



**TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**  
**İSTANBUL ŞUBESİ**



**Bahar Dönemi Meslek İçi Eğitim Seminerleri**

# **Çelik Yapılarda LRFD ve ASD Tasarım Yöntemlerinin Esasları**

**Mayıs 2012**



Crown Hall at IIT Campus  
Chicago . Illinois  
Ludwig Mies van der Rohe

**Doç.Dr.Bülent AKBAŞ**

*Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü*

*Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı*



# Sunum Sırası

---

- Yönetmelik Nedir?
- Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
- Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
- LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
- ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
- Plastik Tasarım
- LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
- Örnekler

---

→ Yönetmelik Nedir?

→ Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

→ Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri

→ LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

→ ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

→ Plastik Tasarım

→ LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

→ Örnekler

# Yönetmelik Nedir?

---

Yönetmelikler güvenli ve ekonomik yapılar yapılmasını sağlayan bir kurallar topluluğudur.

Mühendisin sorumluluğu yapının davranışını  
***anlamak*** ve yönetmeliği doğru şekilde  
***uygulamak***tır...

---

→ Yönetmelik Nedir?

→ Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

→ Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri

→ LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

→ ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

→ Plastik Tasarım

→ LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

→ Örnekler

# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

- ANSI/AISC 360-10 Specification for Structural Steel Buildings

(Çelik Binalar için Tasarım ve İnşaat Yönetmeliği)

*Load and Resistance Factor Design (LRFD) (Yük ve Mukavemet Çarpanına Göre Tasarım) ve Allowable Strength Design (ASD) (Emniyetli Dayanıma Göre Tasarım) tasarım felsefelerine çelik bina tasarımı ve inşasında göre uyulması gereken kuralları içerir.*

ANSI/AISC 360-10  
An American National Standard

## Specification for Structural Steel Buildings

June 22, 2010

Supersedes the  
*Specification for Structural Steel Buildings*  
dated March 9, 2005  
and all previous versions of this specification

Approved by the AISC Committee on Specifications

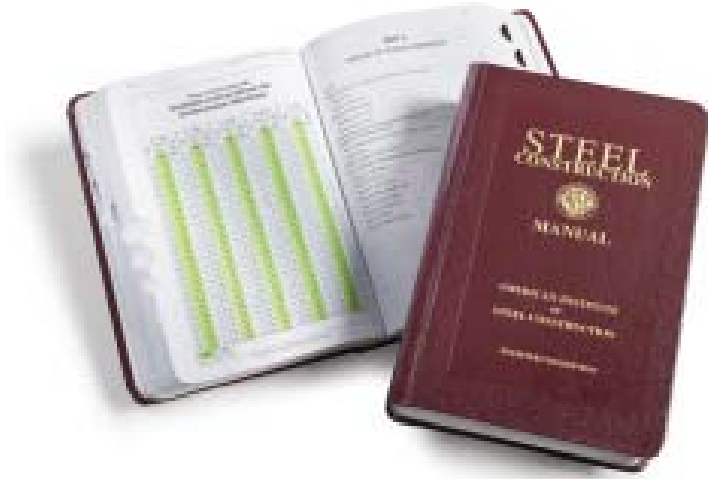


# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

---

- AISC Steel Construction Manual  
(Çelik Binalar için Tasarım ve İnşaat Kılavuzu)

*Load and Resistance Factor Design (LRFD)*  
(Yük ve Mukavemet Çarpanına Göre  
Tasarım) ve *Allowable Strength Design*  
(ASD) (Emniyetli Dayanıma Göre Tasarım)  
tasarım felsefelerine göre çelik  
elemanların tasarımı ve inşası ile ilgili  
yardımcı tablo, abak ve bilgiler içerir.



# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

- ANSI/AISC 341-10 Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

(Çelik Binalar için Depreme Dayanıklı Tasarım ve İnşa Yönetmeliği)

Depreme dayanıklı çelik bina tasarımında *Load and Resistance Factor Design (LRFD) (Yük ve Mukavemet Çarpanına Göre Tasarım)* ve *Allowable Strength Design (ASD) (Emniyetli Dayanıma Göre Tasarım)* tasarım felsefelerine göre uyulması gereken kuralları içerir.

ANSI/AISC 341-10  
An American National Standard

## Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

June 22, 2010

Supersedes the  
*Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*  
dated March 9, 2005,  
Supplement No. 1 dated November 16, 2005,  
and all previous versions

Approved by the AISC Committee on Specifications





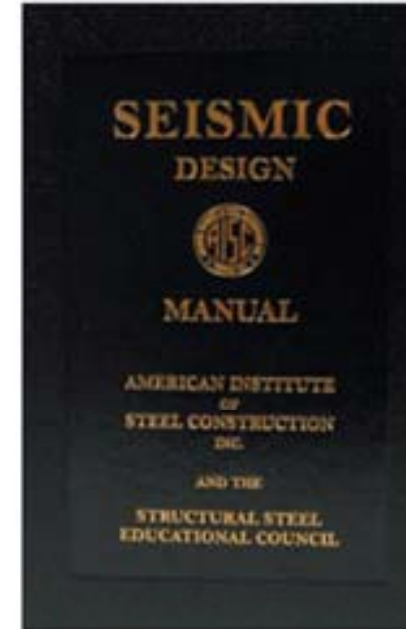
# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

---

- Seismic Design Manual

(Depreme Göre Tasarım Kitapçığı)

ANSI/AISC 341'e göre tasarım örnekleri içerir.



# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

- ANSI/AISC 358-10 Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications

(Süneklik Düzeyi Orta ve Yüksek Çelik Moment Çerçeveler İçin Deprem Yüğü Taşıyan Onaylanmış Moment Birleşimlerinin Tasarımı)

Çelik moment çerçevelerde deprem yükü taşıyan moment birleşimlerinin **LRFD** yöntemine göre tasarımını içerir.

*Not: Bina **LRFD** veya **ASD** tasarım yöntemlerinden herhangi birisine göre tasarlanmış olabilir.*

ANSI/AISC 358-10  
ANSI/AISC 358s1-11  
An American National Standard

## Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications

Including Supplement No. 1

2010  
(includes 2011 supplement)

Supersedes ANSI/AISC 358-05 and ANSI/AISC 358s1-09

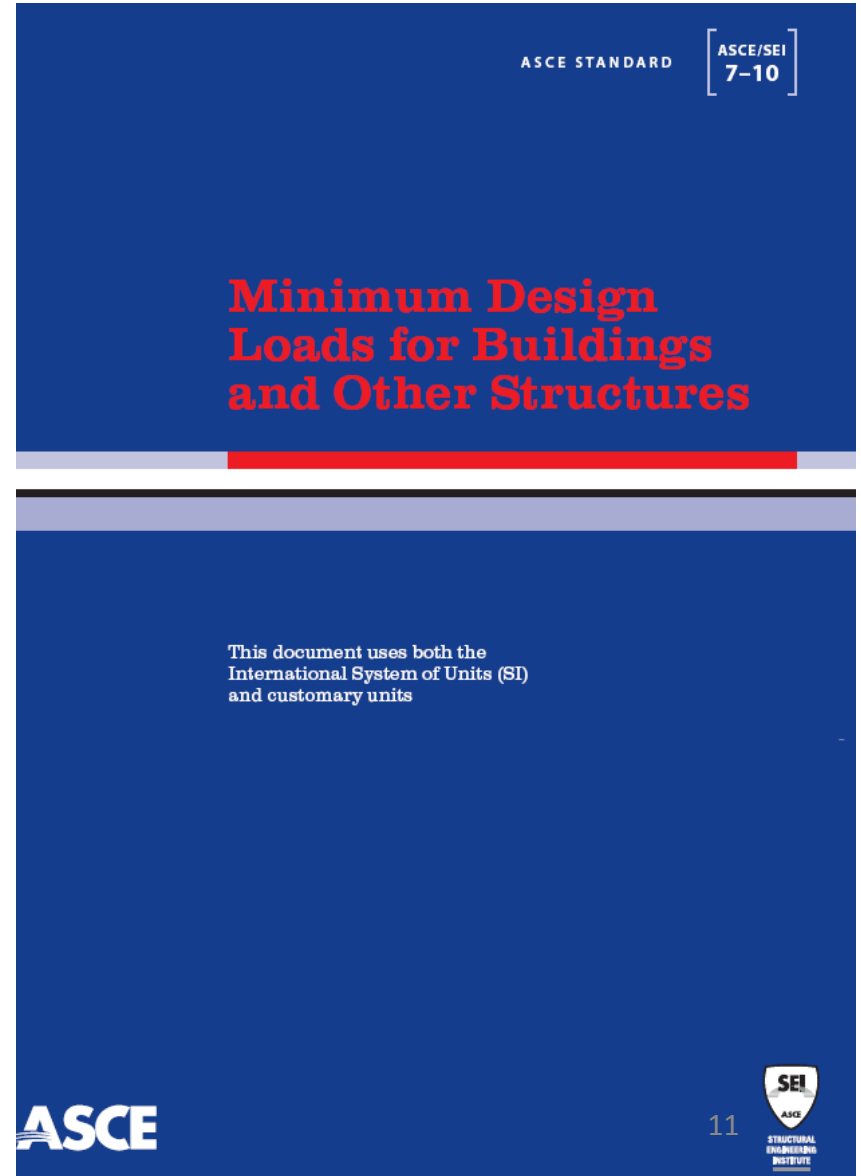
Approved by the AISC Connection Prequalification Review Panel and issued by the AISC Board of Directors



# Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

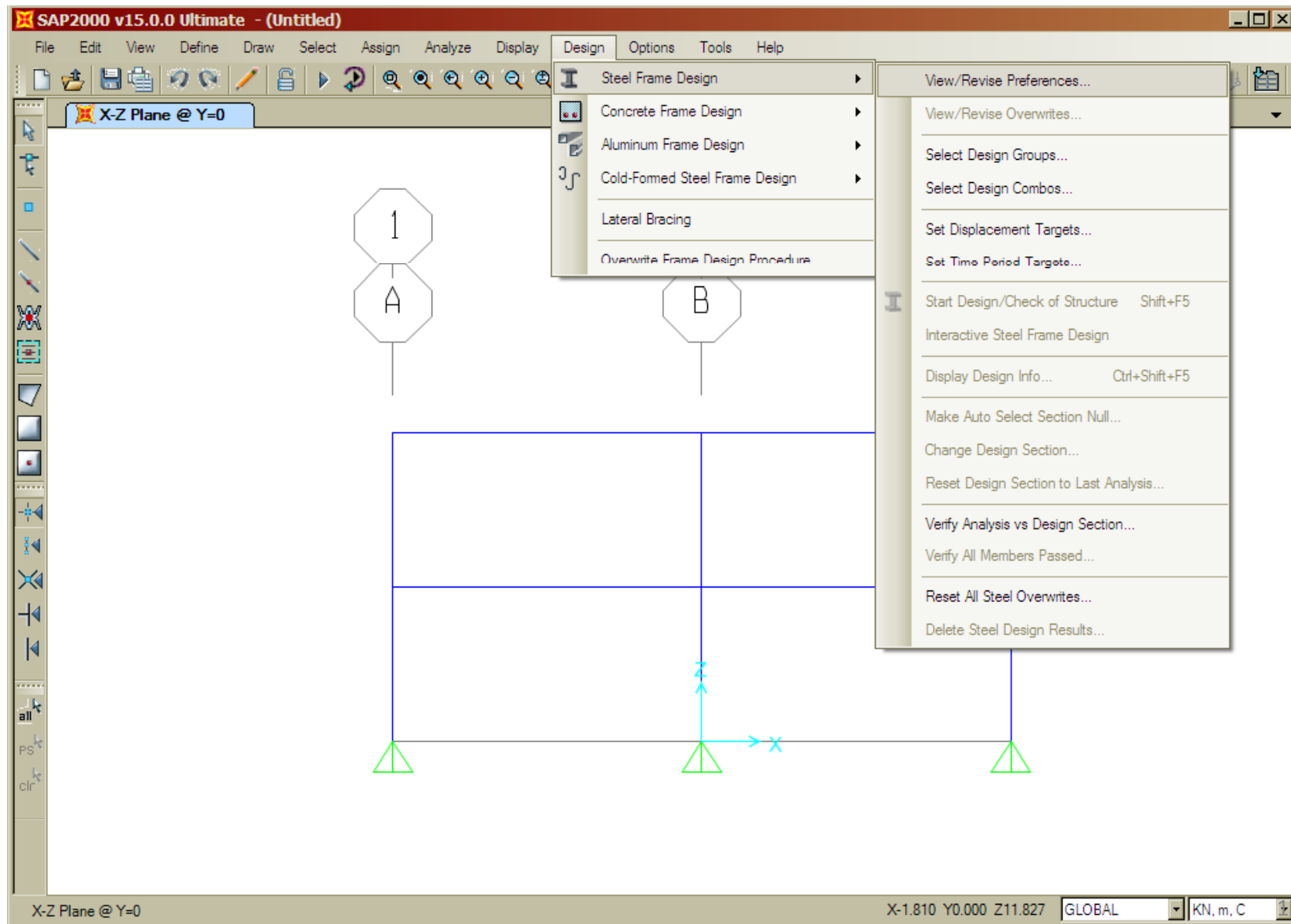
- ASCE/SEI 7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures  
(Binalar ve Diğer Yapılar için Minimum Tasarım Yükleri)

by Structural Engineering Institute of  
American Society of Civil Engineers



- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler

# Tasarım Felsefeleri



# Tasarım Felsefeleri

**Steel Frame Design Preferences for AISC360-05/IBC2006**

Item	Value
1 Design Code	AISC360-05/IBC2006
2 Multi-Response Case Design	AISC360-05/IBC2006
3 Framing Type	AISC-LRFD99
4 Seismic Design Category	AISC-LRFD93
5 Importance Factor	API RP2A-LRFD 97
6 Design System Rho	API RP2A-WSD2000
7 Design System Sds	AS 4100-1998
8 Design System R	ASCE 10-97
9 Design System Omega0	BS5950 90
10 Design System Cd	3.
11 Design System Omega0	5.5
12 Design Provision	LRFD
13 Analysis Method	LRFD
14 Second Order Method	ASD
15 Stiffness Reduction Method	0.9
16 Phi(Bending)	0.9
17 Phi(Compression)	0.9
18 Phi(Tension-Yielding)	0.75
19 Phi(Tension-Fracture)	0.9
20 Phi(Shear)	1.
21 Phi(Shear-Short Webed Rolled I)	0.9
22 Phi(Torsion)	No
23 Ignore Seismic Code?	No
24 Ignore Special Seismic Load?	Yes

**Item Description**  
The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

**Explanation of Color Coding for Values**  
**Blue:** Default Value  
**Black:** Not a Default Value  
**Red:** Value that has changed during the current session

Set To Default Values: All Items, Selected Items  
Reset To Previous Values: All Items, Selected Items

OK Cancel

Ready X-1.860 Y0.000 Z11.852 GLOBAL KN, m, C

# Tasarım Felsefeleri

---

- **ASD (Allowable Stress Design)**

**(artık Allowable Strength Design)**

*Güvenlik Gerilmeleriyle Tasarım (son 110 senedir kullanılıyor)*

- **LRFD (Load and Resistance Factor Design)**

*Yük ve Dayanım Katsayılarıyla Tasarım (Limit Tasarım) (~30 yıldır kullanılıyor)*

***Yapısal tasarım hangi tasarım felsefesi kullanılırsa kullanılsın yeterli güvenliği sağlamalıdır.***

# Tasarım Felsefeleri

---

Tasarımda kontrol edilmesi gereken limit durumlar iki gruba ayrılabilir:

- ***Dayanım (veya güvenlik) limit durumları***

*sünek maksimum mukavemet (plastik mukavemet), burkulma, yorulma, kırılma, vb.*

- ***İşletme Limit Durumları***

*binanın kullanımı ile ilgili durumlar (deplasman, titreşim, kalıcı deformasyon, çatlama vb.)*



# Tasarım Felsefeleri

## Yapısal Güvenlik İçin Genel Tasarım Denklemi

$$\phi R_n \geq \gamma_i Q_i$$

Nominal yüklerin ne kadar fazla, kapasitenin ne kadar az alınacağı yönetmeliklerde belirtilmelidir.

$R_n$  : nominal mukavemet (kesit ve malzeme özellikleri kullanılarak bulunan dayanım)

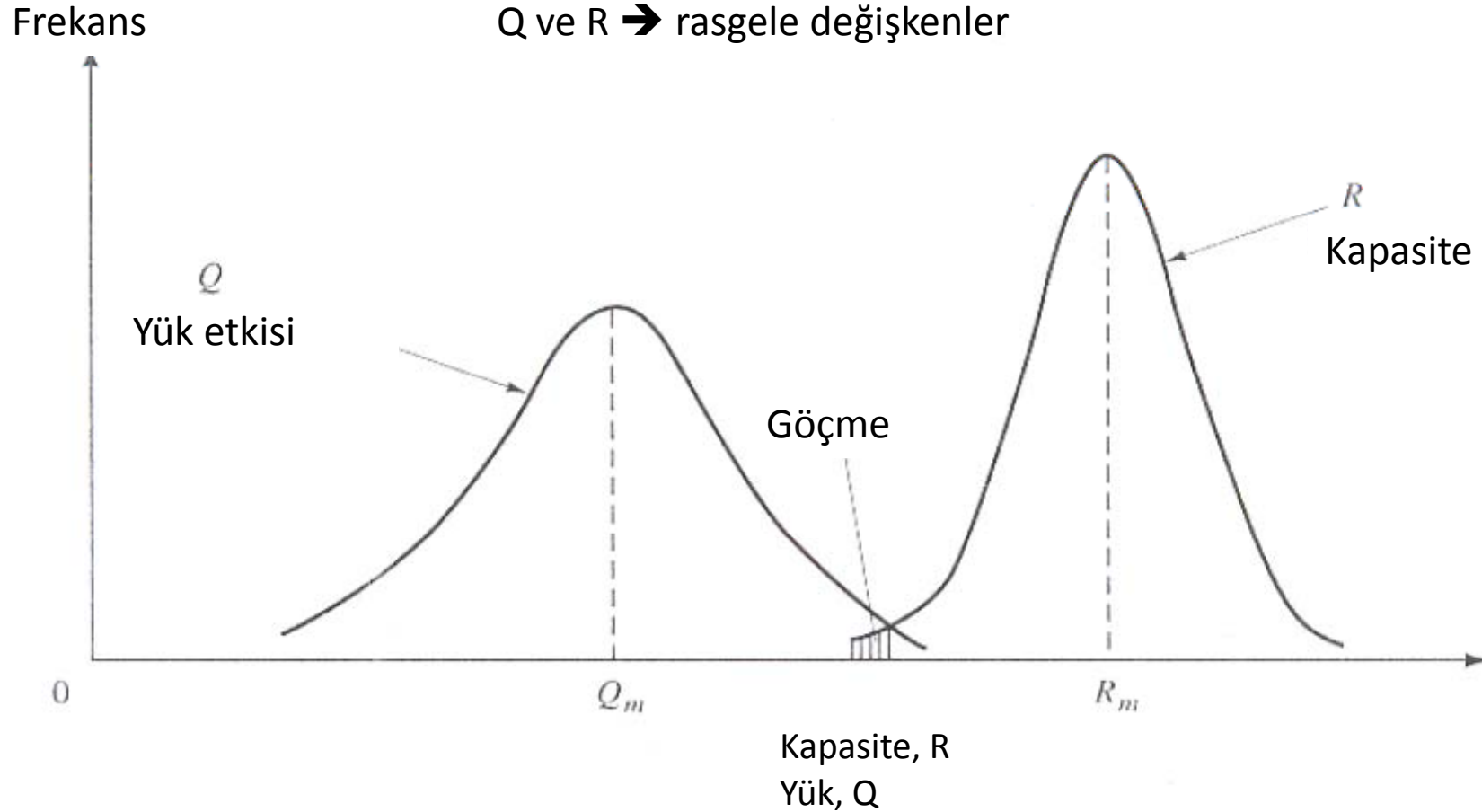
$Q_i$  : farklı yük etkileri (düşey, deprem, hareketli, kar vb.)

$\phi$  : mukavemet azaltma faktörü (eleman boyutlarındaki ve dayanımdaki sapmaları ve işçiliği göz önüne alır)

$\gamma_i$  : yük arttırma faktörü (tasarım aşamasında yüklerin az tahmin edilmesi olasılığını ve gerçek yükleri tahmin etmenin zorluğunu göz önüne alır)

# Tasarım Felsefeleri

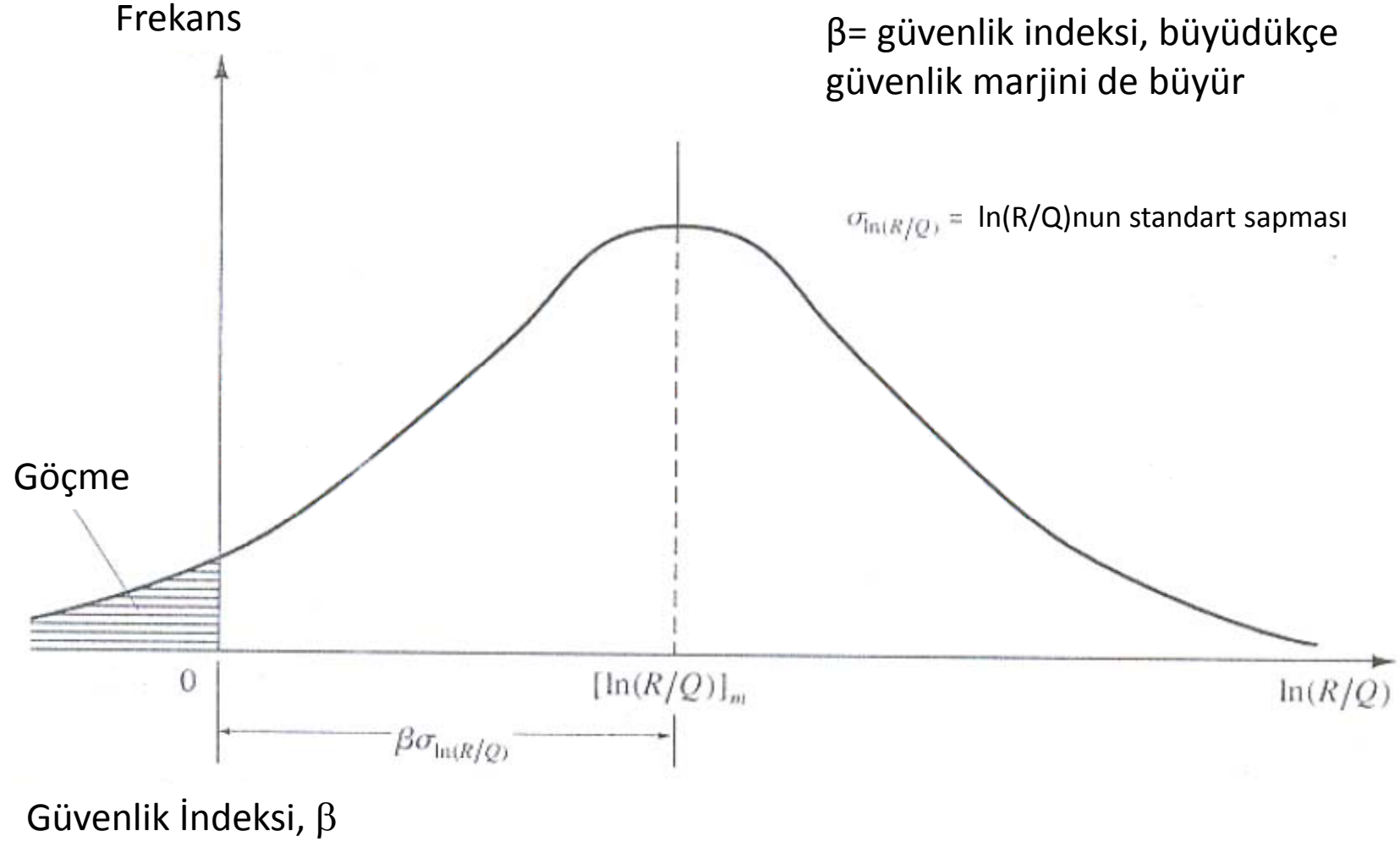
## Yapısal Güvenliğin Probabilistik Değerlendirilmesi



Q ve R'nin frekans dağılımları

# Tasarım Felsefeleri

## Yapısal Güvenliğin Probabilistik Değerlendirilmesi



- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler

# LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

---

## LRFD'nin Genel Formu

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

Yukarıdaki tasarım denklemine göre dayanım ( $\phi R_n$ ), arttırılmış yüklere ( $\sum \gamma_i Q_i$ ) enaz eşit veya büyük olmalıdır. Yük çarpanları ( $\gamma_i$ ) her yük tipi için farklı olabilir.

# LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

## LRFD Yük Kombinasyonları (ASCE/SEI 7-10 Bölüm 2.3)

Yapı ve elamanları için gerekli dayanım, arttırılmış yükleri içeren değişik kritik yük kombinasyonlarından elden edilmelidir.

**1.4D**

**1.2D + 1.6L + 0.5(L<sub>r</sub> or S or R)**

**1.2D + 1.6(L<sub>r</sub> or S or R) + (L or 0.5W)**

**1.2D + 1.0W + L + 0.5(L<sub>r</sub> or S or R)**

**0.9D + 1.0W**

**1.2D + 1.0E + L + 0.2S**

**0.9D + 1.0E**

*E*'li Yük  
Kombinasyonları

D : Ölü Yük

L : Hareketli Yük

L<sub>r</sub> : Çatı Hareketli Yükü

W : Rüzgar Yükü

S : Kar Yükü

E : Deprem Yükü

R : Yağmur veya Buz Yükü

# LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

---

## TS500 Yük Kombinasyonları (2000) (Betonarme Yapılar İçin):

$$1.4D + 1.6L$$

$$1.0D + 1.3L + 1.3W$$

$$0.9D + 1.3W$$

$$1.0D + 1.0L + 1.0E$$

$$0.9D + 1.0E$$

*E*'li Yük  
Kombinasyonları

- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler



# ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

ASD'nin Genel Formu:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

$$\frac{\phi R_n}{\gamma} = \frac{R_n}{\Omega} \geq \sum Q_i$$

$$\Omega = \frac{\gamma}{\phi} \quad \text{Güvenlik katsayısı}$$

ASD yönteminde bütün yüklerin aynı ortalama değişkenliğe (sapmaya) sahip olduğu kabul edilir.

# ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

## ASD Yük Kombinasyonları (ASCE/SEI 7-10 Bölüm 2.3)

Yapı ve elamanları için gerekli mukavemet, nominal yükleri içeren değişik kritik yük kombinasyonlarından elde edilmelidir.

**D**

**D + L**

**D + (L<sub>r</sub> or S or R)**

**D + 0.75L + 0.75(L<sub>r</sub> or S or R)**

**0.6D + W**

**D + 0.75(0.6W) + 0.75L + 0.75(L<sub>r</sub> or S or R)**

**D + (0.6W or 0.7E)**

**D + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75S**

**0.6D + 0.7E**

D : Ölü Yük

L : Hareketli Yük

L<sub>r</sub> : Çatı Hareketli Yükü

W : Rüzgar Yükü

S : Kar Yükü

E : Deprem Yükü

R : Yağmur veya Buz Yükü

*E*'li Yük  
Kombinasyonları

# ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

## Deprem Yönetmeliği ve TS648'e Göre Yük Kombinasyonları:

$$G + Q$$

$$G + Q \pm E_x \pm 0.3E_y$$

$$G + Q \pm 0.3E_x \pm E_y$$

$$0.9G \pm E_x \pm 0.3E_y$$

$$0.9G \pm 0.3E_x \pm E_y$$

*E*'li Yük  
Kombinasyonları

$$G + Q \pm W_x$$

$$G + Q \pm W_y$$

$$0.9G \pm W_x$$

$$0.9G \pm W_y$$

# ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım

## TS648 ve Deprem Yönetmeliği'nde (2007) Güvenlik Gerilmeleriyle Tasarım İçin Önerilen Yük Kombinasyonları ve ASCE 7-10'nun Karşılaştırılması:

<u>TS648 ve Deprem Yönetmeliği</u>	<u>ASCE 7-10 (ASD Yöntemine Göre)</u>	<u>Uzgider vd.</u>
$G + Q$	$D$	$D$
$G + Q \pm E_x \pm 0.3E_y$	$D + L$	$D + L + (L_r \text{ veya } S)$
$G + Q \pm 0.3E_x \pm E_y$	$D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	$D + L + (L_r \text{ veya } S)$
$0.9G \pm E_x \pm 0.3E_y$	$D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	$D + L + S + W/2$
$0.9G \pm 0.3E_x \pm E_y$	$0.6D + W$	$D + L + S/2 + W$
$G + Q \pm W_x$	$D + 0.75(0.6W) + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$	$0.9D + E/1.4$
$G + Q \pm W_y$	$D + (0.6W \text{ or } 0.7E)$	$D + L + S + E/1.4$
$0.9G \pm W_x$	$D + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75S$	$D + (W \text{ veya } E/1.4)$
$0.9G \pm W_y$	$0.6D + 0.7E$	$D + L + (W \text{ veya } E/1.4)$



emniyet gerilmeleri düşey yük+deprem yüklemeleri için %33 arttırılabilir



emniyet gerilmeleri düşey yük+deprem yüklemeleri için %33 arttırılmamalıdır

**Not:** TS648 ve Deprem Yönetmeliği'nin önerdiği yük kombinasyonlarına göre tasarımda emniyet gerilmelerinin düşey yük+rüzgar yüklemeleri için %15, düşey yük+deprem yüklemeleri için %33 arttırılmasına müsaade edilmektedir. Birleşim ve eklerin tasarımında ise her iki yükleme durumu için izin verilen artış %15'dir. ASD yöntemi kullanılması halinde emniyet gerilmeleri arttırılmamalıdır.

- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler

# Plastik Tasarım

---

Plastik tasarım, limit tasarımın özel bir durumudur. Limit tasarım mukavemeti, plastik momentine , $M_p$ , erişilmiş durumu gösterir. Plastik moment mukavemeti,  $M_p$ , eleman enkesitindeki bütün liflerde gerilme  $F_y$ 'ye ulaştığı andaki moment mukavemetini gösterir.

Plastik tasarımda diğer limit durumlara (instabilite, yorulma, gevrek kırılma vb.) izin verilmez. Eğilmeye çalışan elemanlarda (kiriş ve kolonlar ) tasarım denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

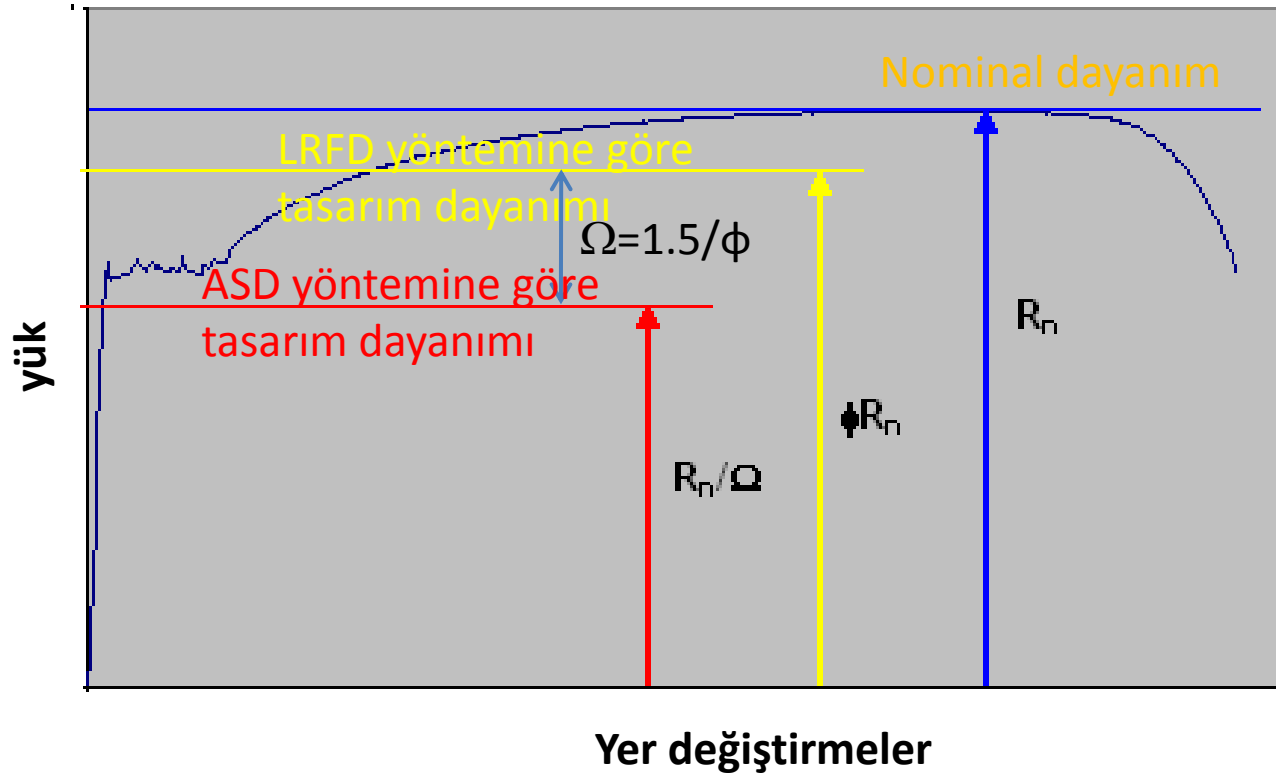
$$M_p \geq 1.7 \sum Q_i$$

$$R_n = M_p$$
$$\gamma / \phi = 1.7$$

Görüldüğü gibi, plastik tasarım limit tasarımın özel bir durumudur ve LRFD tarafından daha rasyonel bir şekilde kullanılmaktadır. Yani, plastik tasarım LRFD'nin bir parçasıdır..

- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

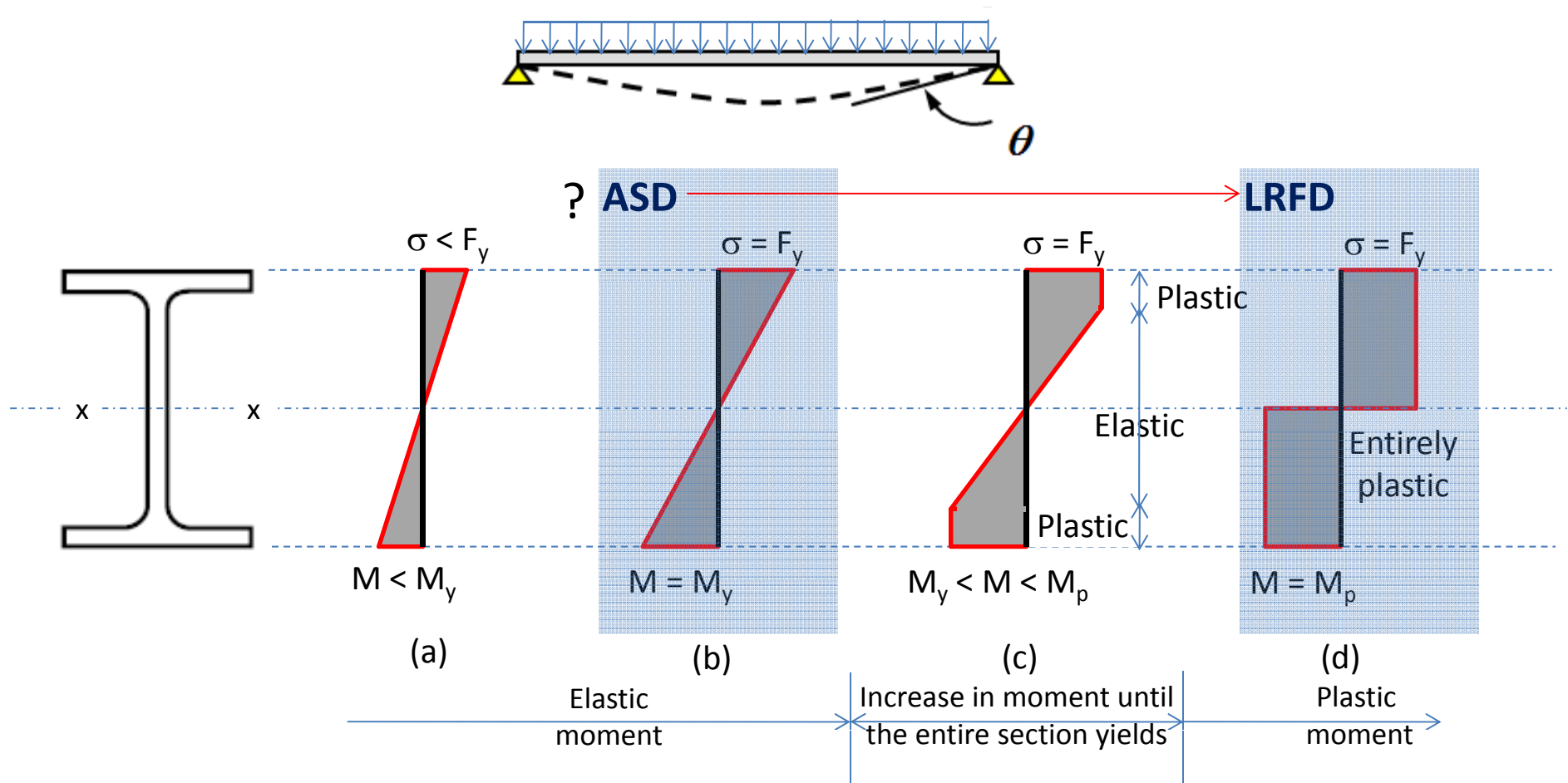


LRFD yöntemine göre tasarım mukavemeti  
ASD yöntemine göre tasarım mukavemeti

$$= \Omega \phi = 1.5$$



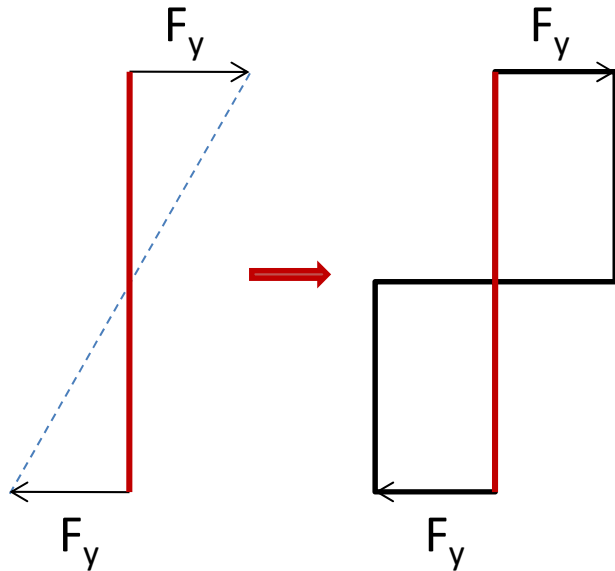
# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması



Normal Stress Distribution at different stages of loading of an I-shaped section

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

## ASD



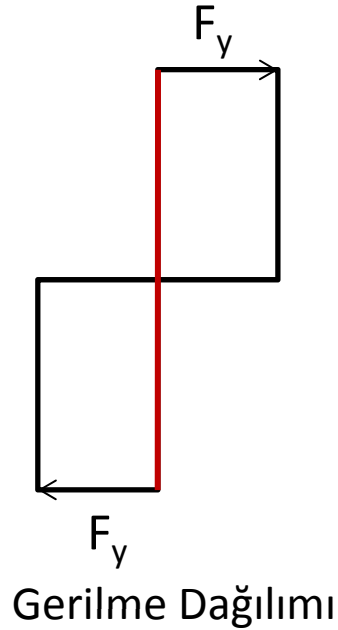
Gerilme Dağılımı

$\Omega = 1.67$  { Yüklerin nominal değerinden %40 fazla, ve kapasitenin de nominal değerinden %15 daha az olduğu kabulüyle çekme elemanları ve kirişler için

$\Omega =$  { 1.92, for long columns  
2.0~3.0, connections

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

## LRFD



Dayanım azaltma katsayısı  $\phi$  eleman tipine ve göz önüne alınan limit duruma göre değişir:

### Çekme Elemanları

$\phi_t=0.90$  akma limit durumu için

$\phi_t=0.75$  kırılma limit durumu için

### Basınç Elemanları

$\phi_c=0.90$

### Kirişler

$\phi_b=0.90$  eğilme için

$\phi_v=0.90$  kesme için

### Kaynaklar

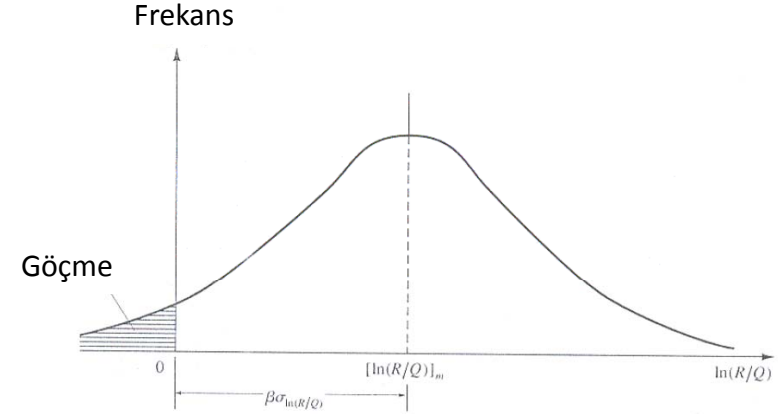
$\phi$ =etki eden kuvvet tipiyle aynı, çekme, shear, vb.

### Bulonlar

$\phi=0.75$

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

LRFD'deki dayanım azaltma katsayıları,  $\phi$ , şu  $\beta$  değerlerini verir:



Yük Kombinasyonları	Güvenlik İndeksi, $\beta$
Ölü yük + Hareketli Yük (veya kar yükü)	3 elemanlar için 4.5 birleşimler için
Ölü yük + Hareketli Yük + Rüzgar yükü	2.5 elemanlar için
Ölü yük + Hareketli Yük + Deprem Yükü	1.75 birleşimler için

*Not: Rüzgar ve deprem yükleri için güvenlik indeksi daha düşüktür, çünkü tüm düşey yükler yapıda mevcutken aynı anda şiddetli bir rüzgarın esmesi veya deprem hareketi olması olasılığı daha düşüktür. Güvenlik indeksinin birleşimler için yüksek olmasının sebebi ise birleşimleri elemanlardan daha güçlü yapmaktır.*

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

---

- ✓ LRFD, ASD'ye göre belirsizliklerin ve çelik elemanların gerçek davranışlarının gözönüne alınmasında daha gerçekçidir.
- ✓ Düşük L/D oranları için LRFD'yi kullanmak daha ekonomiktir, yüksek L/D oranları için ( $L/D \approx 3$ ) LRFD, ASD'den biraz daha fazla maliyete sebep olur
- ✓ LRFD betonarme yapıların tasarımında kullanılan Limit Tasarım yöntemi gibi bir başka tasarım yöntemidir
- ✓  $\gamma_i$  and  $\phi$ 'yi değiştirmek ASD'deki  $\Omega$ 'yı değiştirmekten daha rasyoneldir
- ✓ LRFD her yük tipi için farklı yük arttırma katsayısı ve dayanım için farklı dayanım azaltma katsayısı kullanır. Yük arttırma katsayısı ve dayanım azaltma katsayısı değişik yükleme durumlarındaki ve dayanımdaki belirsizlik derecesini tanımlar. Yani, üniform bir güvenlik mümkündür.

# LRFD & ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

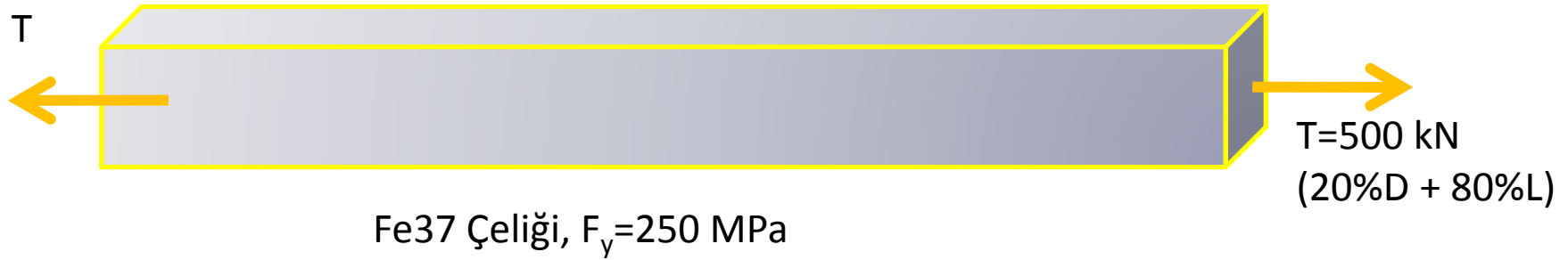
---

- ✓ LRFD ve ASD farklı limit durumlar kabul eder (elastik ve plastik); en önemli fark ise yükler ve kapasitenin gözönüne alınmasıdır.
- ✓ LRFD genel olarak dayanıma göre limit kapasite tasarımı açısından gerçek yapı davranışıyla daha uyumludur. kolaylıkla geliştirilebilir yük ve mukavemet faktörlerinin belirlenmesi konusunda hala çalışılmaktadır.
- ✓ ASD onlarca yıldır süren bir eğitim süreci nedeniyle tecrübeli bir çok mühendis tarafından hala kullanılmaktadır.
- ✓ Göçme modları açısından her iki yaklaşım da esas olarak aynıdır.

- 
- Yönetmelik Nedir?
  - Çelik Yapıların Tasarımında En Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - Çelik Yapılarda Kullanılan Tasarım Felsefeleri
  - LRFD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - ASD Tasarım Felsefesine Göre Tasarım
  - Plastik Tasarım
  - LRFD ve ASD Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması
  - Örnekler

# Örnek 1:

---



İstenen :  $A$  (kesit alanı) = ? (LRFD ve ASD yöntemlerine göre)



# Çözüm :

---

(1) LRFD

$$\phi R_n = \sum \gamma_i Q_i$$

$$\phi R_n = \underline{0.9 A F_y}$$

$$\sum \gamma_i Q_i = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.4\{(20\%)500\}=140 \text{ kN} \\ \{1.2(20\%) + 1.6(80\%)\}500=\underline{760 \text{ kN}} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow 0.9A(250) = 760 \times 10^3 \quad \longrightarrow \quad \underline{A=3378 \text{ mm}^2}$$

# Çözüm :

---

(2) ASD

$$\frac{\phi R_n}{\gamma} = \frac{R_n}{\Omega} \geq \Sigma Q_i$$

$$R_n = F_n = A(250) \times 10^3 \text{ kN}$$

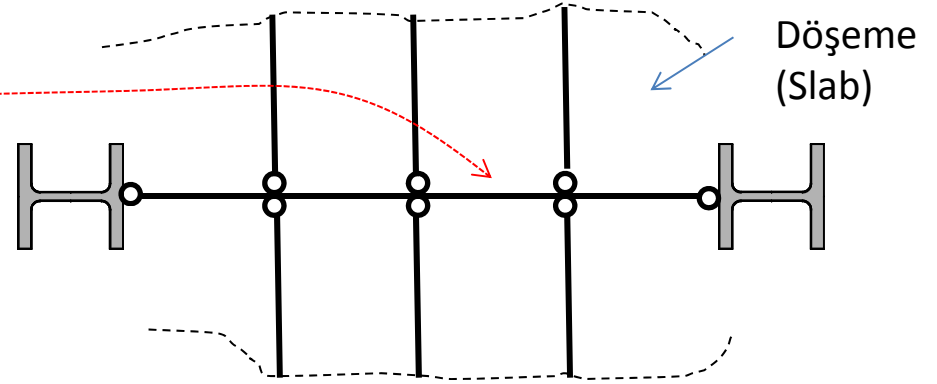
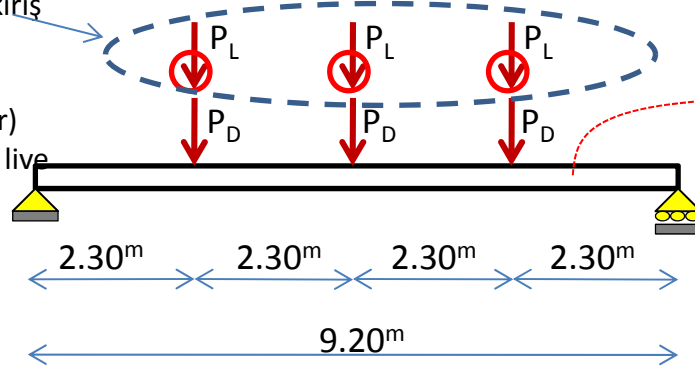
$$\Omega = 1.67$$

$$\Sigma Q_i = 500 \text{ kN}$$

$$\frac{A(250) \times 10^3}{1.67} = 500 \quad \longrightarrow \quad \underline{A=3340 \text{ mm}^2}$$

# Örnek 2:

Hareketli yükler (kiriş boyunca hareket ediyorlar) (moving live loads)



Kat Planı (Floor Plan)

**Verilenler (Given) :**  $P_D=90$  kN (Ölü Yük - Dead Load)

$P_L=45$  kN (2.30m aralıklı bir dizi hareketli yük)

(a series of live load with 2.30 m spacing)

Kiriş (Beam) → kat döşemesi tarafından tamamen yanall olarak desteklenmiş  
fully laterally supported by floor system

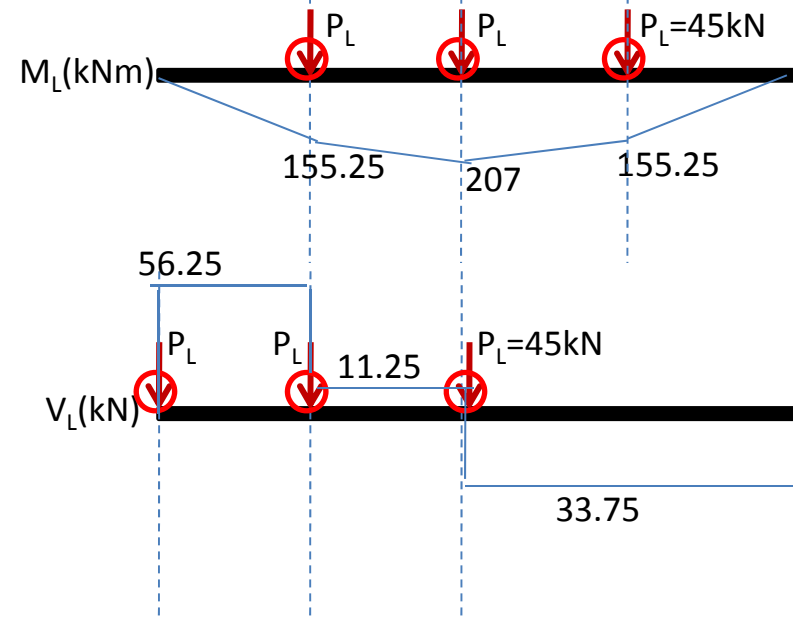
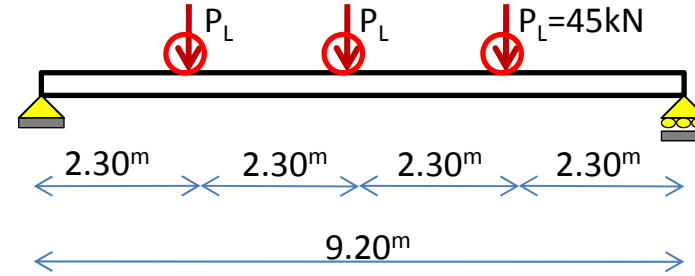
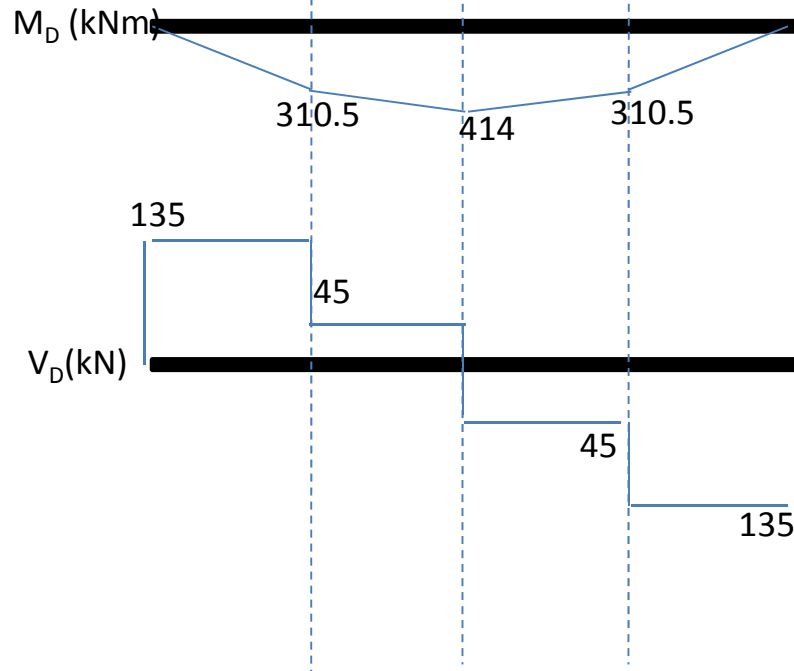
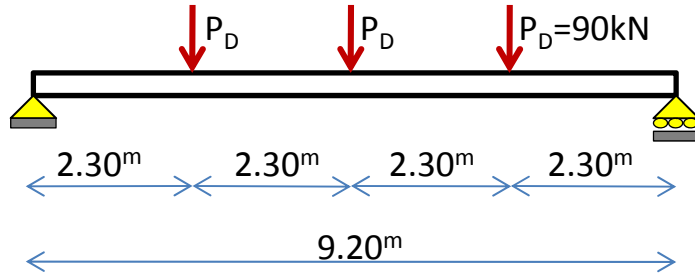
Çelik Sınıfı (Steel Grade) → Fe52 (A992Grade50) ( $F_y=345$  Mpa)

**İstenen (Required):** En hafif W kesit

Lightest W section

# Çözüm :

## 1. Statik Analiz ile İstemlerin Belirlenmesi (Demand Evaluation through Structural Analysis)



# Çözüm :

---

## 1. Statik Analiz ile İstemlerin Belirlenmesi (Demand Evaluation through Structural Analysis)

$$M_u = 1.2M_D + 1.6M_L = 1.2(414) + 1.6(207) = 828 \text{ kNm}$$

$$V_u = 1.2V_D + 1.6V_L = 1.2(135) + 1.6(56.25) = 255 \text{ kN}$$

LRFD

$$M_a = M_D + M_L = 414 + 207 = 621 \text{ kNm}$$

$$V_a = V_D + V_L = 135 + 56.25 = 191.25 \text{ kN}$$

ASD

# Çözüm :

## 2. Eğilme Momentine Göre Kiriş Kesitinin Belirlenmesi (Design the beam by bending moment)

### LRFD

$$\phi_b M_n = M_u$$
$$\phi_b F_y Z_x = M_u \Rightarrow Z_x = \frac{M_u}{\phi_b F_y}$$

$$Z_x = \frac{828 \times 10^6}{0.9(345)} = 2,667 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

**W610x101** →  $Z_x = 2,900 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
 $I_x = 764 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 $d = 603 \text{ mm}$   
 $t_w = 10.5 \text{ mm}$   
 $t_f = 14.9 \text{ mm}$   
 $b_f = 228 \text{ mm}$   
 $k = 35 \text{ mm}$

### ASD

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = M_a$$
$$\frac{F_y Z_x}{1.67} = M_a \Rightarrow Z_x = \frac{1.67 M_a}{F_y}$$

$$Z_x = \frac{1.67(621 \times 10^6)}{345} = 3,006 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

**W610x113** →  $Z_x = 3,290 \times 10^3 \text{ mm}^3$   
 $I_x = 875 \times 10^6 \text{ mm}^4$   
 $d = 608 \text{ mm}$   
 $t_w = 11.2 \text{ mm}$   
 $t_f = 17.3 \text{ mm}$   
 $b_f = 228 \text{ mm}$   
 $k = 37 \text{ mm}$

Not: kesme kuvveti, sehim ve tekil yükler altında kiriş enkesitinde göçme tahkikleri de yapılmalıdır.

# Kaynaklar:

---

- Shen, J., Advanced Steel Structures, Class Notes, IIT, 2009.
- Salmon, C.G. and Johnson, J.E., Steel Structures, Happer Collins.
- AISC, Manual of Steel Construction, 13rd Edition.