

# Çok Katlı Perdeli ve Tünel Kalıp Binaların Modellenmesi ve Tasarımı

Mustafa Tümer Tan

# İçerik

- Perde Modellemesi, Boşluklu Perdeler
- Döşeme Yükleri ve Eğilme Hesabı
- Mantar bandı kirişler
- Kurulan modelin incelenmesi ve dikkat edilecek noktalar
- Kritik Perde Yükseklikleri
- Perde tasarımı ve TDY2007
- Hasır çelik Seçimi

konuları hakkında Türkiye genelinde en çok sorulan sorular cevaplanarak bilgi verilecektir.

# Örnek Bina

12 Katlı Tünel Kalıp Sistemine göre hazırlanmış konut  
Kat Yükseklikleri: 291 cm (Bodrum Kat Sayısı: 1)

Perde kalınlıkları:

- Bazı perdeler 7. kattan itibaren daralıyor.
- 20 cm olarak planlandı.
- Yönetmelik koşulları kontrol edilerek 15 cm'e düşürüldü ancak yetersiz olduğu görüldü.
- Nihai yapı 18 cm olarak projelendirildi.

Malzeme:

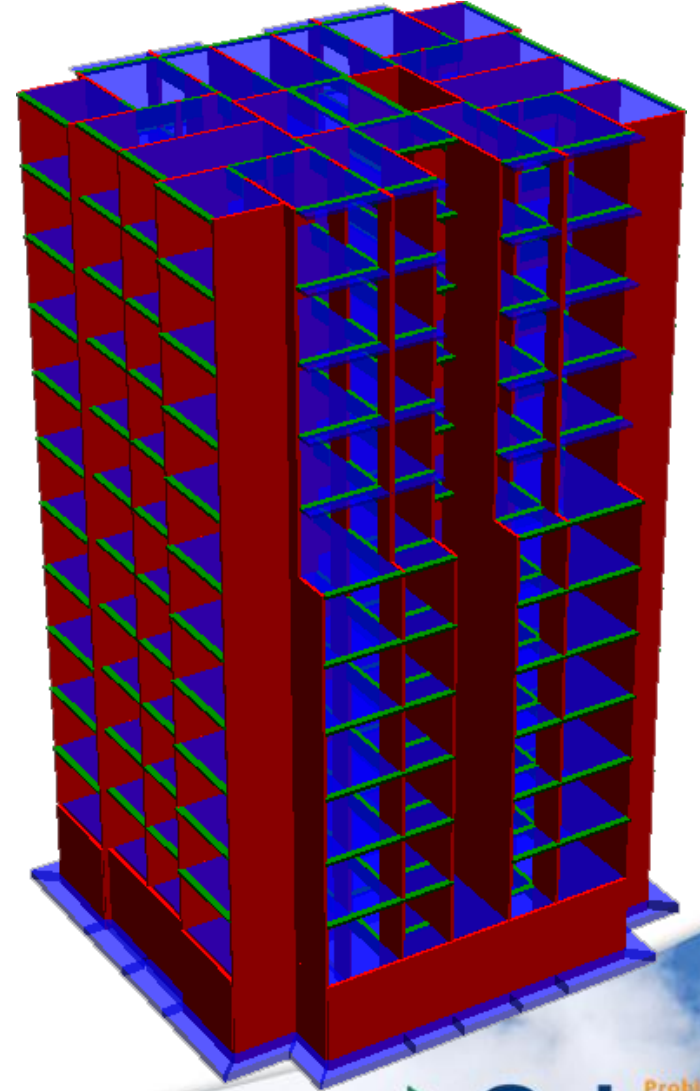
- Beton: C30
- Çelik: Kolon ve Perde başlıkları: S420  
Perde Gövde Bölgesi: S500 (Hasır)

Deprem Bölgesi: I

Süneklik Düzeyi: YÜKSEK

Zemin Sınıfı: Z2

Taşıyıcı Sistem Tipi: 1.3 (Boşluksuz Perdeli Sistem)



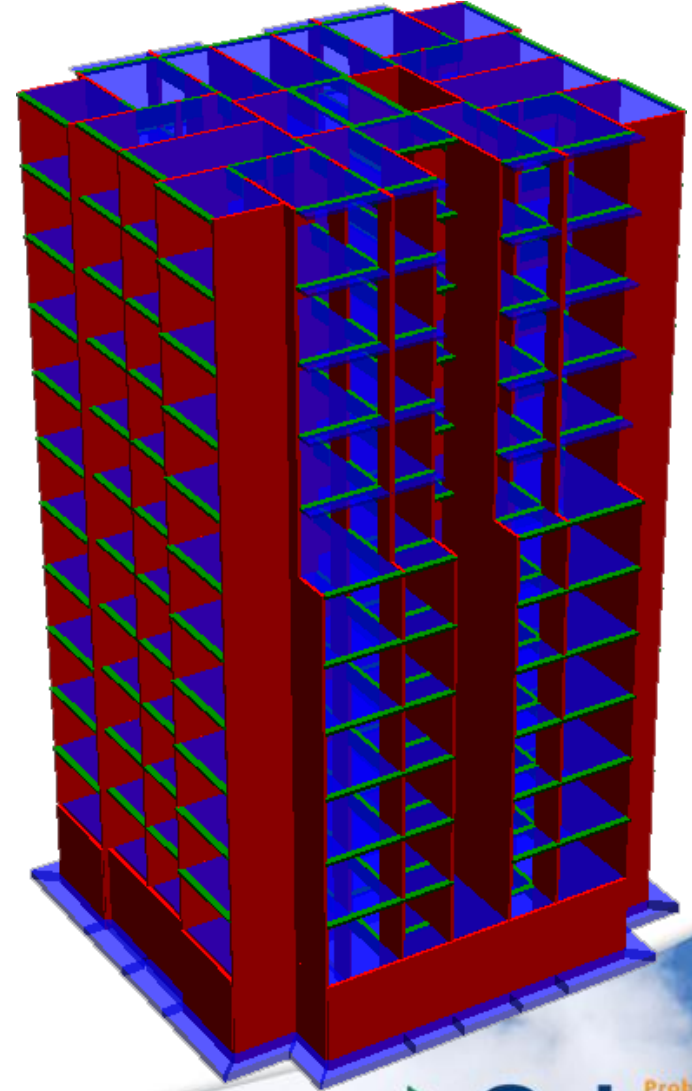


# Soru

- Perdelerde hangi model tipini kullanmam gerekiyor?
  - Orta-Kolon (Çerçeve)
  - SE Kabuk

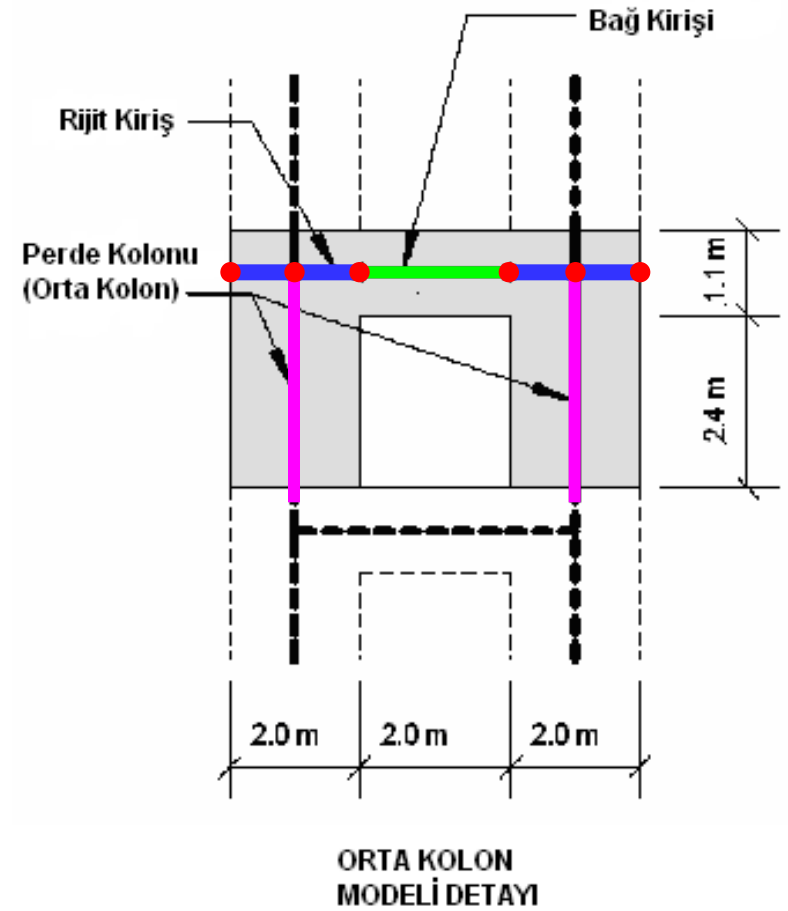
# Modelleme

- Perdelerde kabuk ya da çerçeve elemanları kullanılabilir.  
(Literatürdeki en son yöntem kabuk eleman kullanımındır)
- Perde elemanı bazında hangi modelin kullanılacağına karar verilebilir.
- Sonuçlar otomatik olarak toparlanıp tasarıma geçilir.



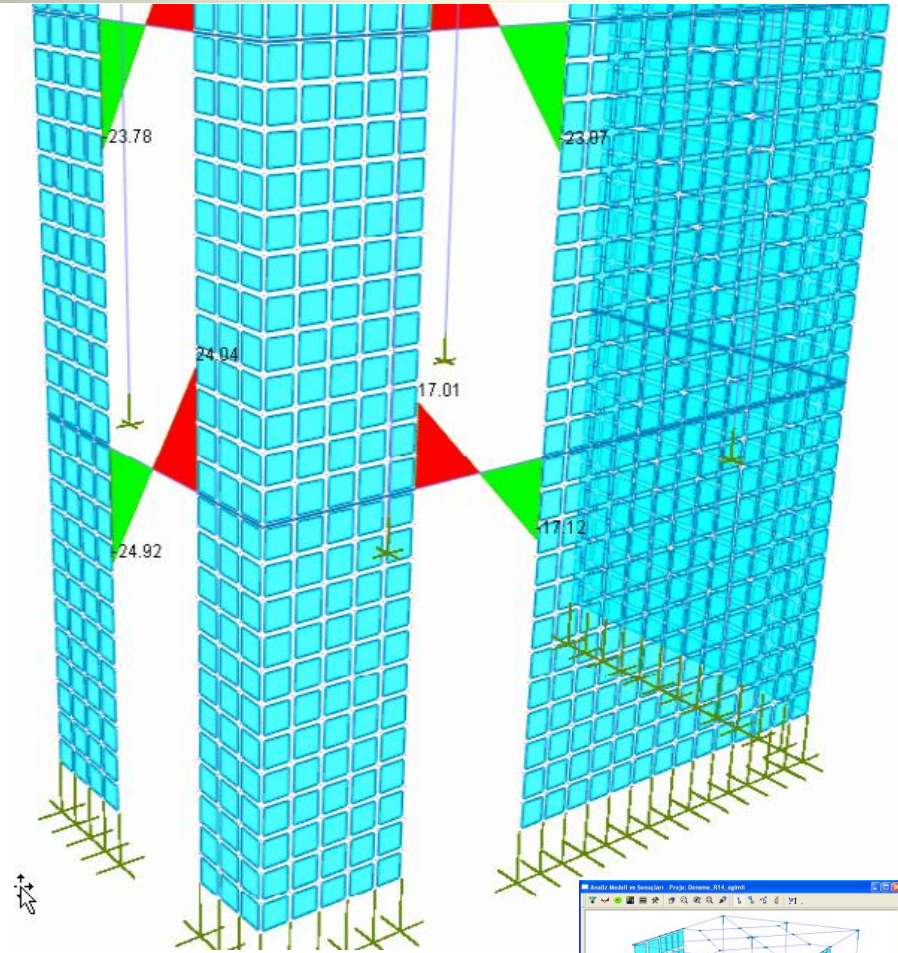
# Perde Modeli: Orta Kolon (Çerçeve)

- Perdeler panel ortasında tek bir kolon olarak idealize edilmiştir. (Dolayısıyla Orta-Kolon)
- Bağ kirişleri perde yüzüne bağlanmıştır ve burada hesaplanan etkilere göre dizayn edilmektedir.
- Bağ kirişi ile perde arasındaki etkileşim “rijit” bir elemanla sağlanmalıdır.

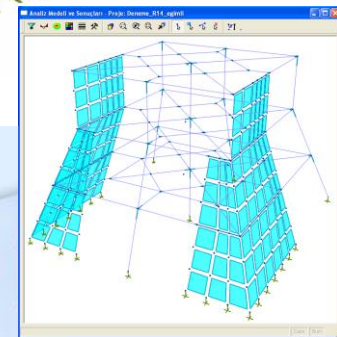


# Perde Modeli: Sonlu Elemanlar (Kabuk)

- Perdeler SE kabuk elemanları ile modellenmiştir.
- Modeli en önemli parametresi ağ sıklığıdır. Perde Geniřliđi ve kat yüksekliği boyunca en az 4x4 eleman ile ağ oluşturulmalıdır.
- Bağ kirişleri için ereve elemanları kullanılabilir.
- Perde alt ve st kenarlarında rijitlikleri sisteme göre ayarlanmış ereve elemanları modeli daha da güçlendirecektir.



- Perde Modelinin Global Ayarlanması
- Perde Modelinin Eleman Bazında Ayarlanması
- Perde Tanımlanması





# Soru

- Boşluklu Perdeleri nasıl modellemem gerekir?

# Modelleme (Boşluklu Perdeler)

- Boşluk ihmal edilebilecek düzeyde ise (küçük pencere vs.) ihmal edilebilir.
- Ancak büyük boşluklar (kapı gibi) perde sisteminin davranışını etkileyeceğinden mutlaka modele yansıtılmalıdır.
- Boşluklu perdeler bağ kirişleri ile modellenebilir.





# Soru

- Perdeyi bağ kirişiyle ikiye ayırdığımda kolon boyutunda (1/7 oranını sağlamayan) elemanlar oluşuyor. Bunları kolon olarak mı perde olarak mı gözönüne almak gerekir?

# Modelleme (Boşluklu Perdeler)

- Kolon boyutundaki bu elemanlar çift eğrilikli (eğilme hakim) davranış sergileme eğilimindedirler.
- Bu nedenle kolon olarak ele alınmaları gerekebilir.
- Tasarım aşamasında da yönetmeliğin kolonlar ile ilgili hükümleri uygulanmalıdır.

- Grafik editörde bahsedilen durumun gösterimi
- Kolon moment diyagramının gösterimi



# Soru

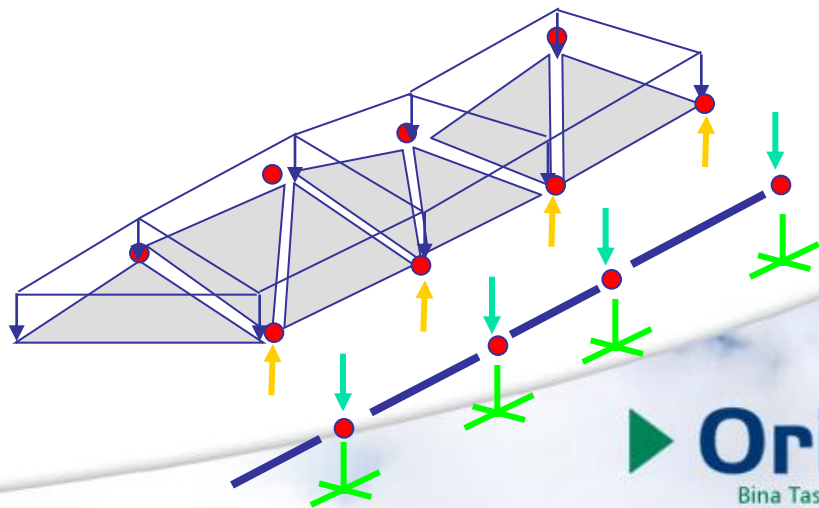
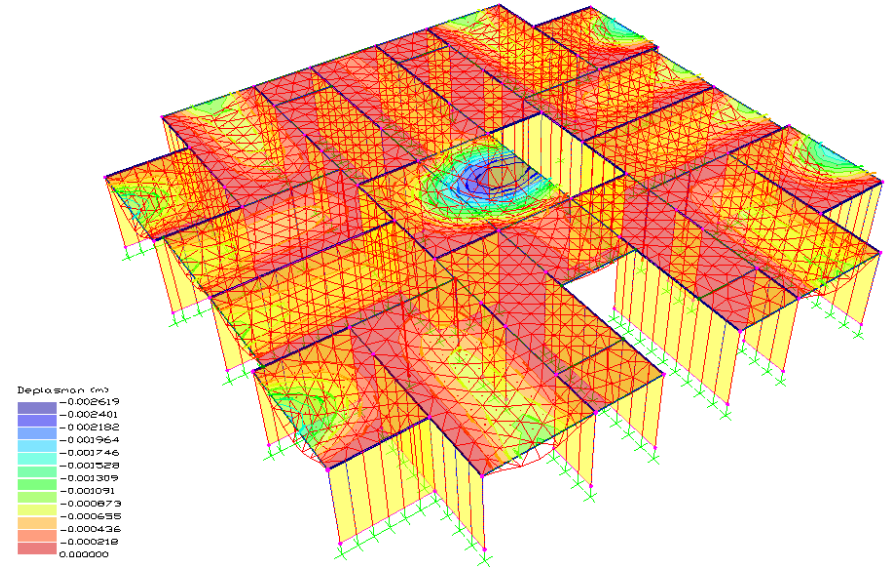
- Döşeme Sistemleri nasıl modellenmelidir, perdelere yük aktarımı nasıl yapılmalıdır?
  - Moment Katsayıları Yöntemi
  - Sonlu Elemanlar Yöntemi
- Döşemeler de tüm sistemle beraber modellenmeli midir?

# Modelleme (Perde/Kiriş Yükleri ve Eğilme Hesabı)

- Kırılma Çizgileri düzgün oluşamıyorsa,
- Geometri karmaşıksa,
- Perdeye / Kirişe yakın boşluk, alan yükü, çizgisel yük bulunuyorsa,

Döşemelerden kirişlere aktarılan yükler SE ile hesaplanabilir.

Döşeme Eğilme hesabı SE ile yapılabilir.



# Modelleme (Döşemelerin Modele Dahil Edilmesi)

- Döşeme etkisi:
  - Yük Etkisi
  - Diyafram Etkisi
- Döşemeler sisteme dahil edilebilir.
  - Olası daha uzun analiz süresi
  - Ağ oluşturma zorluğu (Line constraints varsayımları)
  - Seyrek ağlarla çözüm yapma eğilimi.
  - Perde döşeme birleşimlerinde gereğinden fazla rijitlik
- Orion Bina Tasarım Sistemi döşemeleri yük ve diyafram olarak ele almaktadır.
  - Ayrıntılı yük aktarım seçenekleri bulunmaktadır. (Kırılma Çizgisi, SE)
  - Her elemana ayrı ayrı uygulanabilir.

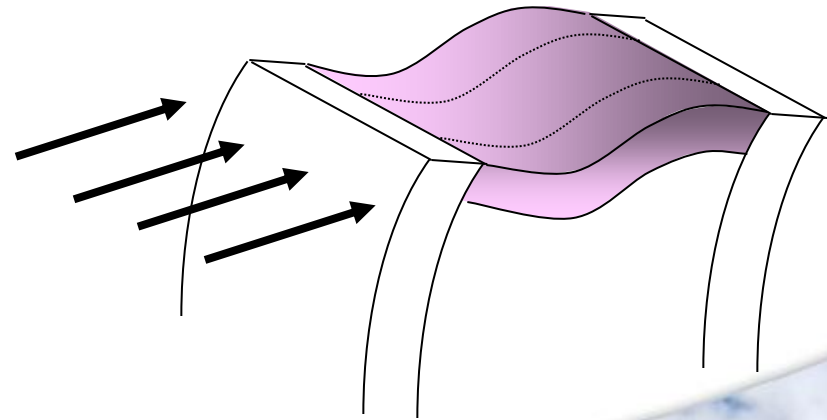
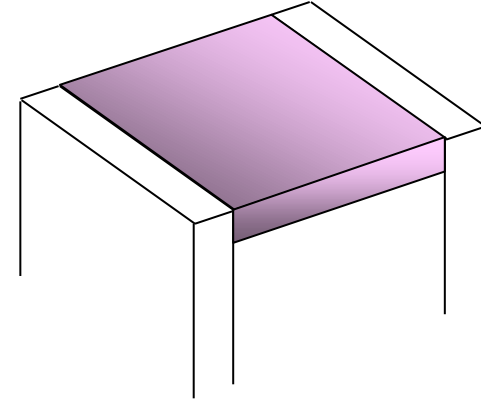


# Soru

- Döşeme kenarlarında ve duvarların altlarında yer alan bant bölgelerini nasıl modelleyeceğim ve tasarımını yapacağım?

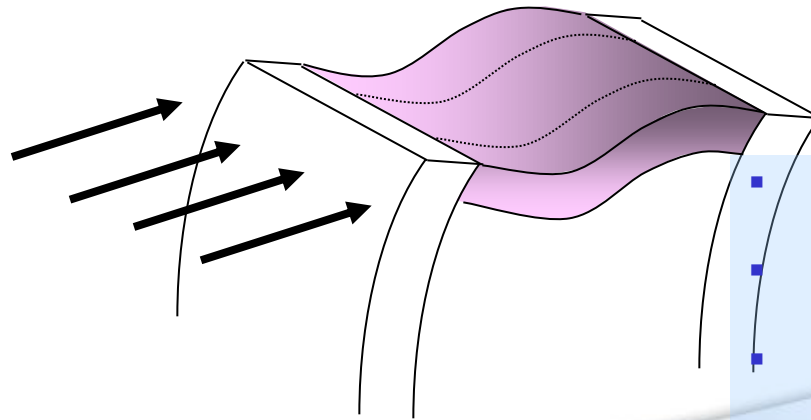
# Modelleme (Mantar Bandı Kirişler)

- İki perde arasında kalan döşemenin serbest ucu deprem yükleri altında eğilecektir.
- Bu çerçeve etkisinin bina analizinde gözönüne alınması için mantar bandı kirişler kullanılmalıdır.
- Bu kirişler döşeme derinliğinde kirişlerdir ve SE kiriş yük analizi yapıldığında yük almazlar.



# Modelleme (Mantar Bandı Kirişler)

- Bina analizinden ve döşeme analizinden gelen etkiler altında tasarlanabilmeleri gereklidir.
- Genişlikleri döşeme açıklığının  $\frac{1}{4}$ 'ü olarak öngörülmektedir.
- Ancak pratikte 50-60-70 cm gibi değerler kullanılır.
- 4-5  $\phi$  16 gibi tipik donatılarla beraber hasır çelik etriye gibi boylu boyunca sarılmaktadır.
- Üzerinde duvar bulunan bu fiktif kirişlerin tasarım gereksinimleri daha fazla olabilir.



- GE üzerinde döşemeleri ve mantar bantlarını göster.
- SE döşeme analizi ve donatı hesaplanması
- SE kiriş yükü ve kırılma çizgileri bir kiriş üzerinde



# Soru

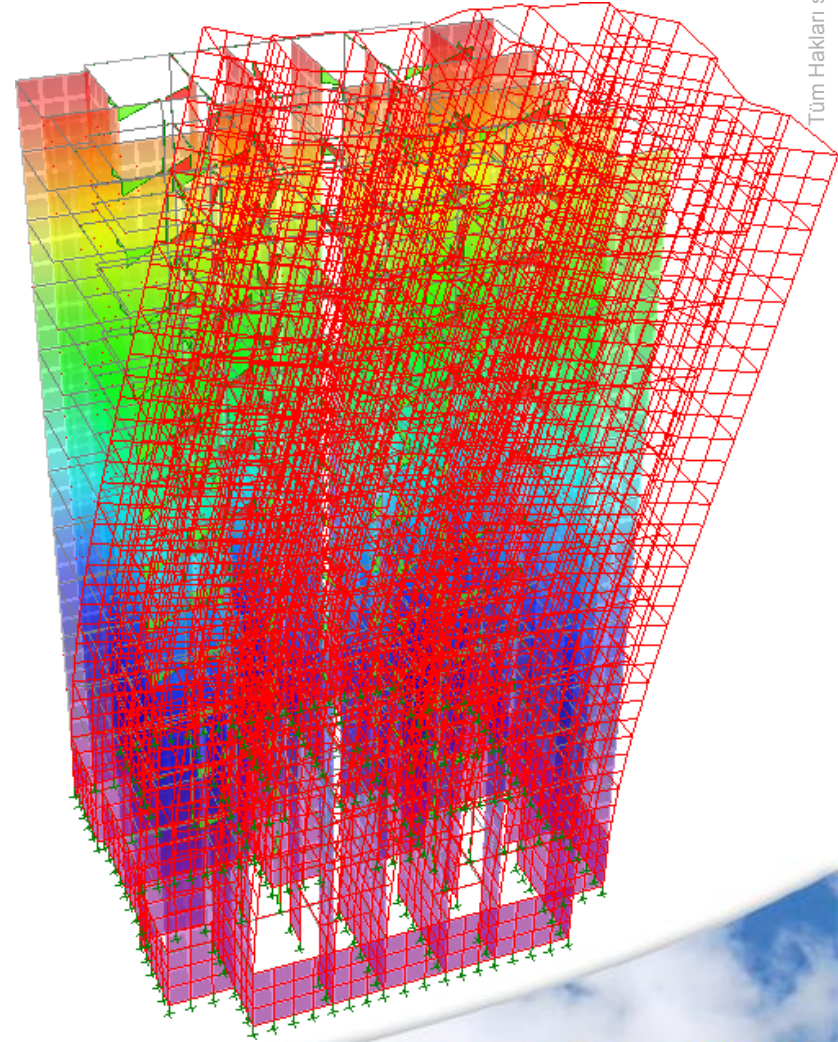
- Modelimi oluşturdum (Geometri, yükler vs.) ve analizi yaptım. Modelin doğru oluşturulup oluşturulmadığını nasıl inceleyebilirim?
- Bina davranışı hakkında daha fazla bilgiye nasıl sahip olabilirim?

# Analiz Sonuçlarının İncelenmesi

- Tasarım programının oluşturduğu modeli ayrıntılı olarak sunması büyük önem taşımaktadır.
- Kendi oluşturduğu ve analizini yaptığı modelin aynısını doğru bir şekilde diğer genel amaçlı analiz programlarına da aktarabilmelidir.

- Perde Modeli
  - Orta Kolon – SE Kabuk Modelleri
  - Otomatik SE ağı oluşturulması
- Rijit Döşeme Diyaframı modeli
- Rijit bölgelerin ele alınması ve kontrolü.
- Deplasman ve mod şekilleri
- Bina davranışının incelenmesi
- Taşıyıcı sistem sürekliliğinin kontrolü

Çerçeve yüklerinin ve iç kuvvet diyagramlarının incelenmesi



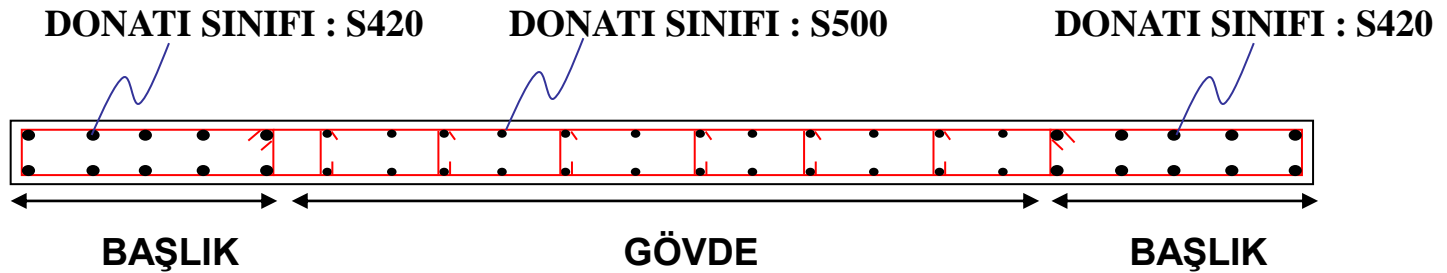


# Soru

- Perdelerde ve Döşemelerde Hasır Çelik hesabını nasıl yapmam gerekiyor?
- Perde tasarımında TDY2007 koşullarına uyulduğunu nasıl kontrol edebilirim?

# Perde Donatı Sınıfı (Başlık – Gövde)

- Gövde bölgesindeki donatı sınıfı ile başlık bölgesindeki donatı sınıfı farklıdır.
- Bu malzeme seçimleri her perde elemanı için ayrı ayrı belirtilebilmelidir.



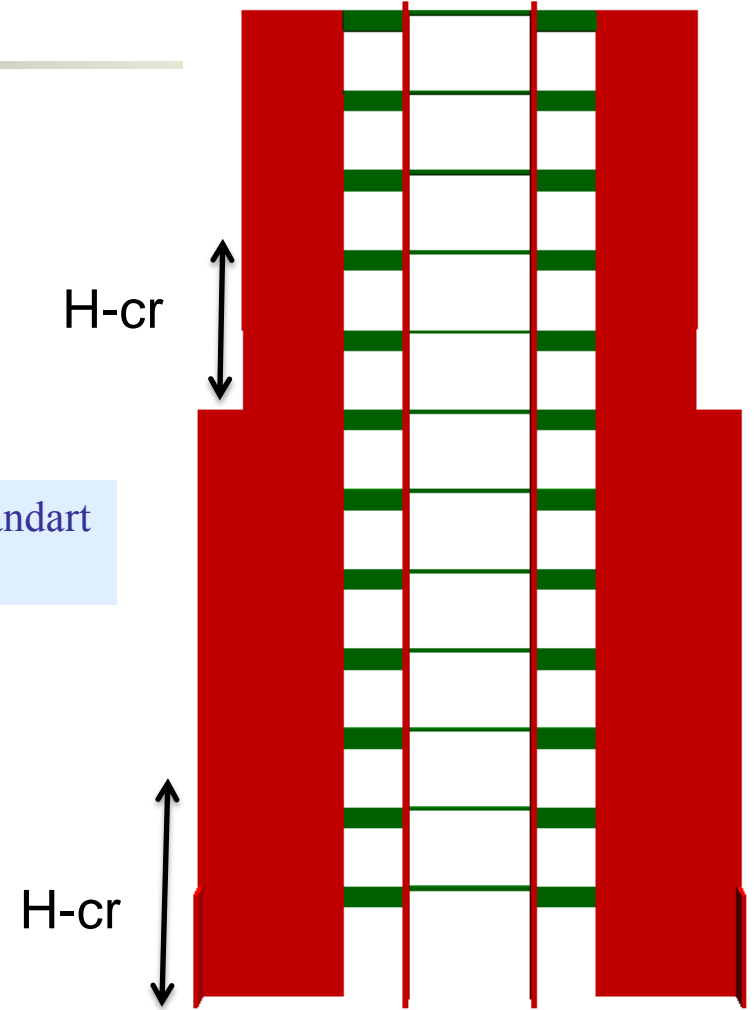
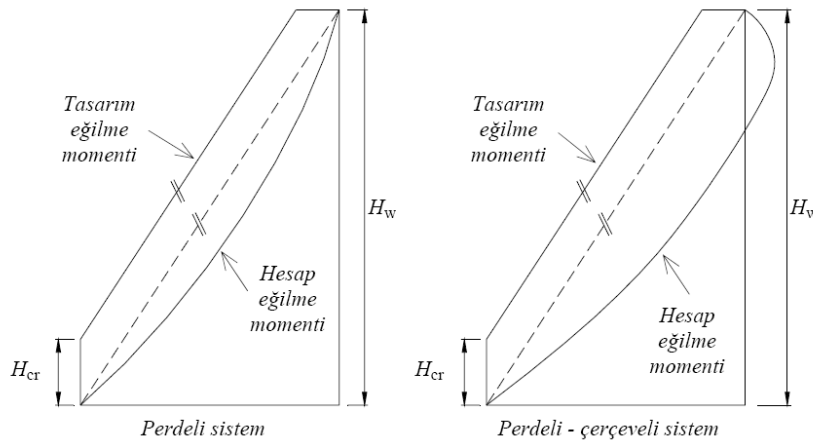
# Tasarım

## ■ Kritik Perde Yükseklikleri

$$H_w/6 < H_{cr} < 2L_w$$

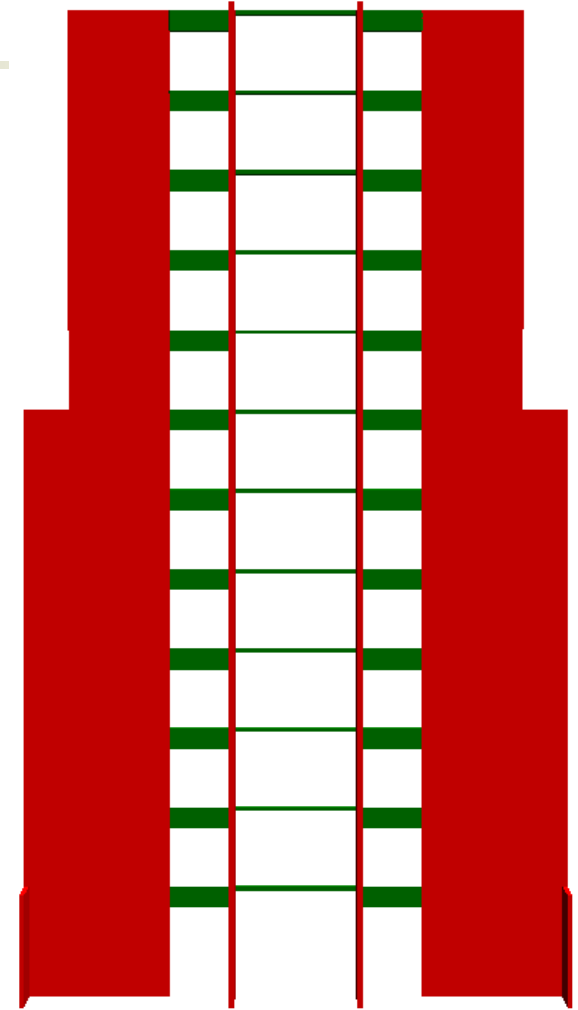
- Kritik yüksekliklerin ( $H_{CR}$ ) hesabının kontrolü (standart veya daralan perdeler için)

## ■ Perde Tasarım Zarfı



# Tasarım

- Sünek Perde Kapasite Kesme kuvvetinin hesabı (karşılaştırmalı)
- Tünel Kalıp Sistemlerde perde kalınlığı ve minimum donatı porsantajı azaltılabilir.  
( $\Sigma A_g / \Sigma A_p \geq 0.002$  ve  $V_t / \Sigma A_g \leq 0.5f_{ctd}$  koşulları sağlanıyorsa)



# Detay Çizimlerinin Hazırlanması

- Tüm yapının kolon donatı metrajının hazırlanması
- Kolon/Perde Detay Çizimlerinin oluşturulması
  - Hasır Çelik Detay Çizimleri
  - Çizimlerin güncellenmesi
- Kolon Aplikasyonu çizimleri
  - Donatıların güncellenmesi
  - Kolon boy açılımı ve metraj tablosu
  - Etriyelerin pafta yanına, kolon yanlarına açılması

