

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

Dayanım Esaslı Tasarım Felsefesi ve  
ideCAD Çelik  
ile Tasarım Yapılan Yönetmelikler

Hazırlayan: Nurgül Kaya

[www.idecad.com.tr](http://www.idecad.com.tr)

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Konu başlıklarları

- I. Dayanım Esaslı Tasarımın Gelişim Süreci
- II. Çelik Yapıların Tasarımında Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler
  - III. GKT ve YDKT Tasarım Felsefeleri
  - IV. ASD ve LRFD Tasarım Felsefeleri
  - V. TS EN 1993-1-1 Tasarım Felsefesi
  - VI. Yönetmeliklerin Karşılaştırılması
  - VII. Örnek Çözüm

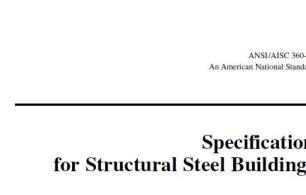
Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Dayanım Esaslı Tasarımın Gelişim Süreci

### Çelik Yapı Tasarımında Temel İlkeler

- Günümüzde çelik eleman ve birleşimlerin tasarımında kullanılan 2 ana ilke vardır:
  - 1)Güvenlik Gerilmeleri (Güncel hali – Güvenlik Dayanımı) ile Tasarım
  - 2)Taşıma Gücü (Limit Tasarım = Yük ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım)



ÇELİK YAPILARIN TASARIM,  
HESAP VE YAPIM ESASLARINA  
DAİR YÖNETMELİK

### UYGULAMA KİLAVUZU

2017

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Dayanım Esaslı Tasarımın Gelişim Süreci

### Dayanım Esaslı Tasarım İçeren Yönetmelikler

- Amerika : LRFD – 89 ‘dan itibaren; AISC 360-05, AISC 360-10, AISC 360-16
- Avrupa : EN 1993; EN 1993-2005
- Avustralya : AS 4100 – 1998; AS 4100 – 2012
- Kanada : CSA S16-09; CSA S16-14
- Türkiye : TS 648 (1980); TÇY 2016

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Çelik Yapıların Tasarımında Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

### Tasarım Yöntemleri

- Güvenlik Gerilmeleri ile Tasarım - ASD 89 ve TS 648

$$\sigma \leq \sigma_{em} = \frac{F_{lim}}{\Omega}$$

- Güvenli Dayanım ile Tasarım - AISC 360-16 ASD ve TÇY 2016 GKT

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega}$$

- Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım - AISC 360-16 LRFD; TÇY 2016 YDKT ve EN 1993-1-1

$$R_u \leq \phi R_n$$

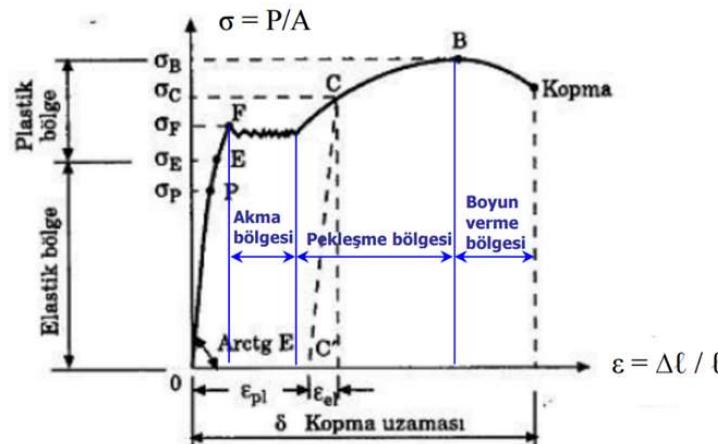
Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Çelik Yapıların Tasarımında Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

### Yapısal Güvenlik

- Yapı, taşıyıcı eleman veya birleşimin güvenliği; tasarımda dikkate alınan ihtiyaçları karşılama yeterliliğidir.
- Yapısal güvenlik; yükler, geometri, sınır şartlar, malzemelerin farklı davranışları nedeniyle olasılık analizi gerektirir.
- Yapısal güvenlik; yapının kullanılabilirlik ve dayanıklılığını kapsar.



Her şey hesapladığınız gibi!

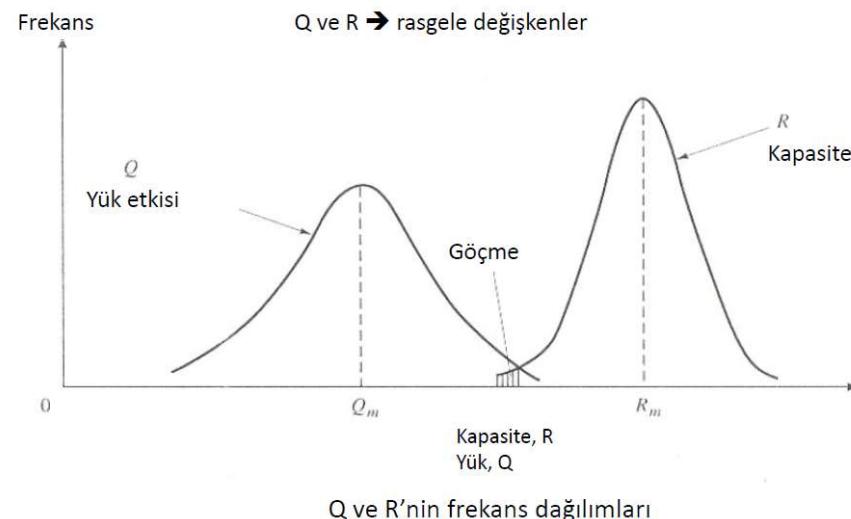
ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Çelik Yapıların Tasarımında Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

### Yapısal Güvenlik

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

- Yapıya etkiyen yüklerin; belirli bir katsayı ile artırılması ve yapı elemanlarının kapasitesinin belirli katsayılar ile azaltılması yönetmeliklerce belirtilir.
- Yukarıdaki formülde de görüldüğü gibi farklı yükler ( düşey, sabit, hareketli , kar, rüzgar ve deprem vb.) tasarım mühendisinin yük tahminini eksik yapması olasılığına karşılık yük artırma katsayıları ile çarpılır.



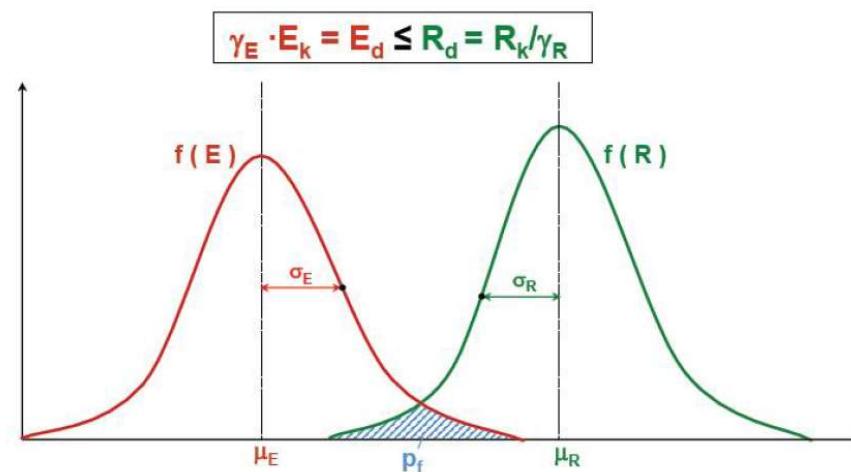
Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Çelik Yapıların Tasarımında Yaygın Olarak Kullanılan Yönetmelikler

### Yapısal Güvenlik

- Kesit ve malzeme özelliklerine bağlı olarak belirlenen kapasite ise malzeme özelliklerindeki sapmalar, üretim hataları vb. etkiler göz önüne alınarak belirlenen azaltma katsayısı ile çarpılır.



## GKT ve YDKT Tasarım Felsefeleri

### GKT ile Tasarım

- Güvenlik Katsayıları ile Tasarım; tüm yapısal elemanlar için güvenli dayanım değerinin, yönetmelikte bahsedilen yükler ve yük kombinasyonları altında hesaplanan gereklili dayanıma eşit veya büyük olması ilkesine dayanmaktadır.

(1)  $G$

(2)  $G + Q$

(3)  $G + (Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(4)  $G + 0.75Q + 0.75(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(5a)  $G + 1.0W$

(5b)  $G + 0.7\rho E$

(6a)  $G + 0.75Q + 0.75(W) + 0.75(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(6b)  $G + 0.75Q + 0.75(0.7\rho E) + 0.75(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(7)  $0.6G + W$

(8)  $0.6G + 0.7\rho E$

#### 5.2.3 – Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT)

*Güvenlik Katsayıları ile Tasarım* (GKT), tüm yapısal elemanlar için, güvenli dayanım,  $R_a/\Omega$ ının bu tasarım yöntemi için öngörülen ve Bölüm 5.3.2 de verilen GKT yük birleşimleri altında hesaplanan gereklili dayanım,  $R_a$ , değerine eşit veya daha büyük olması prensibine dayanmaktadır.

Buna göre, tasarım Denk.(5.2) de verilen koşula uygun olarak gerçekleştirilecektir.

$$R_a \leq \frac{R_k}{\Omega} \quad (5.2)$$

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

$R_a$  : GKT yük birleşimi ile belirlenen gereklili dayanım.

$R_k$  : Karakteristik dayanım.

$\Omega$  : Güvenlik katsayısı.

$R_k/\Omega$  : Güvenli dayanım.

Karakteristik dayanım,  $R_k$ , ve güvenlik katsayısı,  $\Omega$ , ilgili bölümlerde (Bölüm 7 – 14 ve 16) açıklanmaktadır.

- GKT yük analizinde; bütün yük tipleri için aynı ortalama sapma değerini kullanır.

## GKT ve YDKT Tasarım Felsefeleri

### YDKT ile Tasarım

- Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım; tüm yapısal elemanlar için tasarım dayanım değerinin, yönetmelikte bahsedilen yükler ve yük kombinasyonları altında hesaplanan gerekli dayanıma eşit veya büyük olması ilkesine dayanmaktadır.

(1)  $1.4G$

(2)  $1.2G + 1.6Q + 0.5(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(3)  $1.2G + 1.6(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R) + (Q \text{ veya } 0.8W)$

(4)  $1.2G + 1.6W + 1.0Q + 0.5(Q_f \text{ veya } S \text{ veya } R)$

(5)  $1.2G + 1.0\rho E + 1.0Q + 0.2S$

(6)  $0.9G + 1.6W$

(7)  $0.9G + 1.0\rho E$

- YDKT; her yük tipi için farklı yük artırma katsayısı ve dayanım için farklı dayanım azaltma katsayısı kullanılır. Uniform bir güvenlik sağlar.

#### 5.2.2 – Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT)

*Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım* (YDKT), tüm yapısal elemanlar için, tasarım dayanımı,  $\phi R_n$  nin bu tasarım yöntemi için öngörülen ve **Bölüm 5.3.1** de verilen YDKT yük birleşimleri altında hesaplanan gerekli dayanım,  $R_u$ , değerine eşit veya daha büyük olması prensibine dayanmaktadır.

Buna göre, tasarım **Denk.(5.1)** de verilen koşula uygun olarak gerçekleştirilecektir.

$$R_u \leq \phi R_n \quad (5.1)$$

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

$R_u$  : YDKT yük birleşimi ile belirlenen gerekli dayanım.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## ASD ve LRFD Tasarım Felsefeleri

### ASD ile Tasarım

- Allowable Strength Design (Emniyetli Dayanım ile Tasarım); tüm yapısal elemanlar için tasarım dayanım değerinin, yönetmelikte bahsedilen yükler ve yük kombinasyonları altında hesaplanan gereklili dayanıma eşit veya büyük olması ilkesine dayanmaktadır.

$$R_a \leq \frac{R_n}{\Omega}$$

1.  $D$
2.  $D + L$
3.  $D + (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
4.  $D + 0.75L + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $D + (0.6W \text{ or } 0.7E)$
- 6a.  $D + 0.75L + 0.75(0.6W) + 0.75(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
- 6b.  $D + 0.75L + 0.75(0.7E) + 0.75S$
7.  $0.6D + 0.6W$
8.  $0.6D + 0.7E$

- ASD yük analizinde; bütün yük tipleri için aynı ortalama sapma değerini kullanır.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## ASD ve LRFD Tasarım Felsefeleri

LRFD ile Tasarım

- Load and Resistance Factor Design (Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım); tüm yapısal elemanlar için tasarım dayanım değerinin, yönetmelikte bahsedilen yükler ve yük kombinasyonları altında hesaplanan gereklili dayanıma eşit veya büyük olması ilkesine dayanmaktadır.

$$R_u \leq \phi R_n$$

1.  $1.4D$
2.  $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
3.  $1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5W)$
4.  $1.2D + 1.0W + L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
5.  $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
6.  $0.9D + 1.0W$
7.  $0.9D + 1.0E$

- LRFD; her yük tipi için farklı yük artırma katsayısı ve dayanım için farklı dayanım azaltma katsayısı kullanılır. Uniform bir güvenlik sağlar.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## TS EN 1993-1-1 Tasarım Felsefesi

### EN 1993-1-1

- EN 1993-1-1 taşıma gücü yöntemine uygun olarak yapıya uygulanan yükün, yapının dayanımını aşmamalıdır.
- EN 1993-1-1; farklı yük tiplerinin farklı olusma olasılıkları ve farklı derecede değişkenlikleri olduğunu kabul eder.

Ölu Yük Durumu: : 1.35G

Ölu Yük ve Hareketli Yük Durumu : 1.35G+1.5Q

Ölu Yük ve Rüzgar Yükü Durumu : 1.35G± 1.5W

Ölu Yük ve Rüzgar Yükü Durumu : 1.00G± 1.5W

Ölu Yük, Rüzgar Yükü ve Hareketli Yük : 1.35G+1.35Q± 1.35W

Deprem Yükü Durumunda : 1.0G± 1.0A<sub>Ed</sub>

Ölu Yük, Deprem Yükü ve Hareketli Yük: :1.0G± 1.0A<sub>Ed</sub>± 1.0×0.3Q

- Yüklerin beklenen değerin üzerinde olusma durumları ve olasılıklarının da farklı olabileceğini kabul eder. Tüm bu nedenlerden ötürü farklı yükler için farklı yük kombinasyonları kullanılır.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

### Yönetmeliklerin Sınır Durum Katsayıları

Sınır Durum	Güvenlik Katsayıları $\Omega$		Dayanım Katsayıları $\Phi$		EN 1993-1-1	$\Omega * \Phi$
	GKT	ASD	YDKT	LRFD		
Çekme - Akma	1.67	1.67	0.90	0.90	1.0	1.50
Çekme - Kırılma	2.0	2.0	0.75	0.75	1.25	1.50
Basınç	1.67	1.67	0.90	0.90	1.0	1.50
Eğilme	1.67	1.67	0.90	0.90	1.0	1.50
Eğilmeli Burkulma	1.67	1.67	0.90	0.90	1.0	1.50
Kayma	1.67	1.67	0.90	0.90	1.0	1.50

$$\text{LRFD} - \text{YDKT göre tasarım dayanımı} = \Omega * \phi = 1.5 \quad \text{EN 1993-1-1 göre tasarım dayanımı} = \Omega = 1.67$$

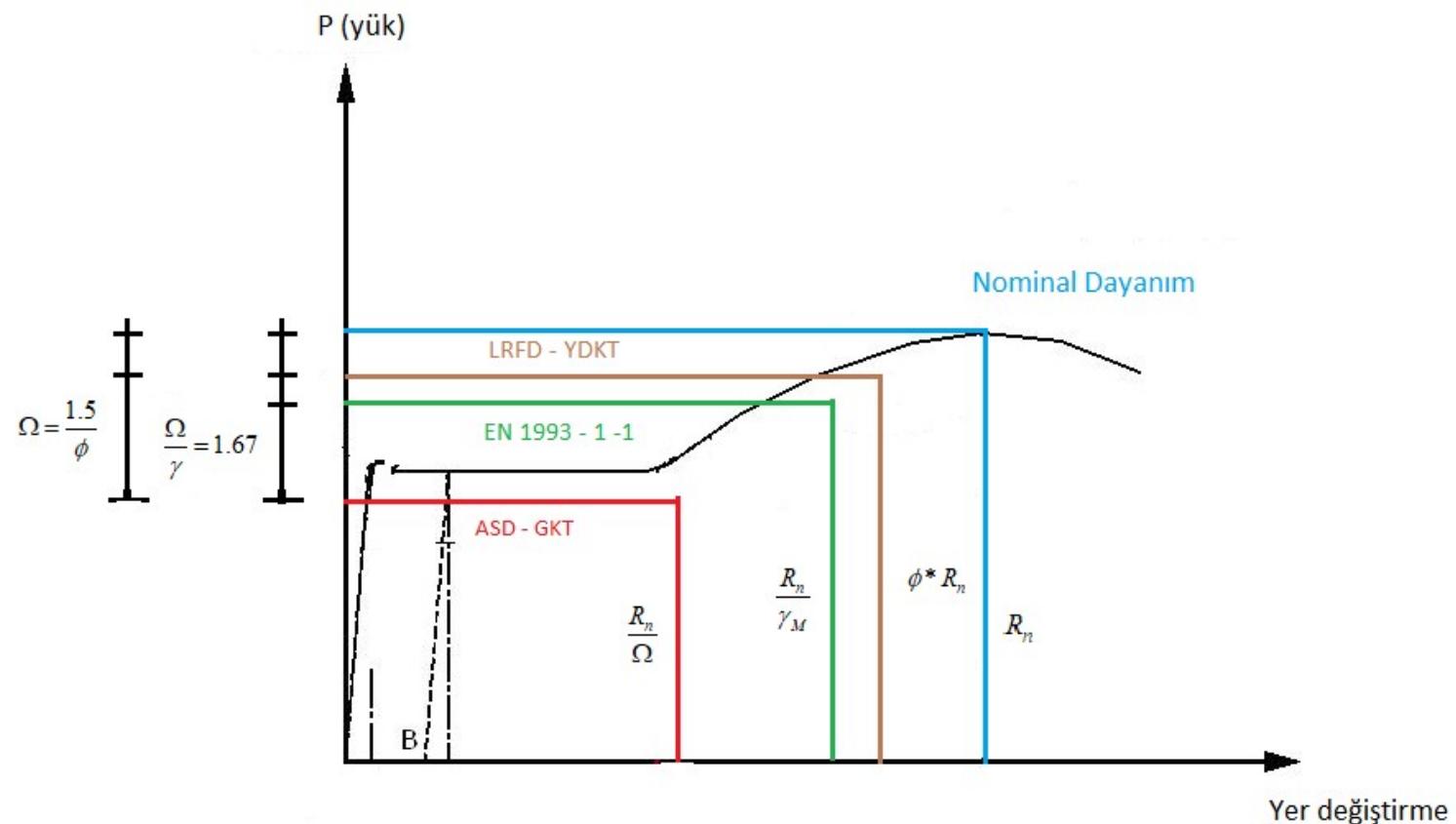
ASD - GKT göre tasarım dayanımı X

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

### Yönetmeliklerin Sınır Durum Katsayıları



Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

### Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

- LRFD – YDKT; yük tahmini ve güvenlik katsayılarının belirlenmesinde gerçekleştirilen hassas istatiksel çalışmalar sayesinde daha gerçekçi yükleme kombinasyonları ile ASD – GKT ‘ye göre daha gerçeğe uygun yapı güvenliği sağlamaktadır.
- LRFD – YDKT; yapı tasarımında gerçeğe daha uygun davranış modeli oluşturmaktadır.
- LRFD – YDKT ve ASD – GKT; farklı limit durumları kullanarak tasarım kuralları oluşturur. Elastik ve plastik tasarım kuralları arasındaki fark nedeniyle ekonomik tasarım gerçekleştirilir.
- LRFD – YDKT için yük tahmini ile ilgili istatiksel çalışmalar devam etmektedir, gelişime açiktır.
- ASD –GKT ise yüzyılı geçkin bir süredir yaygın olarak mühendislerce kullanılması nedeniyle iyi bilinmektedir.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

### Tasarım Felsefelerinin Karşılaştırılması

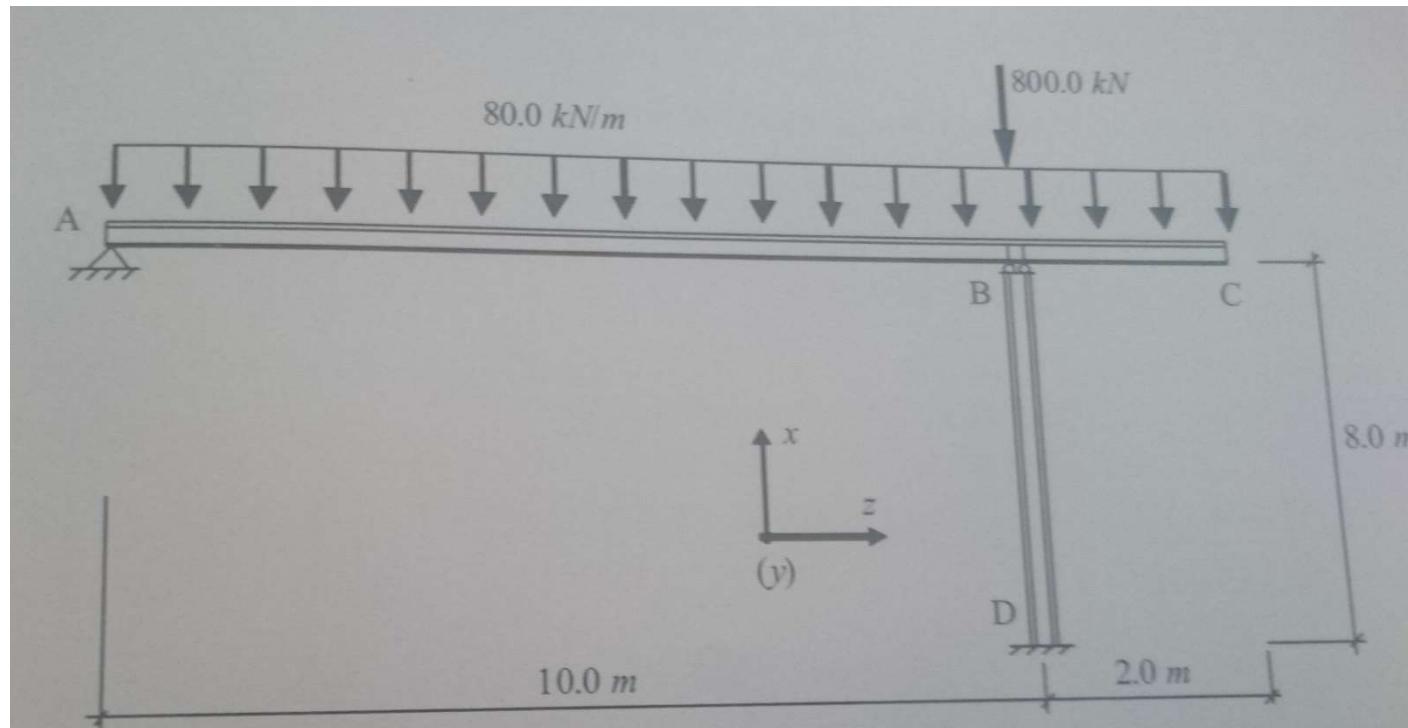
- EN 1993-1-1 ise LRFD – YDKT gibi taşıma gücü ilkesine uygun tasarım yapmaya olanak tanır.
- EN 1993-1-1; LRFD- YDKT göre oldukça detaylı kesit sınıflandırma, yük artırma katsayıları ve güvenlik katsayıları ile gerçek davranışa daha yakın tasarım sağlar.
- EN 1993-1-1 ile tasarım prosedürü diğer yönetmeliklere göre karmaşık olmasına rağmen mühendislerin daha az insiyatif almasını sağlarken, LRFD – YDKT daha pratik çözüm üretmektedir.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

Soru:



- Belirtilen yükler altında çelik kolonu HEB kesit kullanarak S355 malzeme ile tasarlaymentiz. Kolon alt ucu ankastre, üst ucu ise mafsallidir.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

Çözüm:

- Kolon üzerindeki eksenel kuvvetin belirlenmesi
- Mesnet koşulunun belirlenmesi

$$N_{Ed} = \frac{80 * 12^2}{10} + 800 = 1376 \text{ kN}$$

i) Ön Tasarım

$$N_{c,Rd} = \frac{A * F_y}{\gamma_m 0} = \frac{A * 355 * 10^3}{1.0}$$

$$A \geq 38.76 \text{ cm}^2$$

Seçim: HEB 240

Dashed lines shows buckled form						
K <sub>T</sub>	0.50	0.70	1.00	1.00	2.00	2.00
K <sub>R</sub>	0.65	0.80	1.20	1.00	2.10	2.00

Dönme ve öteleme önlenmis.

Dönme serbest, öteleme önlenmis.

Dönme önlenmis, öteleme serbest.

Dönme ve öteleme serbest.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

EN 1993 – 1-1 Çözümü:

### ii) Burkulma boyu

$$x-z \text{ ekseni için: Mesnet koşulu : } 0.7 \quad L_{EY} = 0.7 * 8 = 5.6 \text{ m}$$

$$x-y \text{ ekseni için: Mesnet koşulu : } 0.7 \quad L_{EZ} = 0.7 * 8 = 5.6 \text{ m}$$

### iii) Narinlik Kontrolü

$$\lambda_1 = \pi^* \sqrt{\frac{E}{F_y}} = \pi \sqrt{\frac{210 * 10^6}{355 * 10^3}} = 76.4$$

$$\lambda_y = \frac{L_{EY}}{F_y} = \frac{5.6}{10.31 * 10^{-2}} = 54.32$$

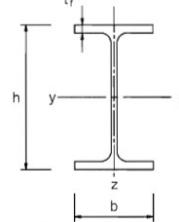
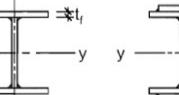
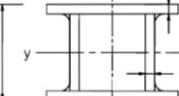
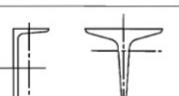
$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.71$$

$$\lambda_z = \frac{L_{EZ}}{F_y} = \frac{5.6}{6.08 * 10^{-2}} = 92.11$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1.21$$

BS EN 1993-1-1:2005  
EN 1993-1-1:2005 (E)

Table 6.2: Selection of buckling curve for a cross-section

Cross section		Limits		Buckling about axis	Buckling curve	
				S 235 S 275 S 355 S 420	a	a <sub>0</sub>
Rolled sections		$t_f \leq 40 \text{ mm}$ $40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y - y z - z	a b	a <sub>0</sub>	a <sub>0</sub>
			y - y z - z	b c	a	a
		$h/b \leq 1,2$ $t_f \leq 100 \text{ mm}$	y - y z - z	b c	a	a
		$h/b > 1,2$ $t_f > 100 \text{ mm}$	y - y z - z	d d	c	c
Welded I-sections		$t_f \leq 40 \text{ mm}$ $t_f > 40 \text{ mm}$	y - y z - z	b c	b	c
		$t_f > 40 \text{ mm}$	y - y z - z	c d	c	d
Hollow sections		hot finished	any	a	a <sub>0</sub>	
		cold formed	any	c	c	
Welded box sections		generally (except as below)	any	b	b	
		$t_f > 30 \text{ mm}$ $h/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	any	c	c	
U-, T- and solid sections		any	c	c		
		any	b	b		
L-sections		any	b	b		

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

EN 1993 – 1-1 Çözümü:

iv)  $\chi_{min}$ ' in Belirlenmesi

$$\frac{h}{b} = 1.0 < 1.2 \text{ ve } t_f = 17 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

y için Eğri b ( $\alpha=0.34$ )

z için Eğri c ( $\alpha=0.49$ )

$\bar{\lambda}_z > \bar{\lambda}_y$  ve Eğri c daha kritik olduğundan  $\chi_{min} = \chi_z$

$$\theta_z = 0.5 * [1 + 0.49 * (1.21 - 0.2) + 1.21^2] = 1.48$$

$$\chi_z = \frac{1}{1.48 + \sqrt{1.48^2 - 1.21^2}} = 0.43$$

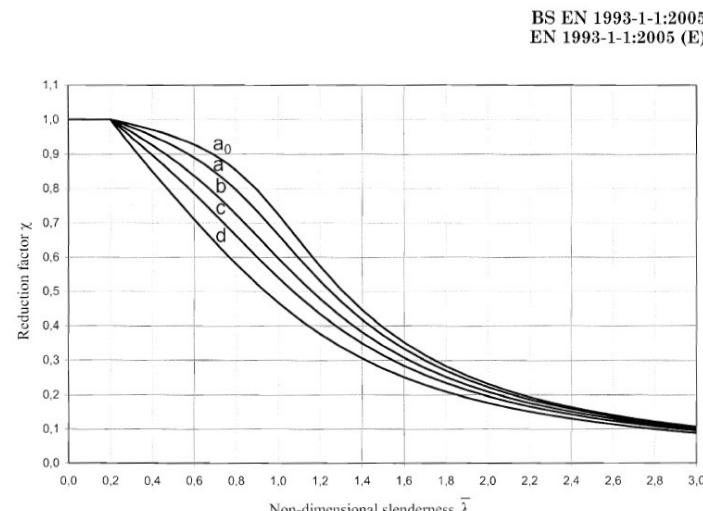


Figure 6.4: Buckling curves

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * F_y}{\gamma_m} = \frac{0.43 * 106 * 10^{-4} * 355 * 10^3}{1.0} = 1618.1 \text{ kN}$$

$$\text{PMM: } \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{1376}{1618.1} = 0.85$$

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

LRFD – YDKT ve ASD – GKT Çözümleri:

TABLE B4.1a Width-to-Thickness Ratios: Compression Elements Members Subject to Axial Compression				
	Case	Description of Element	Width-to-Thickness Ratio	Limiting Width-to-Thickness Ratio $\lambda_r$ (nonslender/slender)
Unstiffened Elements	1	Flanges of rolled I-shaped sections, plates projecting from rolled I-shaped sections; outstanding legs of pairs of angles connected with continuous contact, flanges of channels, and flanges of tees	$b/t$	$0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	2	Flanges of built-up I-shaped sections and plates or angle legs projecting from built-up I-shaped sections	$b/t$	$0.64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$ [a]
	3	Legs of single angles, legs of double angles with separators, and all other unstiffened elements	$b/t$	$0.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	4	Stems of tees	$d/t$	$0.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Stiffened Elements	5	Webs of doubly-symmetric I-shaped sections and channels	$h/t_w$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	6	Walls of rectangular HSS and boxes of uniform thickness	$b/t$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	7	Flange cover plates and diaphragm plates between lines of fasteners or welds	$b/t$	$1.40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	8	All other stiffened elements	$b/t$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	9	Round HSS	$D/t$	$0.11 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

Specification for Structural Steel Buildings, June 22, 2010  
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

### i)Yerel Burkulma Kontrolü

$$\frac{b}{2*t_f} = \frac{240}{2*17} = 7.06 < \lambda_r = 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.56 \sqrt{\frac{210000}{355}} = 13.62 \text{ Kompakt kesit}$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{240}{10} = 24 < \lambda_r = 1.49 \sqrt{\frac{210000}{355}} = 36.23 \text{ Kompakt kesit}$$

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

LRFD – YDKT ve ASD – GKT Çözümleri:

\*\* Her iki yön içinde mesnet koşullarından k= 0.7

$$\lambda_x = \frac{K_x L_x}{r_x} = \frac{0.7 * 800}{10.31} = 54.32$$

$$\lambda_y = \frac{K_y L_y}{r_y} = \frac{0.7 * 800}{6.08} = 92.1$$

$$\lambda_{cr} = \lambda_y > \lambda_x = 92.1$$

$$\lambda_y = 92.1 \leq 4.71 * \sqrt{\frac{210000}{355}} = 114.55$$

(a) When  $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  (or  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$ )

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (\text{E3-2})$$

(b) When  $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  (or  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$ )

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (\text{E3-3})$$

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Örnek Çözüm

LRFD – YDKT ve ASD – GKT Çözümleri:

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{\bar{F}_e}\right) * F_y = \left(0.658 \frac{355}{244.34}\right) * 355 = 193.25 \text{ N/mm}^2$$

$$P_n = F_{cr} * A_g = 193.25 * 10600 * 10^{-3} = 2048.45 \text{ kN}$$

### LRFD – YDKT

$$P_d = \phi_c P_n = 0.9 * 2048.45 = 1843.605 \text{ kN}$$

### ASD – GKT

$$P_d = \frac{P_n}{\Omega_c} = \frac{2048.45}{1.67} = 1226.62 \text{ kN}$$

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## Örnek Çözüm

Tüm Sonuçların Karşılaştırılması:

**EN 1993-1-1**

**LRFD – YDKT**

**ASD – GKT**

**PMM**

$$\frac{1376}{1618.1} = 0.85$$

$$\frac{1376}{1843.605} = 0.75$$

$$\frac{1376}{1226.62} = 1.12$$

- Yönetmeliklere ait yükleme kombinasyonlarının etkisi örneğe yansıtılmamış olup, sadece G yüklemesi altında tasarım karşılaştırması gerçekleştirilmiştir.

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

Tüm Sonuçların Karşılaştırılması:

AISC 360-10 (LRFD)

Kesit özellikleri :

HE 240 B	A = 105.992 [cm <sup>2</sup> ]	J = 103.072 [cm <sup>4</sup> ]
Iy = 3922.671 [cm <sup>4</sup> ]	Ix = 11259.846 [cm <sup>4</sup> ]	iy = 6.084 [cm]
ix = 10.307 [cm]	Wey = 326.889 [cm <sup>3</sup> ]	Wex = 938.321 [cm <sup>3</sup> ]
Wpy = 498.426 [cm <sup>3</sup> ]	Wpx = 1053.202 [cm <sup>3</sup> ]	

Malzeme özellikleri :

S 355	Fy = 355000 [kN/m <sup>2</sup> ]	Fu = 469999.991 [kN/m <sup>2</sup> ]	E = 205939650 [kN/m <sup>2</sup> ]
-------	----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

Kuvvetler ve Momentler :

Konum	Pr	Mrx	Mry	Vry	Vrx	Tr
[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
8	-1376	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0.755	İhtiyaç/Kapasite Oranı :
Etkileşim Denklemi = (H1-1a)	Kayma Kontrolü :
	Vr Etki Kapasite
	Major (2) 0 511.2 [kN] 0
	Minor (3) 0 1564.272 [kN] 0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite	
Eksenel	1376	1822.725	3386.429 [kN]
Mr Moment	Mc Kapasite		
Major (3-3)	0 259.052 [kNm]		
Minor (2-2)	0 159.247 [kNm]		
Tr Moment	Tc Kapasite		
Burulma	0 0 [kNm]		

Tasarım Değişkenleri :

K Faktör	L Faktör	L	
Major (3-3)	0.7	1	8
Minor (2-2)	0.7	1	8
Cb Faktör	L Faktör	L	
LTB	1	1	8

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

Tüm Sonuçların Karşılaştırılması:

AISC 360-10 (ASD)

Kesit özellikleri :

HE 240 B	A = 105.992 [cm <sup>2</sup> ]	J = 103.072 [cm <sup>4</sup> ]
Iy = 3922.671 [cm <sup>4</sup> ]	Ix = 11259.846 [cm <sup>4</sup> ]	iy = 6.084 [cm]
Wey = 326.889 [cm <sup>3</sup> ]	Wex = 938.321 [cm <sup>3</sup> ]	Wpy = 498.426 [cm <sup>3</sup> ]
Wpx = 1053.202 [cm <sup>3</sup> ]		

Malzeme özellikleri :

S 355	Fy = 355000 [kN/m <sup>2</sup> ]	Fu = 469999.991 [kN/m <sup>2</sup> ]	E = 205939650 [kN/m <sup>2</sup> ]
-------	----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------

Kuvvetler ve Momentler :

Konum [m]	Pr [kN]	Mrx [kNm]	Mry [kNm]	Vry [kN]	Vrx [kN]	Tr [kNm]
8	-1376	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 1.135
Etkileşim Denklemi = (H1-1a)

Kayma Kontrolü :

Vr Etki	Vc Kapasite	Oran
Major (2) 0	340.8 [kN]	0
Minor (3) 0	1040.766 [kN]	0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite
Eksenel 1376	1212.724	2253.113 [kN]
Mr Moment	Mc Kapasite	
Major (3-3) 0	172.356 [kNm]	
Minor (2-2) 0	105.953 [kNm]	
Tr Moment	Tc Kapasite	
Burulma 0	0 [kNm]	

Tasarım Değişkenleri :

Major (3-3)	K Faktör 0.7	L Faktör 1	L [m] 8
Minor (2-2)	0.7	1	8
LTB	Cb Faktör 1	L Faktör 1	L [m] 8

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

Tüm Sonuçların Karşılaştırılması:

TS EN 1993-1-1

Kesit Özellikleri :

HE 240 B	Sınıf = Class 1	A = 105,992 [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>t</sub> = 103,072 [cm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub> = 3922,671 [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> = 11259,846 [cm <sup>4</sup> ]	i <sub>z</sub> = 6,084 [cm]	i <sub>y</sub> = 10,307 [cm]
W <sub>e1,z</sub> = 326,889 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>e1,y</sub> = 938,321 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>p1,z</sub> = 498,426 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>p1,y</sub> = 1053,202 [cm <sup>3</sup> ]

Malzeme Özellikleri :

S 355	F <sub>y</sub> = 355000 [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>u</sub> = 469999,991 [kN/m <sup>2</sup> ]	E = 205939650 [kN/m <sup>2</sup> ]
-------	--	--	------------------------------------

Kuvvetler ve Momentler :

Konum Ned [m]	M <sub>y,ed</sub> [kNm]	M <sub>z,ed</sub> [kNm]	V <sub>z,ed</sub> [kN]	V <sub>y,ed</sub> [kN]	T <sub>ed</sub> [kNm]
8 -1376	0	0	0	0	0

Komb. : Komb. 1

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0,859
Etkileşim Denklemi = (6,62)

Kesme Dizaynı :

V <sub>ed</sub> Etki Major (2) 0	V <sub>c,rd</sub> Kapasite 681,111 [kN]	Oran 0
Minder (3) 0	1750,179 [kN]	0

Eksenel Kuvvet Dizaynı :

Ned Etki Kapasite Major (3-3) 1376 3762,698 [kN]	N <sub>r</sub> Lambda Bar Phi Chi N <sub>b,rd</sub> K L L [m]	7297,87 0,718 0,846 0,773 2910,15 0,7 1 8
Burulma Eğrisi Alpha		
Minör (2-2) c 0,49 2542,409 1,217 1,489 0,426 1602,73 0,7 1 8		
Burulma c 0,49 2542,409 1,217 1,489 0,426 1602,73		

Moment Dizaynı :

Med Moment Med, max Moment M <sub>c,rd</sub> Kapasite M <sub>v,rd</sub> Kapasite M <sub>n,rd</sub> Kapasite M <sub>b,rd</sub> Kapasite	M <sub>c</sub> [kNm] M <sub>v</sub> [kNm] M <sub>n</sub> [kNm] M <sub>b</sub> [kNm]	373,887 373,887 267,995 239,227					
Major (3-3) 0 0							
Minör (2-2) 0 0	176,941 176,941	171,455	[kNm]				
Burulma Eğrisi Alpha LT	Lambda Bar LT	Phi LT	Chi LT	C1	M <sub>c</sub> [kNm]	L Faktör [m]	L [m]
LTB a 0,21 1,037 1,125 0,64 1					347,81	1	8

Etkileşim Değişkenleri Yöntemi:

Method 2 (Annex B)	k <sub>yy</sub> = 1,245	k <sub>yz</sub> = 1,321	k <sub>zy</sub> = 0,886	k <sub>zz</sub> = 2,202
--------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

En Elverişsiz Yükleme Kombinasyonuna göre Sonuçlar:

AISC 360-10 (LRFD)

Kesit özellikleri :

HE 240 B	A = 105.992 [cm <sup>2</sup> ]	J = 103.072 [cm <sup>4</sup> ]
Iy = 3922.671 [cm <sup>4</sup> ]	ix = 11259.846 [cm <sup>4</sup> ]	i <sub>y</sub> = 6.084 [cm]
iy = 6.084 [cm]	ix = 10.307 [cm]	
Wey = 326.889 [cm <sup>3</sup> ]	Wex = 938.321 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>py</sub> = 498.426 [cm <sup>3</sup> ]
W <sub>px</sub> = 1053.202 [cm <sup>3</sup> ]		

Malzeme özellikleri :

S 355	F <sub>y</sub> = 355000 [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>u</sub> = 469999.991 [kN/m <sup>2</sup> ]	E = 205939650 [kN/m <sup>2</sup> ]
-------	--	--	------------------------------------

Kuvvetler ve Momentler :

Konum [m]	P <sub>r</sub> [kN]	M <sub>rx</sub> [kNm]	M <sub>ry</sub> [kNm]	V <sub>ry</sub> [kN]	V <sub>rx</sub> [kN]	T <sub>r</sub> [kNm]
0	-1651.2	34.932	76.522	-4.366	-9.565	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 1.425
Etkileşim Denklemi = (H1-1a)

Kayma Kontrolü :

V <sub>r</sub> Etki	V <sub>c</sub> Kapasite	Oran	
Major (2)	4.366	511.2 [kN]	0.009
Minor (3)	9.565	1564.272 [kN]	0.006

Eksenel Kuvvet ve İki Ekseneli Eğilme Kontrolü

Eksenel	P <sub>r</sub> Etki	P <sub>c</sub> Kapasite	P <sub>t</sub> Kapasite	[kN]
	1651.2	1822.725	3386.429	
Major (3-3)	M <sub>r</sub> Moment	M <sub>c</sub> Kapasite		
	34.932	336.498 [kNm]		
Minor (2-2)	76.522	159.247 [kNm]		
Burulma	T <sub>r</sub> Moment	T <sub>c</sub> Kapasite		
	0	0 [kNm]		

Tasarım Değişkenleri :

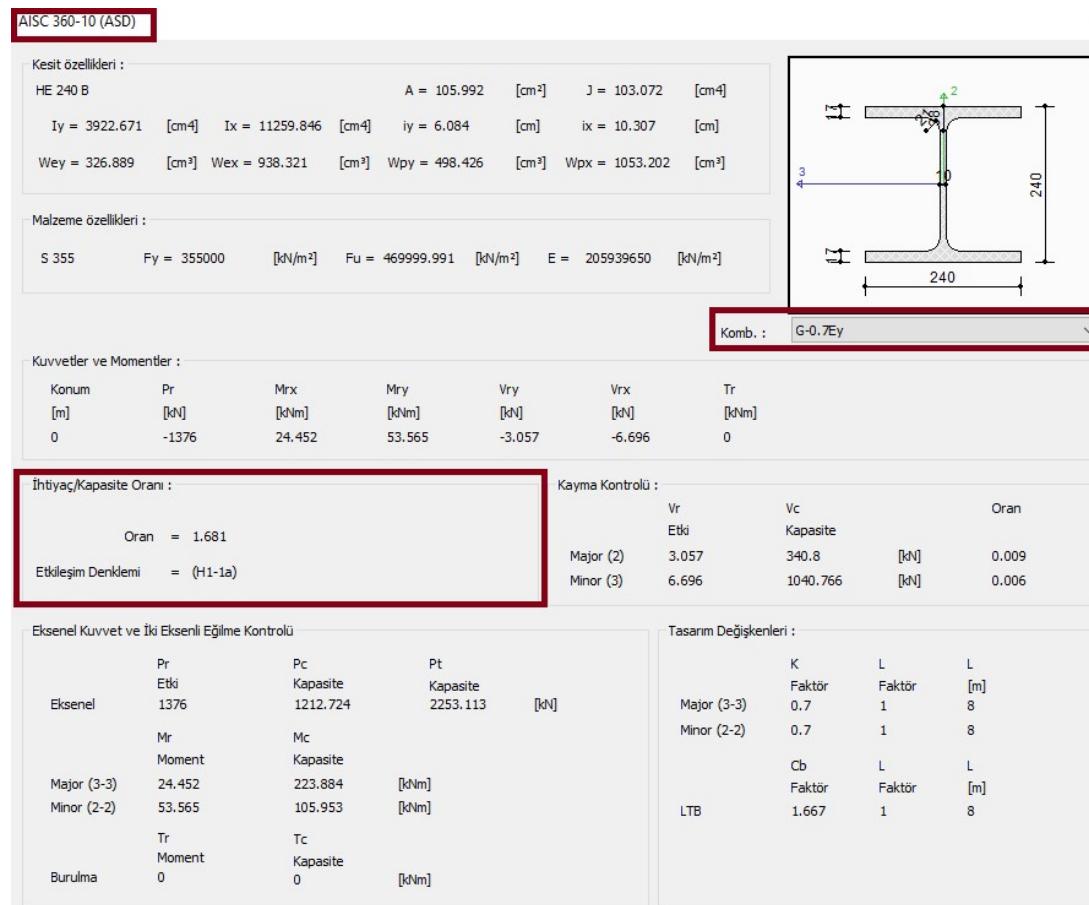
Major (3-3)	K Faktör	L Faktör	L [m]
	0.7	1	8
Minor (2-2)	C <sub>b</sub> Faktör	L Faktör	L [m]
	0.7	1	8
LTB	1.667	1	8

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

En Elverişsiz Yükleme Kombinasyonuna göre Sonuçlar:



Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
Integrated Design System

## Örnek Çözüm

En Elverişsiz Yükleme Kombinasyonuna göre Sonuçlar:

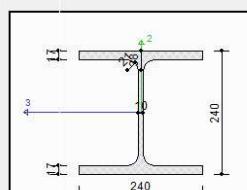
TS EN 1993-1-1

Kesit özellikleri :

HE 240 B	Sınıf = Class 1	A = 105.992 [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>t</sub> = 103.072 [cm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub> = 3922.671 [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> = 11259.846 [cm <sup>4</sup> ]	iz = 6.084 [cm]	iy = 10.307 [cm]
W <sub>e1,z</sub> = 326.889 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>e1,y</sub> = 938.321 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>p1,z</sub> = 498.426 [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>p1,y</sub> = 1053.202 [cm <sup>3</sup> ]

Malzeme özellikleri :

S 355	F <sub>y</sub> = 355000 [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>u</sub> = 469999.991 [kN/m <sup>2</sup> ]	E = 205939650 [kN/m <sup>2</sup> ]
-------	--	--	------------------------------------



Komb. : G-Ey+0.3Q

Kuvvetler ve Momentler :

Konum	Ned [kN]	M <sub>y,ed</sub> [kNm]	M <sub>z,ed</sub> [kNm]	V <sub>z,ed</sub> [kN]	V <sub>y,ed</sub> [kN]	T <sub>ed</sub> [kNm]
8	-1376	0	0	-4.366	-9.565	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 1.915	Etkileşim Denklemi = (6.62)
--------------	-----------------------------

Kesme Dizaynı :

V <sub>ed</sub> Etki	V <sub>c,rd</sub> Kapasite	Oran	
Majör (2)	4.366	681.111 [kN]	0.006
Minör (3)	9.565	1750.179 [kN]	0.005

Eksenel Kuvvet Dizaynı :

Ned Etki	N <sub>c,rd</sub> Kapasite	N <sub>t,rd</sub> Kapasite							
Eksenel 1376	3762.698	3762.698 [kN]							
Burkulma Eğrisi Alpha	N <sub>c</sub> [kN]	Lambda <sub>Bar</sub>	Phi	Chi	N <sub>b,rd</sub> [kN]	K Faktör	L Faktör	L [m]	
Majör (3-3) b	0.34	7297.87	0.718	0.846	0.773	2910.15	0.7	1	8
Minör (2-2) c	0.49	2542.409	1.217	1.489	0.426	1602.73	0.7	1	8
Burulma c	0.49	2542.409	1.217	1.489	0.426	1602.73			

Moment Dizaynı :

Med Moment	Med, max	M <sub>c,rd</sub> Kapasite	M <sub>v,rd</sub> Kapasite	M <sub>b,rd</sub> Kapasite				
Majör (3-3) 0	34.932	373.887	373.887	267.995	296.837 [kNm]			
Minör (2-2) 0	76.522	176.941	176.941	171.455	[kNm]			
Burkulma Eğrisi AlphaLT	Lambda <sub>BarLT</sub>	PhiLT	ChiLT	C1	M <sub>c</sub> [kNm]	L Faktör	L [m]	
LTB a	0.21	0.803	0.886	0.794	1.667	579.683	1	8

Etkileşim Değişkenleri Yönetimi:

Method 2 (Annex B)	k <sub>yy</sub> = 1.245	k <sub>yz</sub> = 1.321	k <sub>zy</sub> = 0.886	k <sub>zz</sub> = 2.202
--------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Her şey hesapladığınız gibi!

ideCAD® Çelik & Betonarme 8.6  
I n t e g r a t e d D e s i g n S y s t e m

## BİZE ULAŞIN



- Telefon ve internet aracılıyla teknik destek
- Program eğitimleri ve kullanıcı seminerleri
- Yardım menüleri ve kullanım kitapları
- Kullanıcı forumu
- Web üzerinden program güncelleme imkanı



Web sitesi: <http://www.idecad.com.tr>

Kullanıcı forum sitesi: <http://www.idecadsupport.com/forum/>

Bilgi: [ideyapi@ideyapi.com.tr](mailto:ideyapi@ideyapi.com.tr)

Satış: [satis@ideyapi.com.tr](mailto:satis@ideyapi.com.tr)

Teknik destek: [destek@ideyapi.com.tr](mailto:destek@ideyapi.com.tr)

Şimdi siz de ideCAD® ailesiyle tanışın, planlarınızı gerçeğe dönüştürme fırsatını yakalayın.