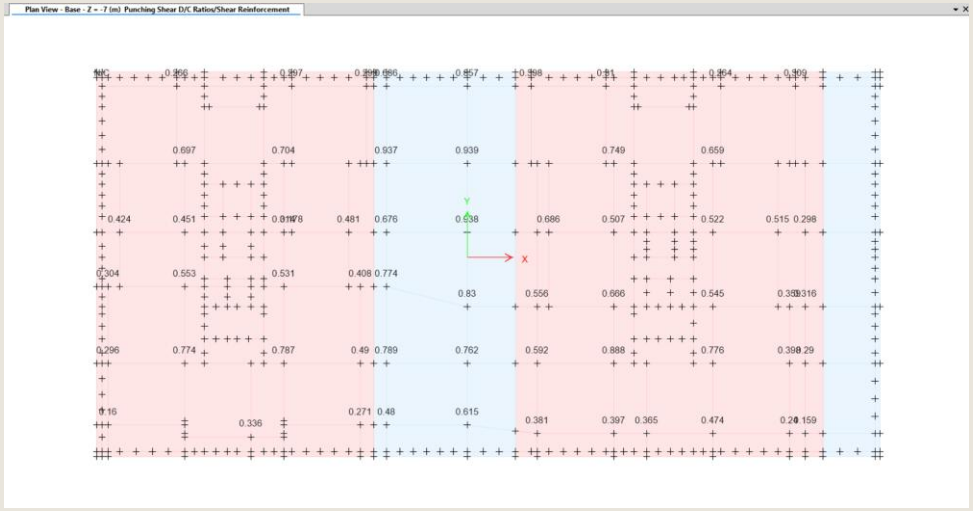


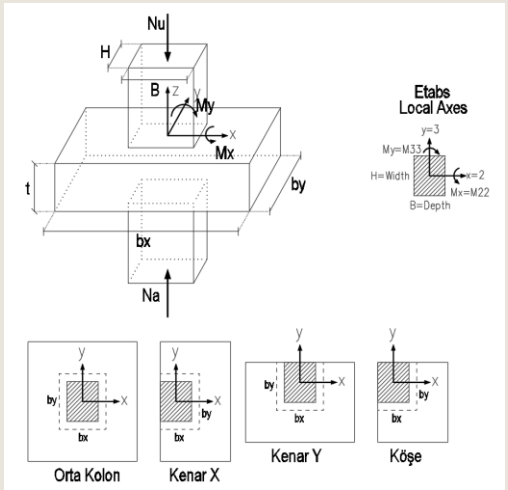
Temelin Tasarımı: Eğilme Tasarımı

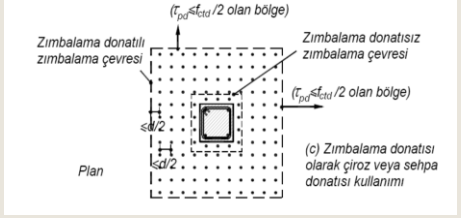


TEMEL BETONARME HESABI											
Açıklama		t (cm)	Seçilen Donatı								Kapasite
			Çap	Aralık	Seçilen Donatı	A_{SP}	ρ_{sp}	$\sum A_{SP}$	ρ_{SP}		Mr (kNm)
60cm TEMEL	Alt Donatı (Genel)	60	18	20	Alt-1x Φ18 / 20	12.7	0.2121%	12.7	0.2121%		250.1
		60	18	20	Alt-2y Φ18 / 20	12.7	0.2121%	12.7	0.2121%		250.1
	Alt Donatı İlave (Tip-1) (Genel)	60	18	20	Alt-1x (ila) Φ18 / 20	12.7	0.2121%	25.4	0.4241%		489.4
		60	18	20	Alt-2y (ila) Φ18 / 20	12.7	0.2121%	25.4	0.4241%		489.4
	Alt Donatı İlave (Tip-2) (CX, CX Kolon)	60	20	20	Alt-1x (ila) Φ20 / 20	15.7	0.2618%	28.4	0.4739%		543.9
		60	20	20	Alt-2y (ila) Φ20 / 20	15.7	0.2618%	28.4	0.4739%		543.9
	Üst Donatı İlave (Genel Donatı)	60	18	20	Üst-1x Φ18 / 20	12.7	0.2121%	12.7	0.2121%		250.1
		60	18	20	Üst-2y Φ18 / 20	12.7	0.2121%	12.7	0.2121%		250.1
	Üst Donatı İlave (Genel Donatı)	60	18	20	Üst-1x (ila) Φ18 / 20	12.7	0.2121%	25.4	0.4241%		489.4
		60	18	20	Üst-2y (ila) Φ18 / 20	12.7	0.2121%	25.4	0.4241%		489.4
100cm TEMEL	Alt Donatı (Genel)	100	22	20	Alt-1x Φ22 / 20	19.0	0.1901%	19.0	0.1901%		647.3
		100	22	20	Alt-2y Φ22 / 20	19.0	0.1901%	19.0	0.1901%		647.3
	Alt Donatı İlave (Tip-1) (Genel)	100	22	20	Alt-1x (ila) Φ22 / 20	19.0	0.1901%	38.0	0.3801%		1270.3
		100	22	20	Alt-2y (ila) Φ22 / 20	19.0	0.1901%	38.0	0.3801%		1270.3
	Alt Donatı İlave (Tip-2) (CX, CX Kolon)	100	26	20	Alt-1x (ila) Φ26 / 20	26.5	0.2655%	45.6	0.4555%		1510.7
		100	26	20	Alt-2y (ila) Φ26 / 20	26.5	0.2655%	45.6	0.4555%		1510.7
	Üst Donatı İlave (Genel Donatı)	100	22	20	Üst-1x Φ22 / 20	19.0	0.1901%	19.0	0.1901%		647.3
		100	22	20	Üst-2y Φ22 / 20	19.0	0.1901%	19.0	0.1901%		647.3
	Üst Donatı İlave (Genel Donatı)	100	22	20	Üst-1x (ila) Φ22 / 20	19.0	0.1901%	38.0	0.3801%		1270.3
		100	22	20	Üst-2y (ila) Φ22 / 20	19.0	0.1901%	38.0	0.3801%		1270.3

Temelin Tasarımı: Zımbalama Kontrolü







Temel/Doseme Zımbalama Hesabı

1 - Malzeme Bilgisi

f_c =	35	MPa	(Beton karakteristik basınç dayanımı)
f_{yk} =	420	MPa	(Donatı çeliği karakteristik akma dayanımı)

2 - Kolon ve Temel/Döşeme Ebatları

Kolon Boyutu :

B =	90	cm	(Kesit genişliği)
H =	40	cm	(Kesit yüksekliği)

Temel/Döşeme Kalınlığı :

t =	100	cm	(Temel kalınlığı)
d' =	5.00	cm	(Paspayı)
d =	95.00	cm	(Temel faydalı yüksekliği)

Kolon Yerleşimi : Orta Kolon

-

3 - Gerekli Dayanım (Etki)

N_u =	0	kN	(Kolon normal kuvveti üst)
N_a =	5281	kN	(Kolon normal kuvveti alt)
N, V =	5281	kN	(Kesme Kuvveti N_a-N_u)
M_x =	845.0	kNm	(Dengelenmemiş Moment, x ekseni)
M_y =	1901.2	kNm	(Dengelenmemiş Moment, y ekseni)

4 - Zımbalama Çevresi ve Katsayılar

Zımbalama Çevresi : (TBDY-Denklem 7.28)

b_x =	185.0	cm	$J_x/c_x = W_{mx}$ =	3235542	cm^3	
b_y =	135.0	cm	$J_y/c_y = W_{my}$ =	3742208	cm^3	
u_p =	640.0	cm	γ_{fx} =	0.64	1 - γ_{fx} =	0.36
A_v =	60800	cm^2	γ_{fy} =	0.56	1 - γ_{fy} =	0.44

5 - TBDY Kayma Gerilmesi ve Donatısı Kontrolü

Kayma Gerilmesi Hesabı:

$\tau_{pd} = V_{pd} / A_v + [(1 - \gamma_{fx}) \cdot M_x / W_{mx}] + [(1 - \gamma_{fy}) \cdot M_y / W_y]$

τ_{pd} =	869	+	95	+	223
τ_{pd} =	1186	kN/m^2			

Kayma Gerilmesi Kontrolü:

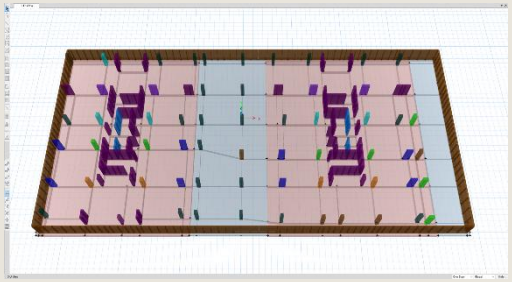
τ_{pd}	≤	f_{ctd}	(Kayma gerilmesi kontrolü, TBDY-Denklem 7.27)	
1186	≤	1380		
τ_{pd} / f_{ctd} =	**0.859**	≤	**1.00**	
Kontrol :	Uygun		Not: Kesme donatısına ihtiyaç yoktur.	

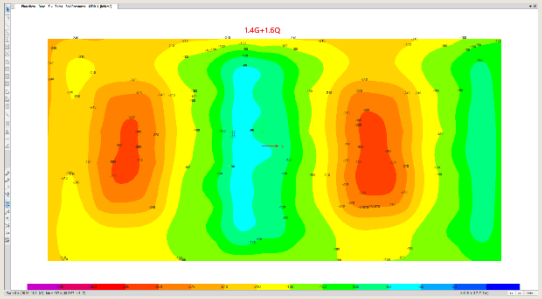
Kayma Gerilmesi Üst Limit Kontrolü:

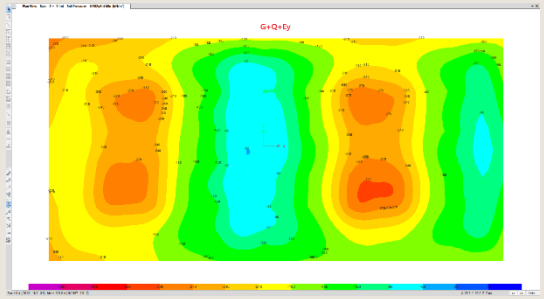
τ_{pd}	≤	1.50 · f_{ctd}	(Kayma gerilmesi üst limit kontrolü, TBDY-Bölüm 7.10.11)	
1186	<	2071		
Kontrol :	Uygun		Not: Temel kalınlığı yeterlidir.	

Temel & Geoteknik Tasarım

Geoteknik Tasarım için Toplam Yapı Ağırlıkları ve Deprem Kuvvetleri		
Tanım	**Kısaltma**	**Değer**
Toplam Yapı Ağırlığı 1 (G+nQ) (Etkin Ağırlık)	N_{G+nQ} (kN)	315637
Ortalama Temelaltı Gerilme 1 (G+nQ) (Etkin Ortalama Gerilme)	N_{G+nQ} / A_{TEMEL} (kN/m^2)	121
Toplam Yapı Ağırlığı 2 (G+Q) (Servis Yükleri için Ağırlık)	N_{G+Q} (kN)	345370
Ortalama Temelaltı Gerilme 2 (G+Q) (Servis Yükleri için Ortalama Gerilme)	N_{G+Q} / A_{TEMEL} (kN/m^2)	132
Toplam Yapı Ağırlığı 3 (1.4G+1.6Q) (Artırılmış Yükler için Ağırlık)	$N_{1.4G+1.6Q}$ (kN)	495246
Ortalama Temelaltı Gerilme 3 (1.4G+1.6Q) (Artırılmış Yükler için Ortalama Gerilme)	$N_{1.4+1.6Q}$ / A_{TEMEL} (kN/m^2)	189
Toplam Yapı Ağırlığı 4 (G+Q+E) (Düşey Yükler ve Deprem Durumu için Ağırlık)	N_{G+Q+E} (kN)	402143
Ortalama Temelaltı Gerilme 4 (G+Q+E) (Düşey Yükler ve Deprem Durumu için Ortalama Gerilm	N_{G+Q+E} / A_{TEMEL}(kN/m^2)	154
Temel Etkiyen Toplam Yatay Kuvvet (x doğrultusu)	V_X (kN)	68639
Temel Etkiyen Toplam Yatay Kuvvet (y doğrultusu)	V_Y (kN)	59416
Toplam Döşeme Alanı	$A_{BİNA}$ (m2)	17725
Temel Alanı	A_{TEMEL} (m2)	2617







Tablo 1. UZUN DÖNEM TAŞIMA GÜCÜ HESABI - YASS VARKEN

Temel	Yöntem	Analiz	qk [kN/m^2]	qt [kN/m^2]	q0 [kN/m^2]	GS*
A BLOK	Terzaghi	Toplam Gerilme	633,89	452,78	320	2
A BLOK	Vesic	Toplam Gerilme	664,44	474,6	320	2,1

Tablo 2. KISA DÖNEM TAŞIMA GÜCÜ HESABI - YASS VARKEN

Yöntem	Analiz	qk [kN/m^2]	qt [kN/m^2]	q0 [kN/m^2]	GS*
Terzaghi	Toplam Gerilme	1091,58	779,7	200	5,5
Vesic	Toplam Gerilme	1447,09	1033,64	200	7,2
Eurocode 7	Toplam Gerilme	798,55	570,4	200	4

Tablo 3. UZUN DÖNEM TAŞIMA GÜCÜ HESABI - YASS YOKKEN

Temel	Yöntem	Analiz	qk [kN/m^2]	qt [kN/m^2]	q0 [kN/m^2]	GS*
A BLOK	Terzaghi	Efektif Gerilme	2894,51	2067,51	200	14,5
A BLOK	Meyerhof	Efektif Gerilme	731,49	522,49	200	3,7
A BLOK	Vesic	Efektif Gerilme	946015,62	675725,44	200	4730,1
A BLOK	Eurocode 7	Efektif Gerilme	17338,26	12384,47	200	86,7

Tablo 4. KISA DÖNEM TAŞIMA GÜCÜ HESABI - YASS YOKKEN

Temel	Yöntem	Analiz	qk [kN/m^2]	qt [kN/m^2]	q0 [kN/m^2]	GS*
A BLOK	Terzaghi	Toplam Gerilme	1091,07	779,34	200	5,5
A BLOK	Vesic	Toplam Gerilme	1446,59	1033,28	200	7,2
A BLOK	Eurocode 7	Toplam Gerilme	798,05	570,04	200	4

Uzun Dönem Taşıma Gücü Hesabı: -- A BLOK

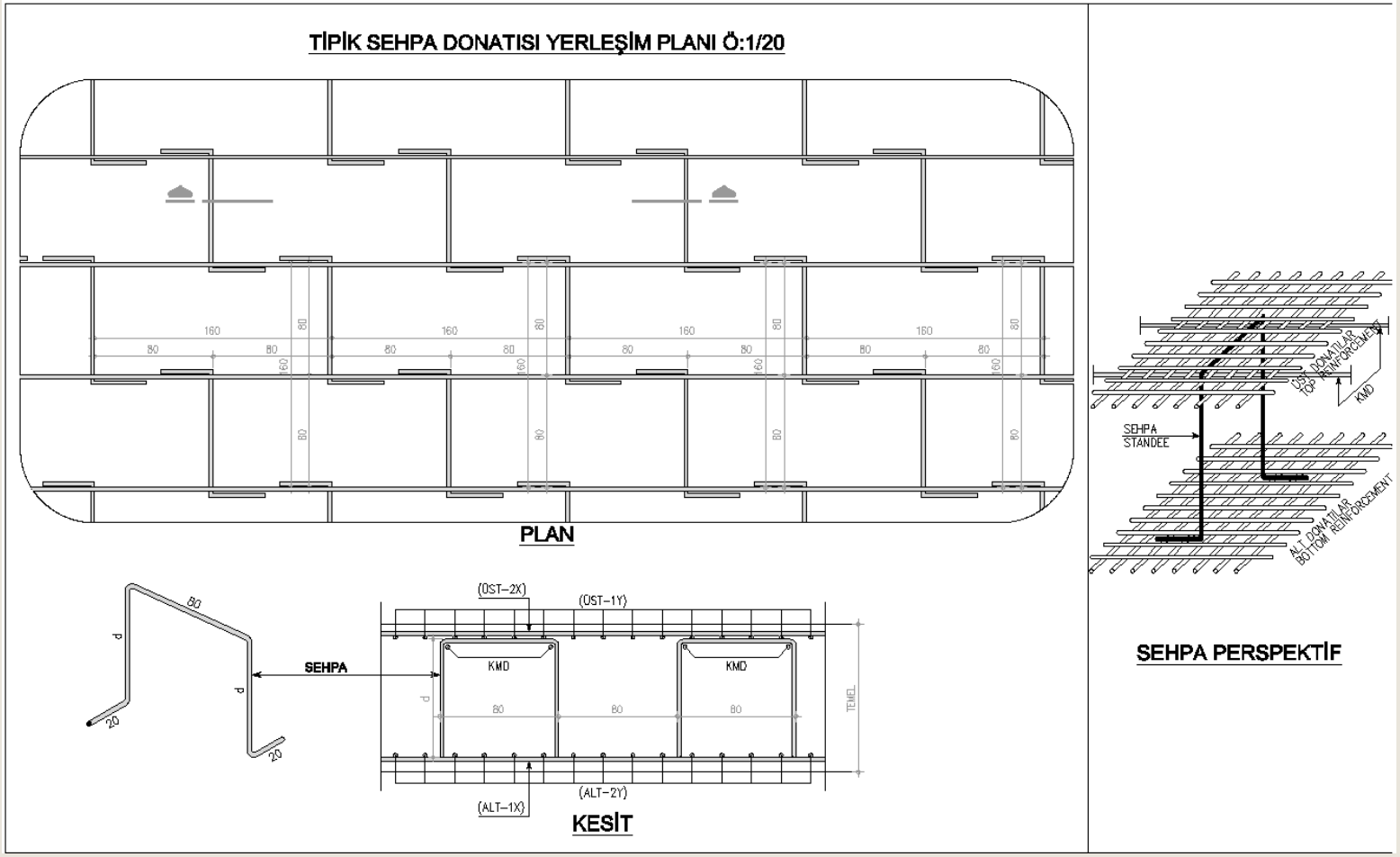
$qt = qk / 1.4 = 452,58$ kPa

Kısa Dönem Taşıma Gücü Hesabı:

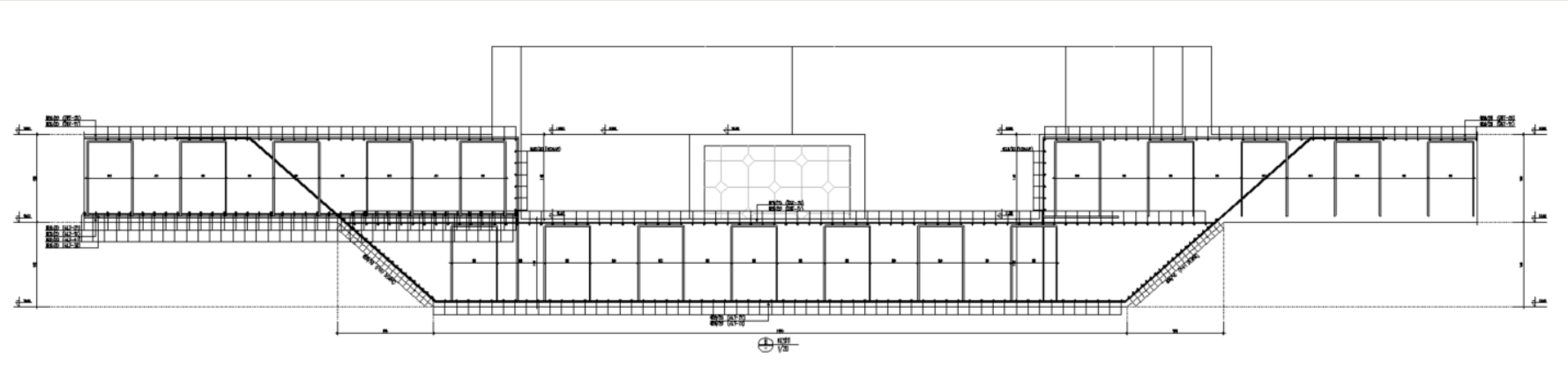
$qt = qk / 1.4 = 522,49$ kPa

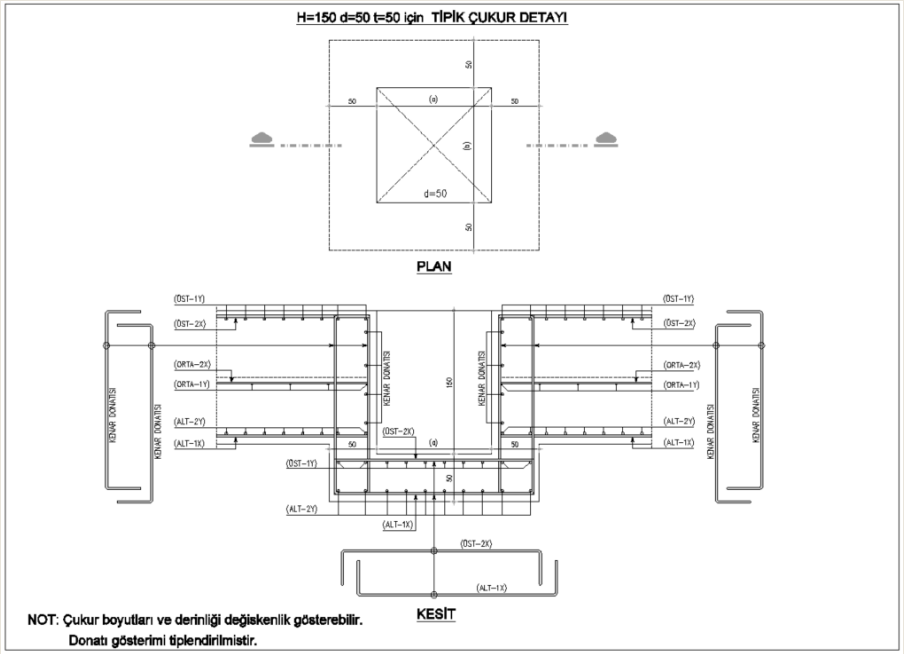
Yapıda devrilme, kayma kontrolleri yapı mühendisi tarafından yapılmalıdır.
Geoteknik raporda, kısa ve uzun süreli yerdeğiştirme-oturma, farklı oturma, zemin basıncı, yüzme/kaldırma, zemin şişme davranışı ve sıvılaşma kontrollerin yapıldığı kontrol edilmelidir.

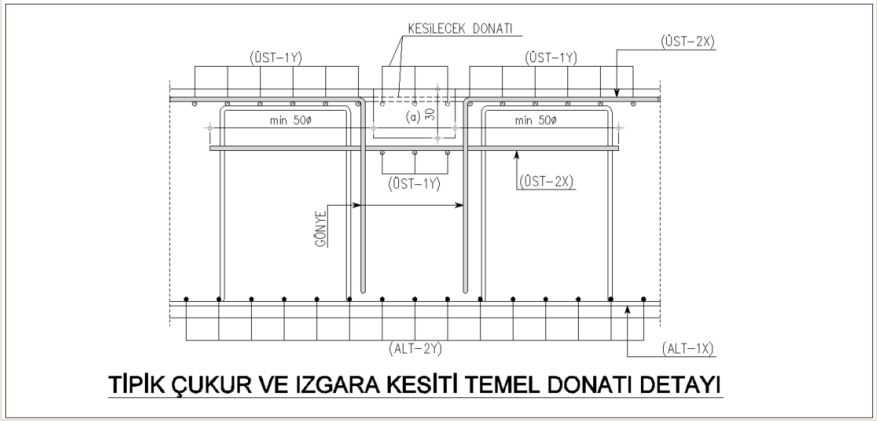
Temel Tipik Uygulama Detayları: Sehpa Detayı



Temel Tipik Uygulama Detayları: Asansör Çukuru, Rögar ve Kanallar







Temel Tipik Uygulama Detayları: Köşe ve Soğuk Derz

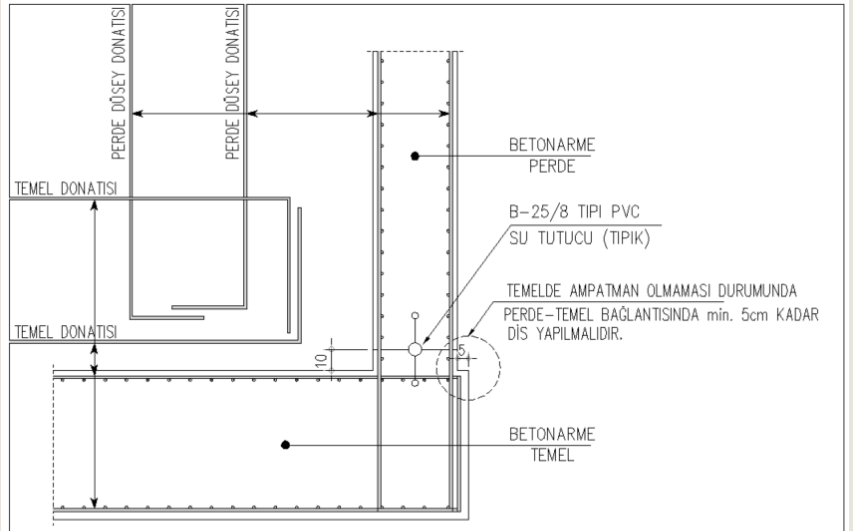


NOT-1: Beton döküm derzlerinde,

- 1.Beton döküm yüzeyi mutlaka pürüzlendirilmeli ve
- 2.Beton dökümü öncesinde yüzey temizliği yapılmalıdır.

NOT-2: Rabitz teli uygun sekilde sabitlenmelidir.

NOT-3: Soğuk derz yüzeyinde aderans artırıcı kimyasal uygulanmalıdır.

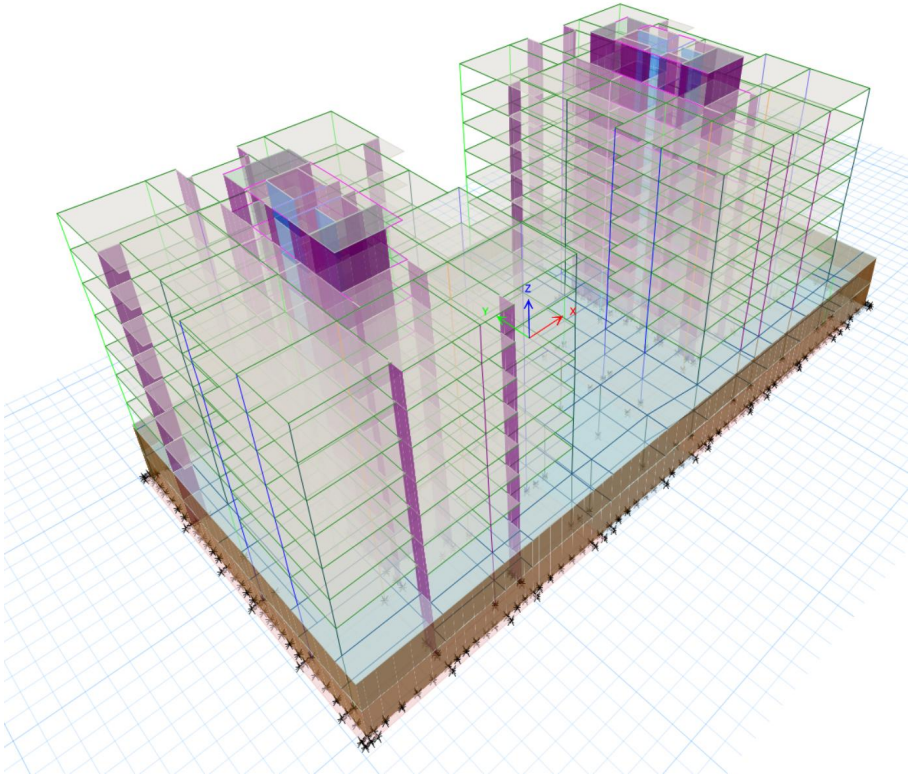


SU DEPOSU VE TOPRAK PERDESİ

TİPİK SU TUTUCU DETAYI

Özet

- **Yapısal Tasarıma Giriş**
  - Tasarımı Etkileyen Temel Faktörler
  - Mimari Planların Ön Değerlendirmesi
  - Maraş Depremi Yapı Hasarları
- **Örnek Yapı**
- **Zemin & Deprem Parametreleri**
- **Mimari Tasarım ve Genel Yapısal Özellikler**
  - Mimari Planlar
  - Blok ve Kat Adedi
  - Aks Sistemi ve Açıklıklar
  - Dilatasyon ve Bodrumlu Yapı
- **Ön Tasarım**
  - Taşıyıcı Sistem Alternatifleri
  - Taşıyıcı Sistem Yerleşimi
  - Ön Boyutlandırma
- **Yapısal Analiz ve Tasarım Kontrolleri**
  - Analiz Modeli ve Kabuller
  - Birleşik Bodrum vs. Ayrık Üst Yapı
  - Etkin Kesit & Bürüt Kesit
  - Taban Kuvvetleri
  - Göreli Kat Ötelemeleri
  - Kolonların Tasarımı
  - Perdelerin Tasarımı
  - Kirişlerin Tasarımı
  - Döşemelerin Tasarımı
  - Temelin Tasarımı
- **Sorular**



Soru & Cevap

BETONARME YAPININ TASARIM SAFHALARI
TS500 VE TBDY KURALLARININ YANSITILMASI