



**TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ**

Çelik Yapıların Sürdürülebilirliği

Ö. Selçuk Özdi

Türk Yapısal Çelik Derneği – YK Üyesi

Çevre Dostu Yeşil Yapılar Derneği – YK Başkanı

İMSAD Sürdürülebilirlik Komitesi Üyesi

TUCSAmark – Yeterlilik Belgesi



Türk Yapısal Çelik Derneği
Yeterlilik Programı



1090-2
İşleri için
Gerekler
in kullanım ve
ritelerine göre bir
a sınıfı seçmenizi

Mark belgesinde
önerilen
a sınıfı

**Güvenli yapı için
güvenli adım;
TucsamARK**

Denetim

TS EN 1090-2
TS CEN/TR 13833

Güvenli yapılar ve
memnun yatırımcı

TucsamARK
Yeterlilik Programı

Denetim

TS EN 1090-2



TR 13833
iteahhithat
lerinin Yeterliliği
ARK programının yönetsel
oluşturur.



**Proje için
yeterli olan
kuruluşların
seçimi**

temelini oluşturan



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Çelik – Güvenli Yapılar

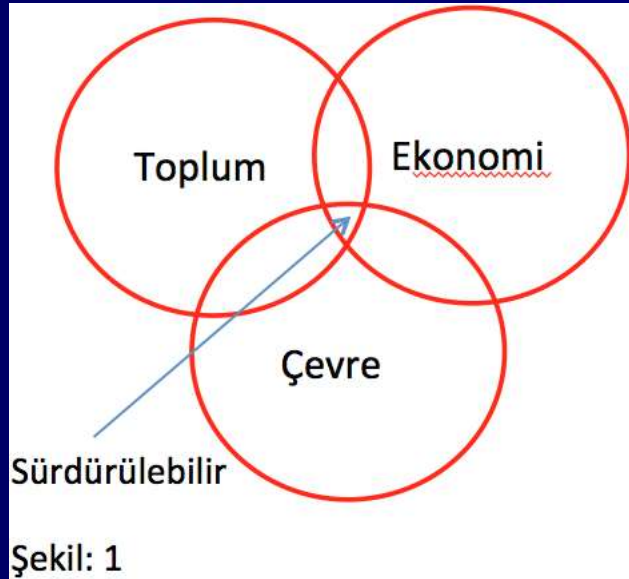
Güvenli yapı üretilebilmesi için...



Güvenli yapıların üretilebilmesi, tasarım ve malzemeden başlayarak seçimin doğru yapılması ve uygulayıcı ile kontrol kuruluşların işlerini kurallarına uygun olarak ve doğru yürütülmeleriyle gerçekleşebilir.

Sürdürülebilirlik için Çemberlerin Kesişmemesi Gerekıyor

Hatalı Paradigma

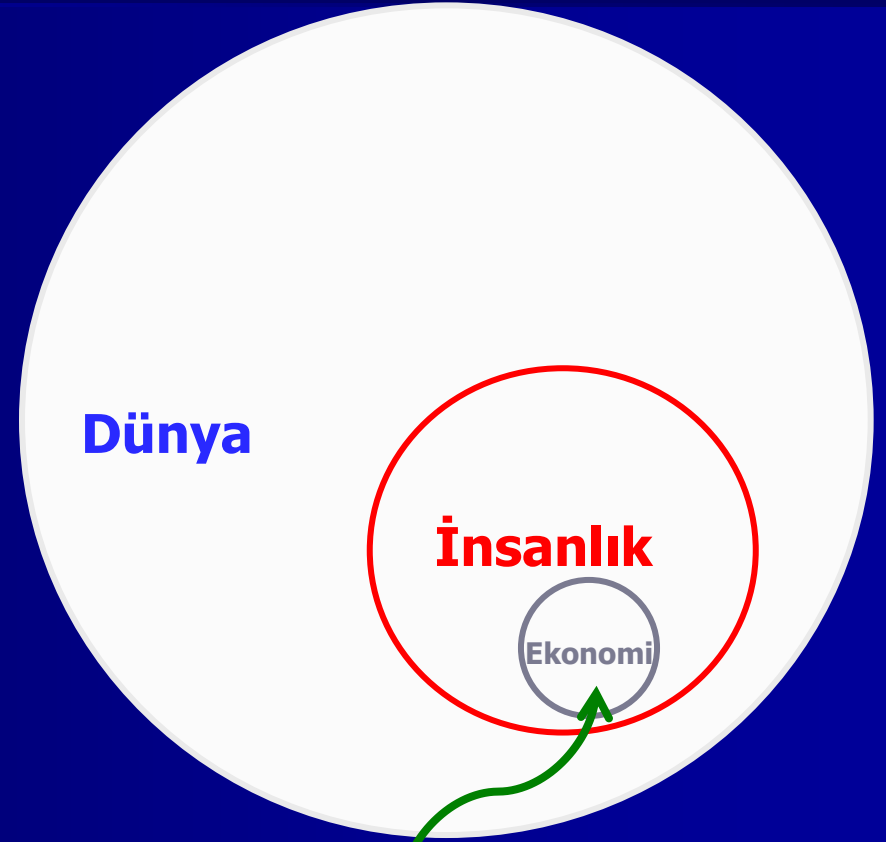


Doğru Paradigma



Sürdürülebilir Yapılaşma

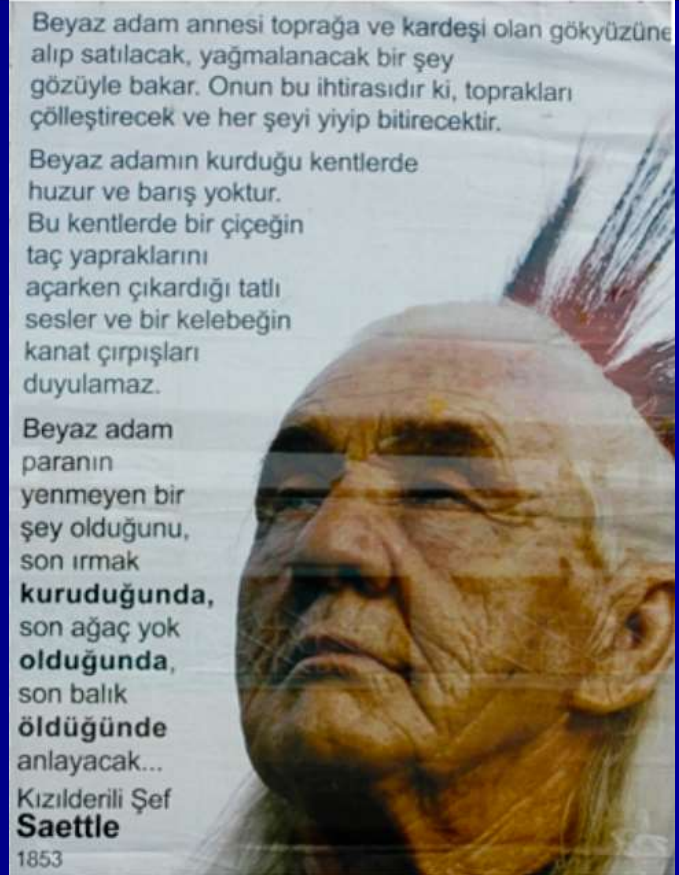
- Doğa
- Toplum
- Ekonomi



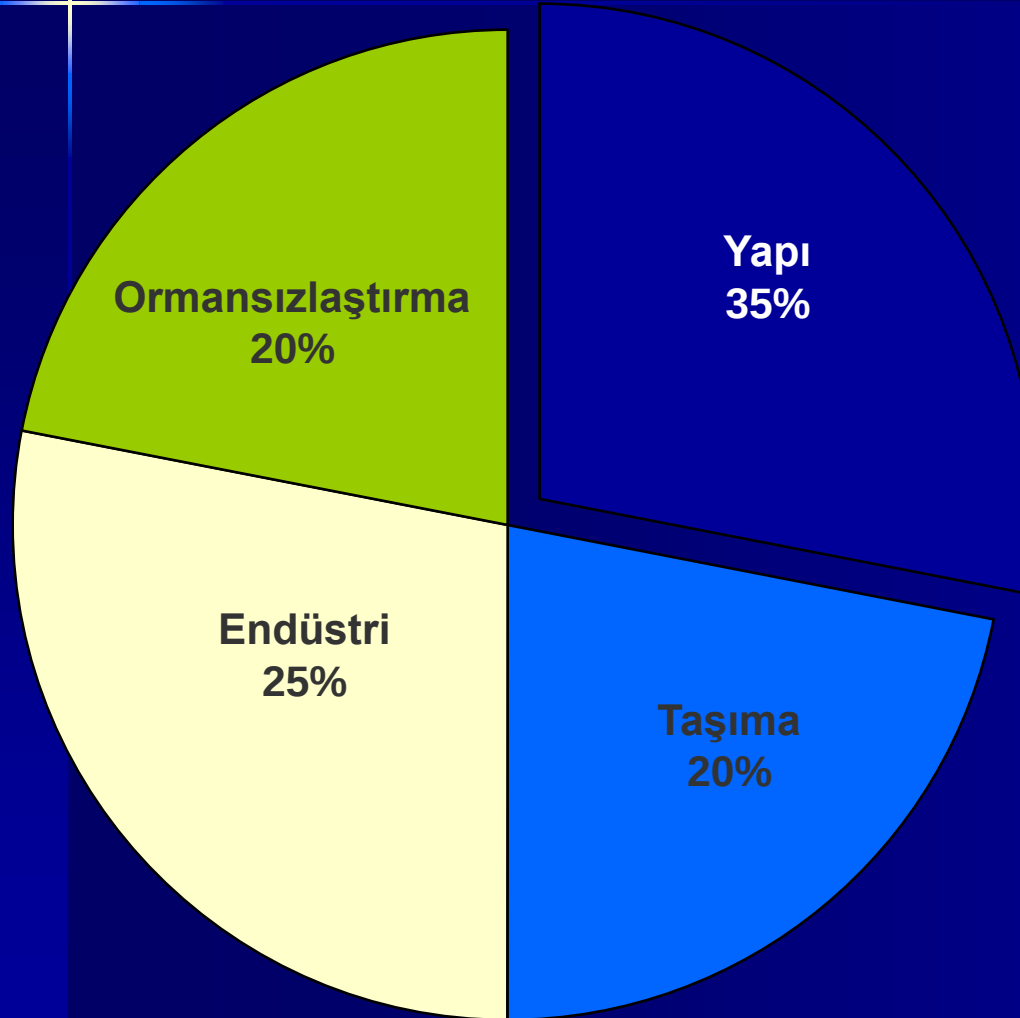
**Sürdürülebilir
Yapılaşma**

Sürdürülebilir Yapılaşma - Doğa

- İklim Değişikliği
 - Karbon Salımları
- Enerji Tüketimi
- Hammedde, Kaynaklar
- Atıklar- Çok daha az atık
- Geri [Kullanım, Kazanım, Dönüşüm]
- Türlerin ve Bio-Çeşitliliğin Korunması



Küresel CO₂ Salımları

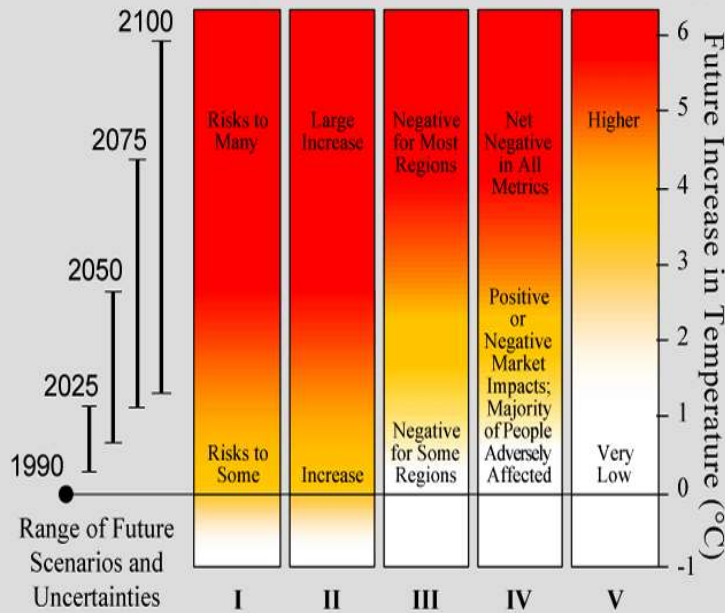


Binaların Doğaya Yüğü

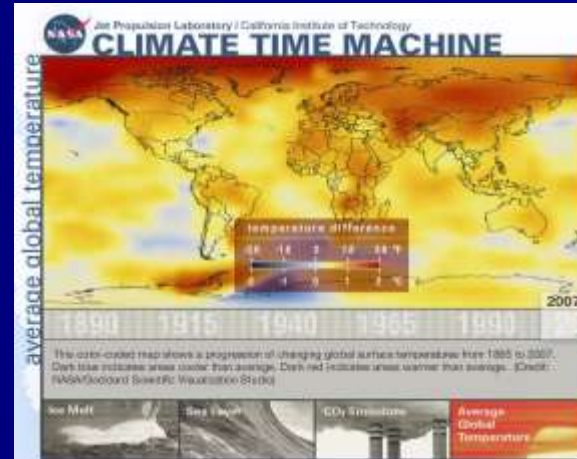
- % 50 Kaynakların Kullanımı
- % 50 Atıklar
- % 35 Enerji
- % 35 CO₂ salımları

İklim Değişikliği İnsan Kaynaklı

Risks and Impacts of Global Warming

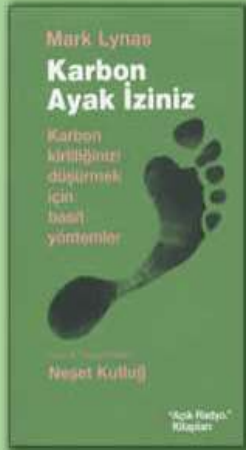


- I Risks to Unique and Threatened Systems
- II Frequency and Severity of Extreme Climate Events
- III Global Distribution and Balance of Impacts
- IV Total Economic and Ecological Impact
- V Risk of Irreversible Large-Scale and Abrupt Transitions



Çözüm Bireyden Başlıyor

Karbon Ayak iziniz



Karbon Ayak İziniz: Karbon kirliliğinizi düşürmek için basit yöntemler

Açık Radyo Kitapları, Ocak 2009

Yazan: Mark Lynas

Türkçe'ye Çeviren: Neşet Kutluğ

Yayına Hazırlayan: Ömer Madra

Türkiye bölümlerini hazırlayan: Neşet Kutluğ



Çelik - Geri Dönüşüm = Daha Az Cevher Kullanımı

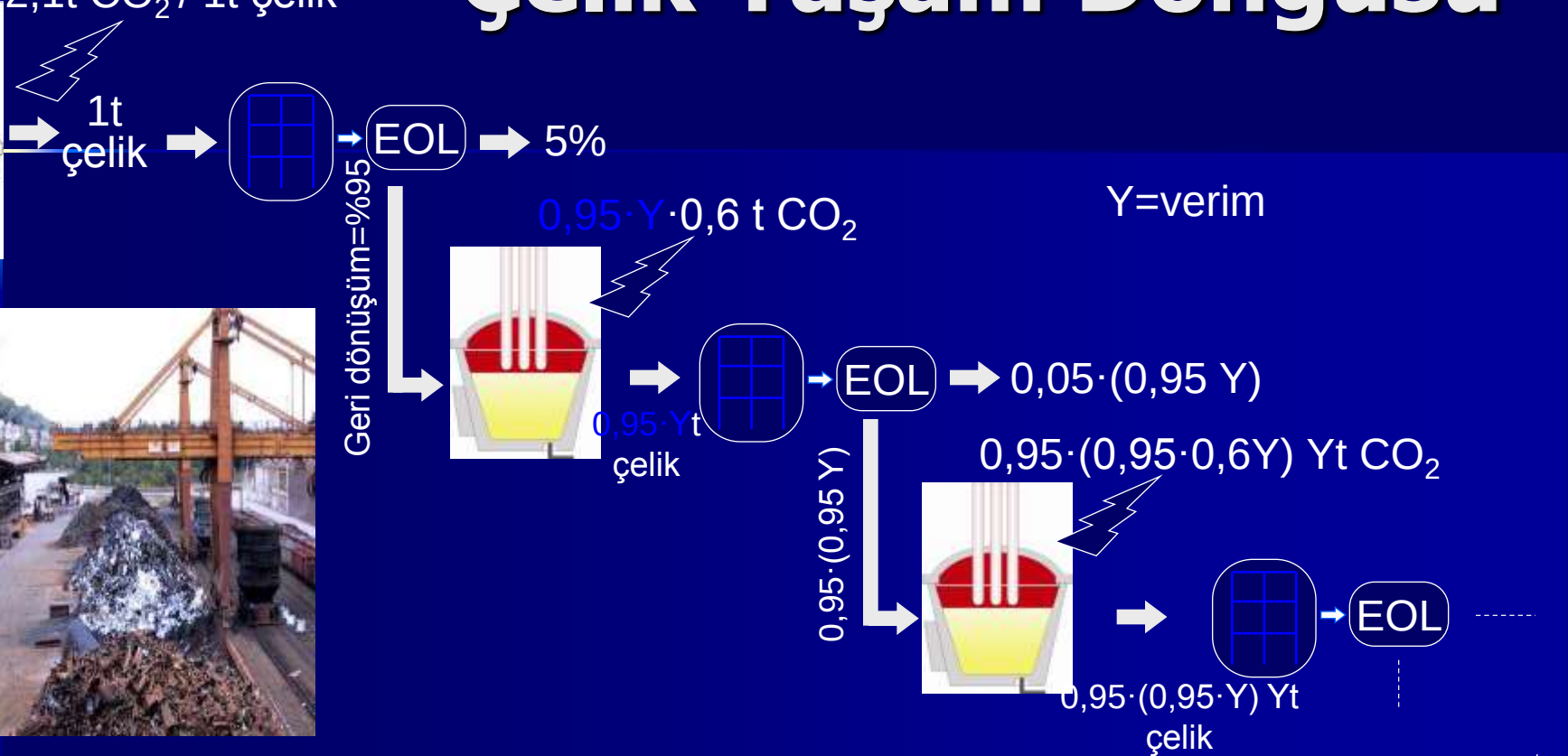


- Yapı çelikleri geri kazanılmış çelik ürünleriyle geri dönüşümle üretilir
 - Hurdadan çelik yapıldığı için binalar yıkılmaz
- Çelik dünya çapında ekonomik olarak en yüksek geri dönüşüm oranına sahip yapı malzemesidir.
- %99 geri kazanılan yapı çelikleri, 100% geri dönüştürülür
- Yapı çelikleri sonsuz kez geri dönüştürülebilir



Çelik Yaşam Döngüsü

2,1t CO₂ / 1t çelik



$$GWP = \frac{2,1 + 0,95 \cdot Y \cdot 0,6 + 0,95^2 \cdot 0,6 \cdot Y^2 + \dots}{1 + 0,95 \cdot Y + 0,95^2 \cdot Y^2 + \dots} \cong 0,8 \text{ t CO}_2 / \text{t steel}$$

Y=0,95



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Çelik - Geri Dönüşümde Kalite Yükseltilir

Çelik



Beton



Yüksek Dayanımlı Çelikler Malzeme Kullanımını Azaltır



CO₂ Salımı

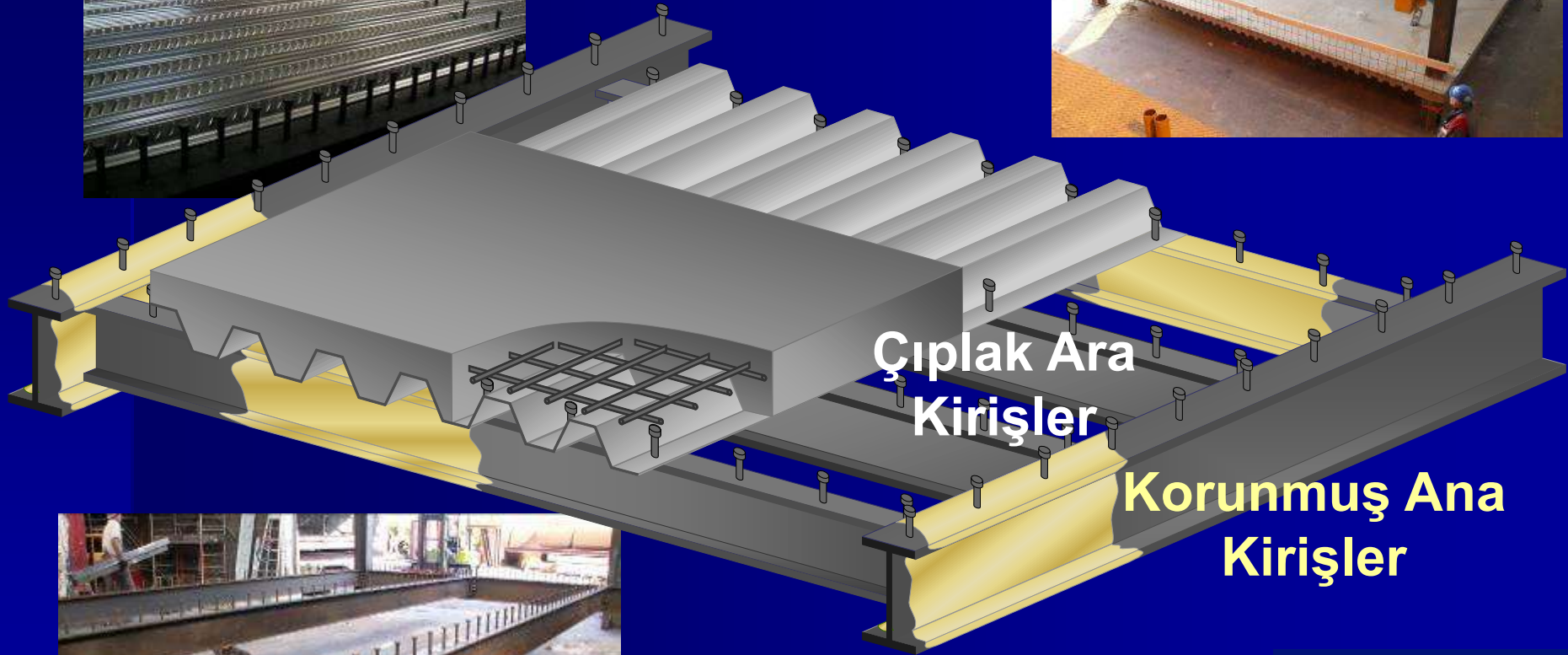
Ağırlık

Çelik Yapılar – Küçük Karbon Ayakizi



- Yüksek Dayanımlı Yapısal Çeliklerin Kullanımı Karbon Ayak İzini Küçültür
- BA Çekirdek, çelik kolonlar, kompozit döşemeler, Yapı kütlesi %50 daha az
- İmalat, Taşıma, Montajda daha az enerji kullanımı

Kompozit Döşeme Tasarımı



Çıplak Ara
Kirişler

Korunmuş Ana
Kirişler



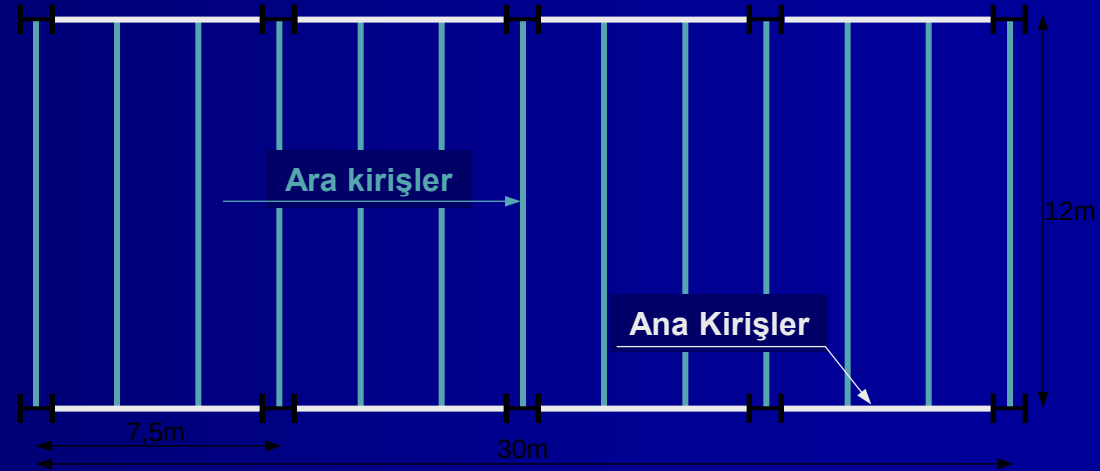
Karşılaştırma Örneği

☞ Ofis Yapısı - 4 kat

☞ Yükler:

Zati yükler = 1kN/m^2
İşletme yükü = $3,5\text{kN/m}^2$

☞ Ana Kiriş Açıklığı = 7,5m

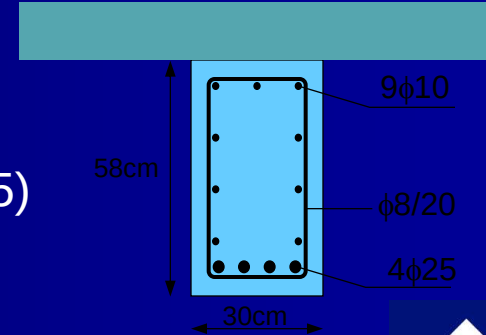


Çözüm A = Çelik

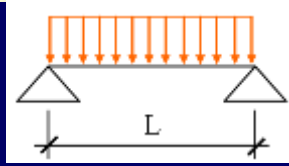


Çözüm B = BA

BA
(C20/25)

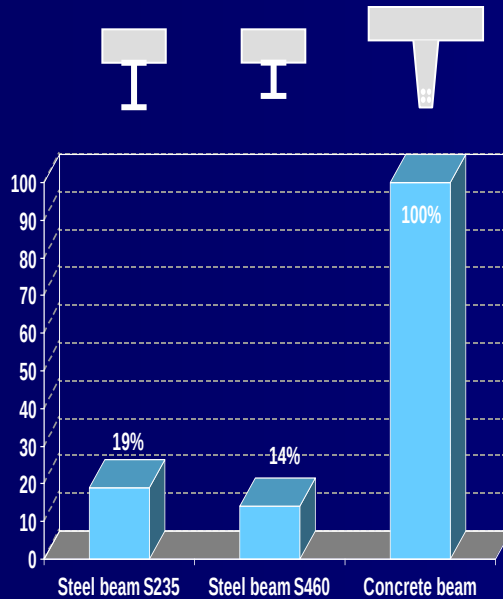


Yaşam Döngü Değerlendirmesi Kiriş Uygulaması

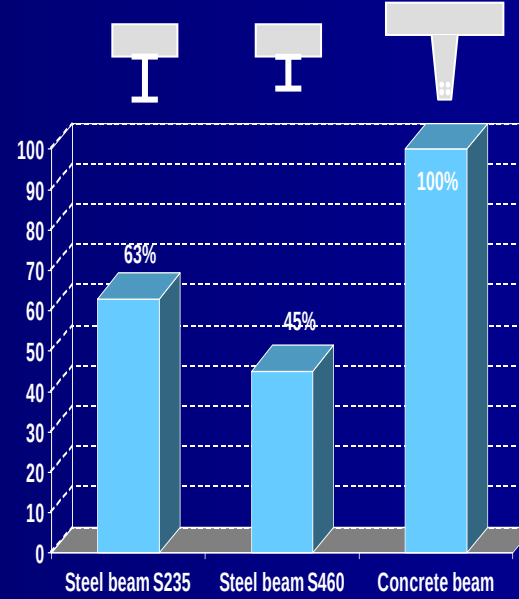


$L = 14.4\text{m}$, $a = 2.4\text{m}$

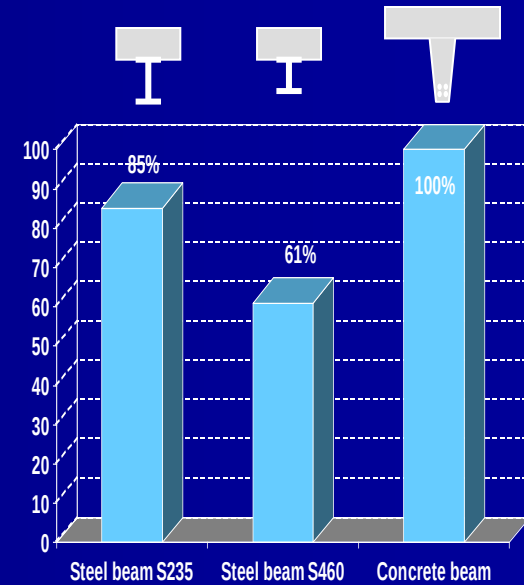
Aynı yükleri daha az malzeme ile taşımak



Ağırlık



Sera Gazları Salımı
= CO₂ ed

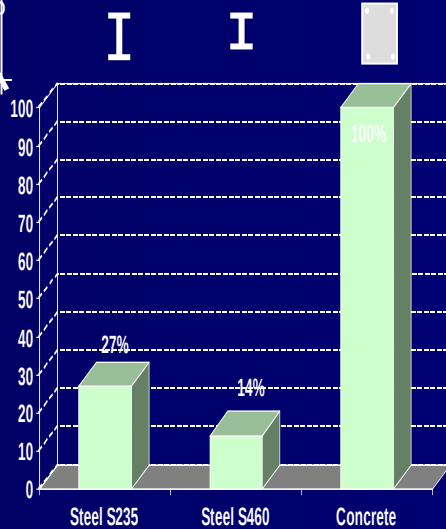


Enerji Tüketimi

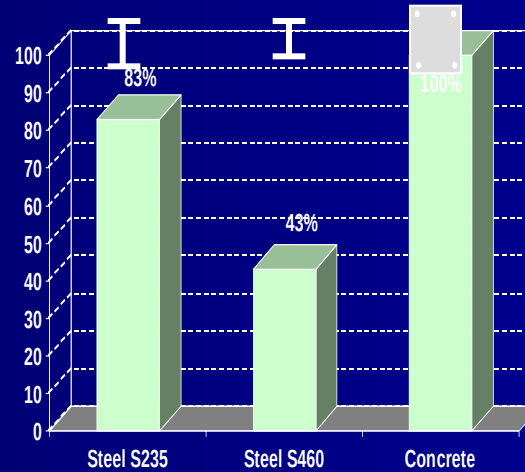
Yaşam Döngü Değerlendirmesi Kolon Uygulaması



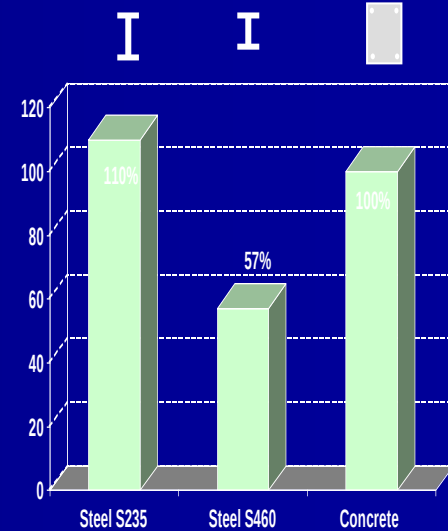
Daha az kütle = Daha küçük Karbon Ayakizi



Ağırlık



Sera Gazları Salımı
= CO₂ ed



Enerji Tüketimi



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

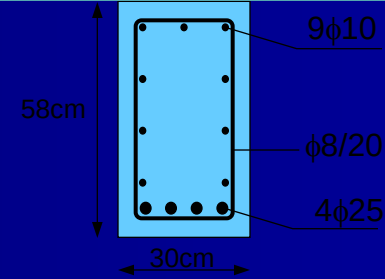
Karşılaştırma – Temel Enerji Tüketimi

Çözüm A = Çelik

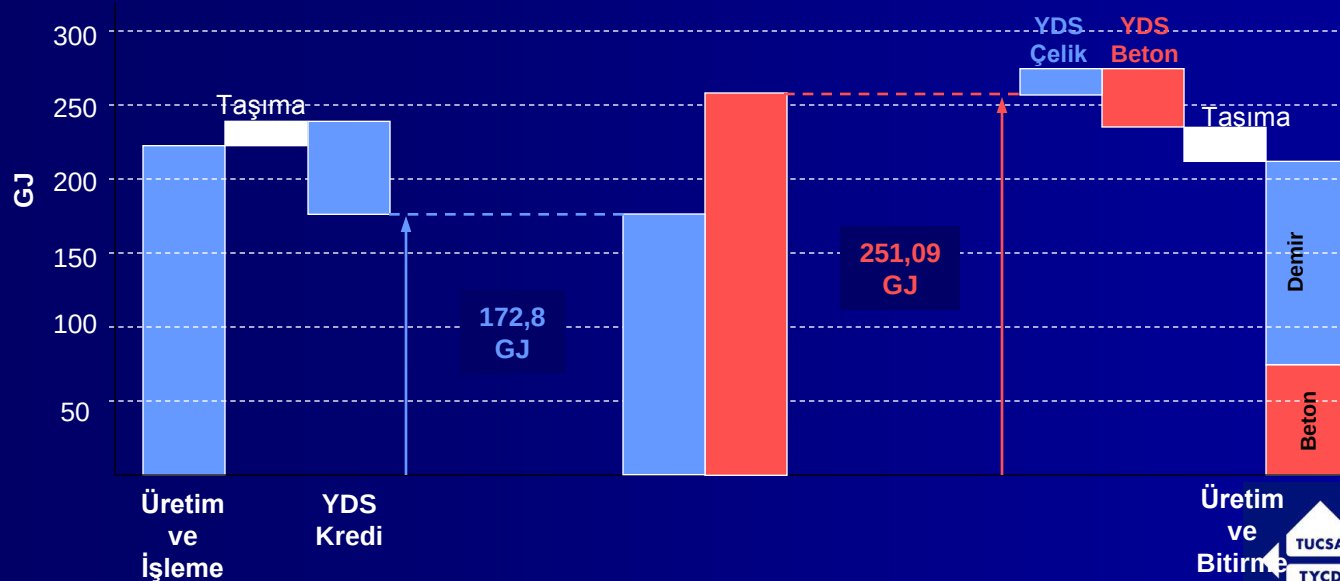


Çözüm B = Beton

BA
(C20/25)

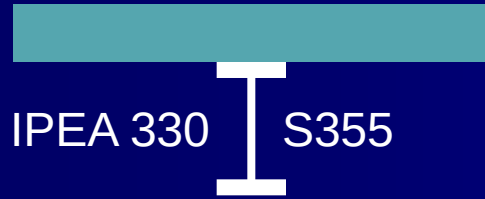


TET : (Giga Joule)



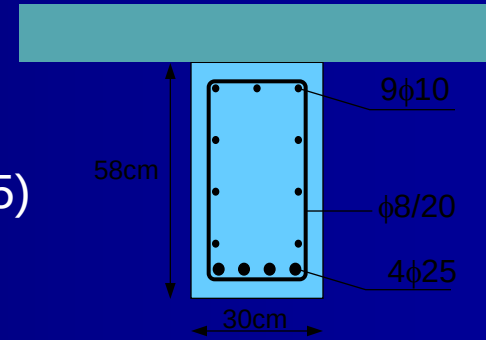
Karşılaştırma – Sera Etkisi Potansiyeli

Çözüm A = Çelik

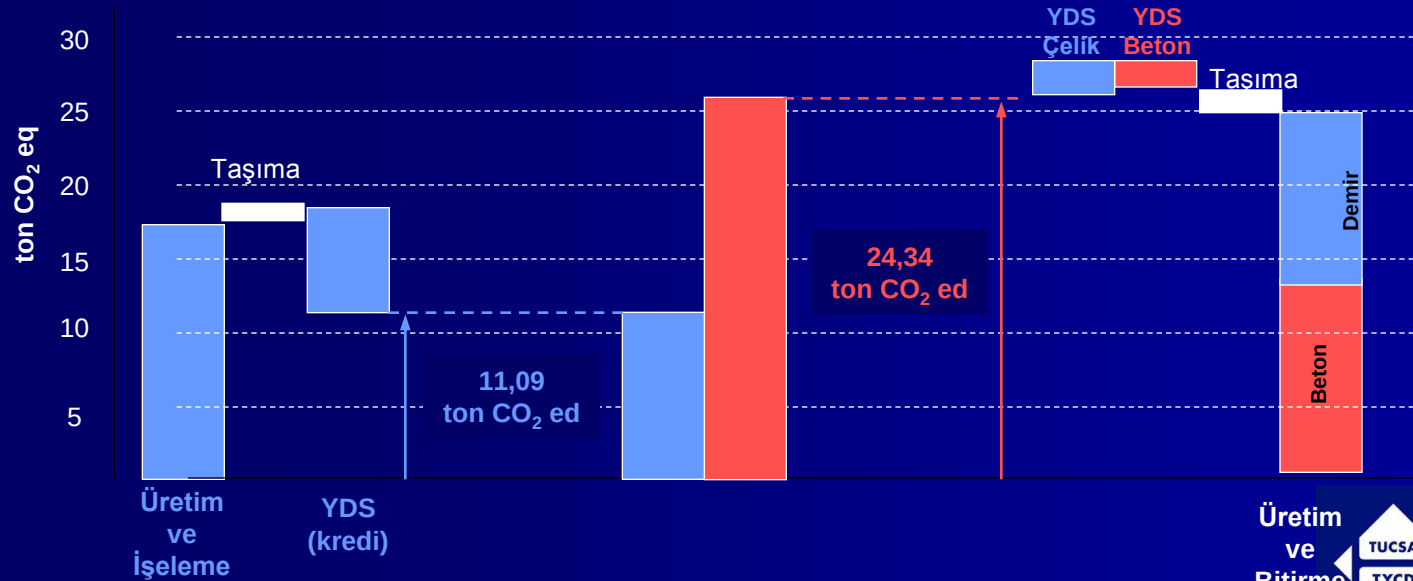


BA
(C20/25)

Çözüm B = BA

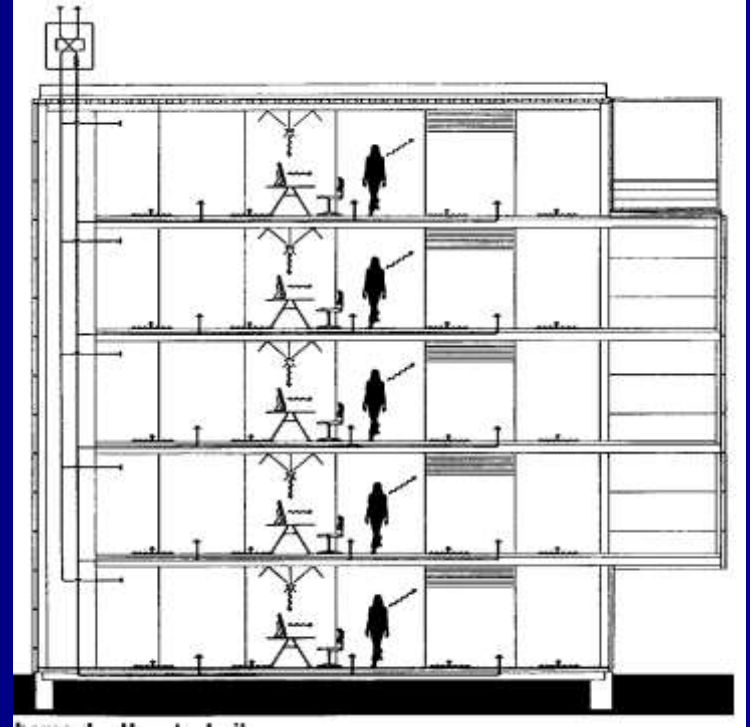


SEP : Sera Etkisi Potansiyeli (ton CO₂ ed)



Çelik Enerji Verimli Binalar Yaratır

- Tüketilen toplam enerjinin %80'i kullanım ömrü boyunca
 - Enerji Verimli Binalar zorunlu
 - Enerji modellemesi
 - Entegre Tasarım
 - Çelik Yapı çözümleri (kompozit)

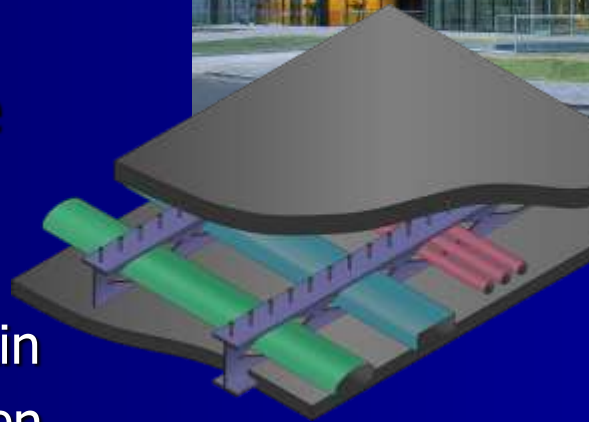


Çelik Yapılar Enerji Verimlidir

- Çelik Yapılar ısı yalıtım çözümlerini kullandığı için enerji kayıpları ciddi ölçüde azalır.
- En uygun ısıl kütle etkisi çelik / beton bileşik döşemelerle elde edilebilir.
 - Fayda /Ağırlık
 - 10-14 cm kısmı etkin
 - PCM – Faz değiştiren malzemelerle daha hafif çözümler



Passiv House SIEEB – Beijing, CNY



Sürdürülebilir Yapılaşma - Toplum

- Barınma, Korunma
- Sağlık, Güvenlik
- Çağdaş, Gelişme
- Konfor, Estetik
- Kentsel (iyiye) Dönüşüm

Sürdürülebilir Yapılaşma – Toplum

- Daha az gürültü, toz, şantiye alanı
- Daha az rahatsızlık ve trafik yükü
- Yüksek güvenlik
- Üstün konfor



Çelik – Ayricalıklı Mimari



Tour Eiffel, F, 1889



Guggenheim Museum, Bilbao, ES, 1997



Millau Viaduct, F, 2004



Iron Bridge, Coalbrookdale, UK, 1779



Hotel Crescent

Çelik - Küçük Kesitler = Bol Işık



Çelik Yapılar – Yaratıcık ve Estetik

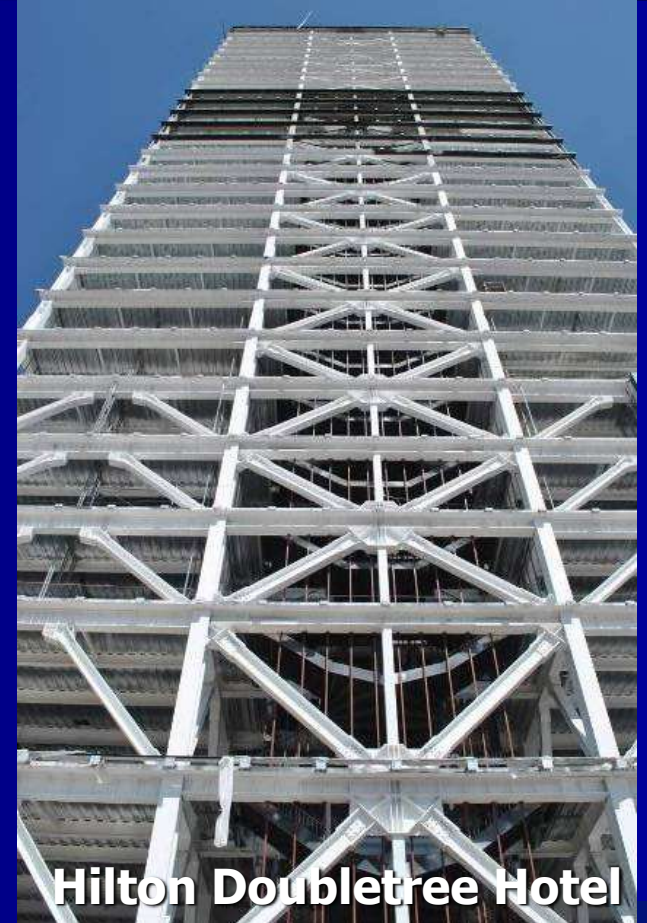


Kanyon Alışveriş Merkezi



Yüksek Dayanımlı Çelikler Hızlı ve Güvenli Yapılar

- Çelik Yapılar endüstriyel olarak atölyelerde üretilir
- Şantiye'de kalifiye işçilerce monte edilir
- Yapı üretimi çok hızlı gerçekleşir
- Çalışmalar endüstriyel standartlarda güvenlik kurallarına göre yapılır

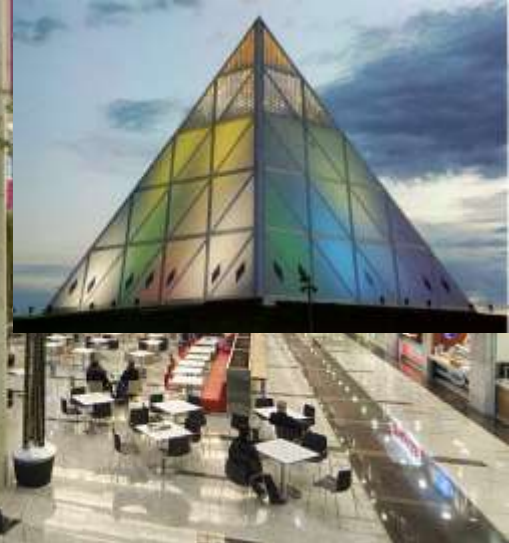


Hilton Doubletree Hotel

Çelik - Endüstriyel Yapılar

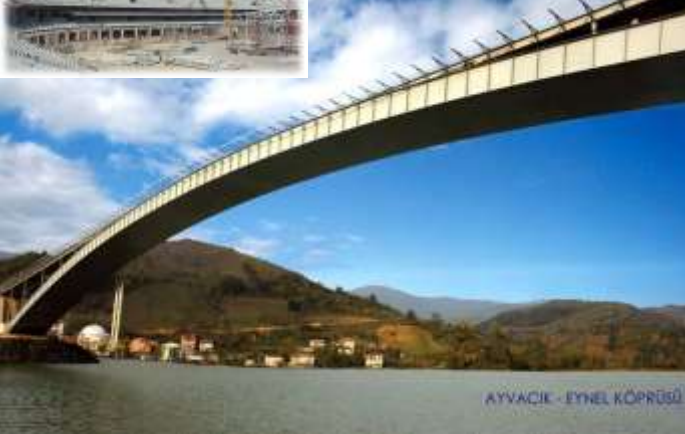


Çelik - Ayricalıklı Mimari



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Çelik - Büyük Açıklıklı Yapılar



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Büyük Açıkıklar, Düşük Kütle, Prefabrikasyon



Çelik - Konutlar = Çok Hızlı, Kuru, Hafif, EV



Çelik - Eğitim Yapıları



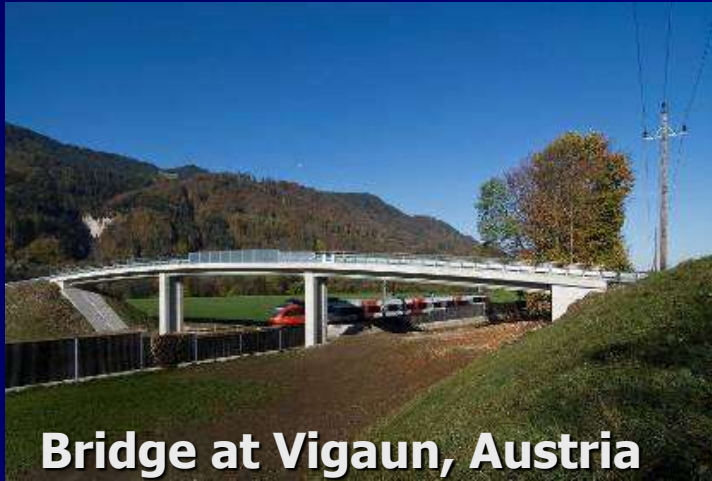
Yangın Güvenli Çelik Yapılar

- ISO standard yangın yüküne karşı 2 saat dayanım



Tevfik Seno Arda
Anadolu Lisesi –
İzmit

Çelik – Kompozit Köprüler



Bridge at Vigaun, Austria



Kuru Yapı Yöntemi, Küçük Şantiye Alanı



Ekotasarım - Çelik Yapılar için İkinci Hayat



1958 Brüksel



1958 Brüksel



2008 Prag (CZ)



2008 Breendonk (B)

Ekotasarım=Yeniden Kullanım =İkinci Yaşam

Akıllı modüler eko-tasarımla kolay sökülüp yeniden kurulabilen yapılar veya yeniden kullanılabilen yapı elemanları.



Münih Havaalanı Otopark (1972): Sökülüp iki ayrı otopark olarak yeniden yapıldı:
Neuss(1995) ve Gross-Gerau (1996)



Christ Binası /Hannover (2000)
sökülüp yeniden kullanıldı:
Volkenroda Manastır
Aachen
Laboratuar



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Çelik - Sürdürülebilir Yapılaşma - Ekonomi

- Toplam Yaşam Döngüsü Maliyeti
- Kullanımda İşlevsellik, Esneklik, Verimlilik
 - Boş kalmamak
- Portföy değerinin korunması
- Ekotasarım
 - Yeniden kullanım
 - Yenilenebilme
 - Geri kazanım

YDD – Yaşam Döngü Değerlendirmesi

- Yapı Malzemelerinin tüm yaşam döngüsünde doğaya etkisi: beşikten-mezara
 - Hammadde çıkarılması ve işlenmesi
 - Yapı Malzemeleri üretimi
 - Kullanım ve yeniden kullanım
 - Kullanım sonu geri kazanım dahil
- Metod ISO 14040-44 2006
- Çevresel etki değerlendirme
 - Sera Etkisi Potansiyeli
 - ton CO₂ eşdeğeri (tCO₂ed)
 - Temel Enerji Tüketimi
 - Giga Joule (GJ)

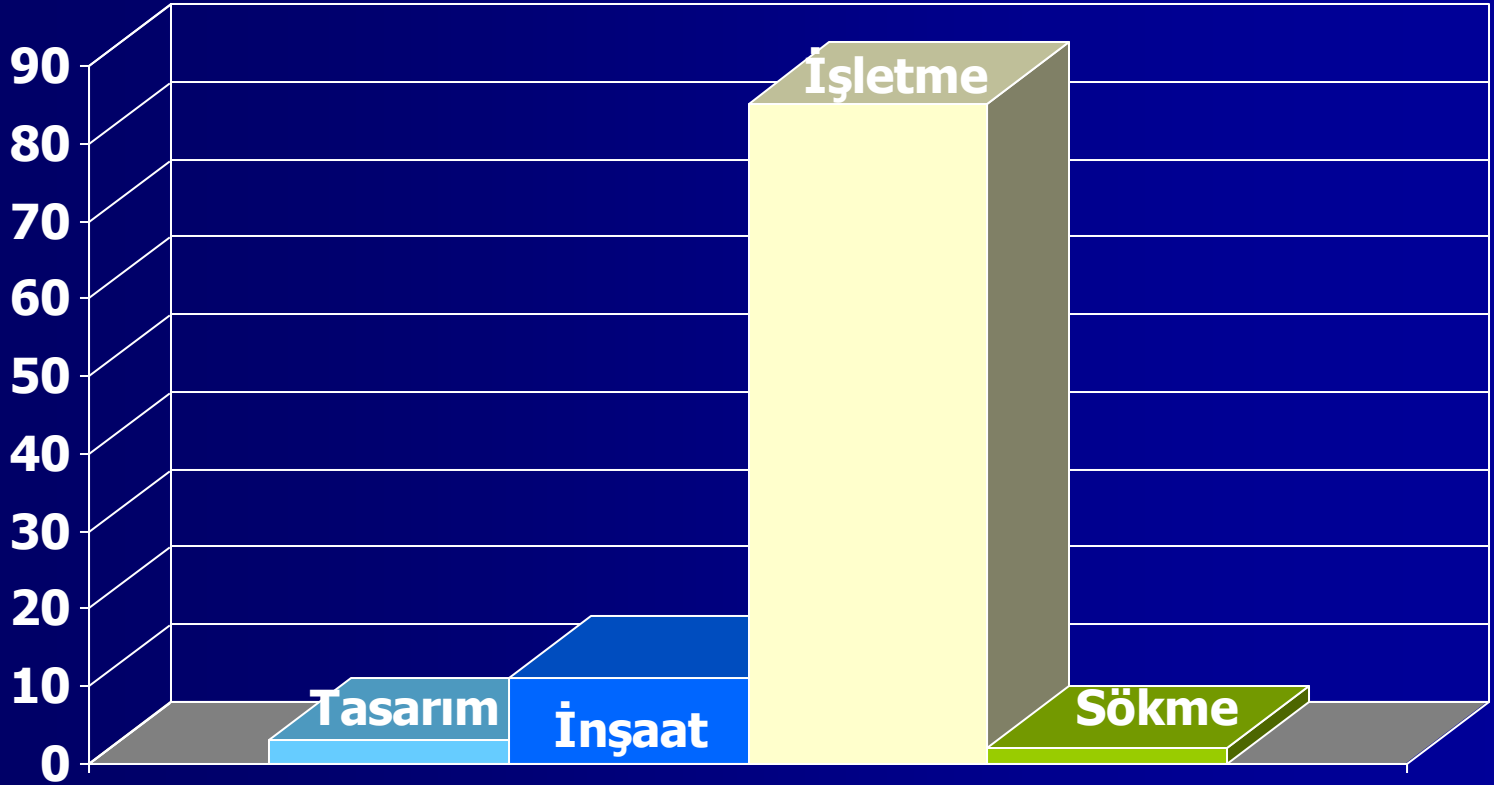
Sürdürülebilirlik = Toplam Yaşam Döngüsü Analizi

Aşama	Adım	Açıklama
Üretim	A1	Hammadde Sağlanması
	A2	Hammadde Taşıma
	A3	Üretim - Beşikten Kapiya
İnşaat	A4	Yapı Malzemesi Taşınması
	A5	Yapım, Montaj
Yapının Kullanımı	B1	Kullanım
	B2	Bakım
	B3	Tamir
	B4	Değiştirme
	B5	Yenileme
İşletme	B6	Enerji Kullanımı
	B7	Su Kullanımı
Yaşam Sonu	C1	Yıkım, Söküm
	C2	Atıkların Taşınması
	C3	Atıkların İşlenmesi
	C4	Yaşam Sonu Yok Etme
Yeniden Doğuş	D	Yeniden Kullanım

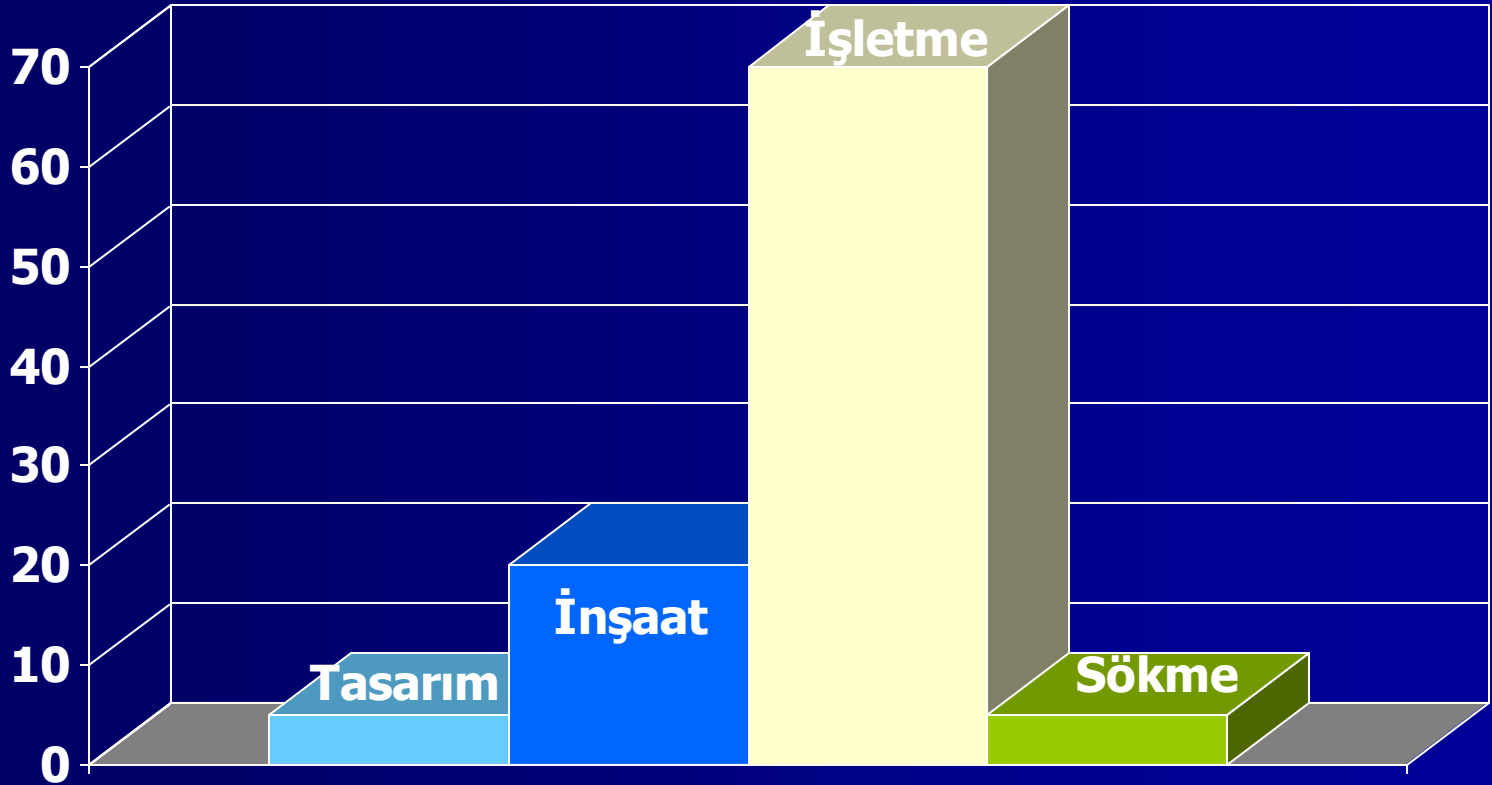
- Beşikten Mezara Beşiğe
- Resmin Tamamına bakarak karar verilir
 - İşlevsellik
 - Fayda / Maliyet Analizi
 - Net bugünkü Değer



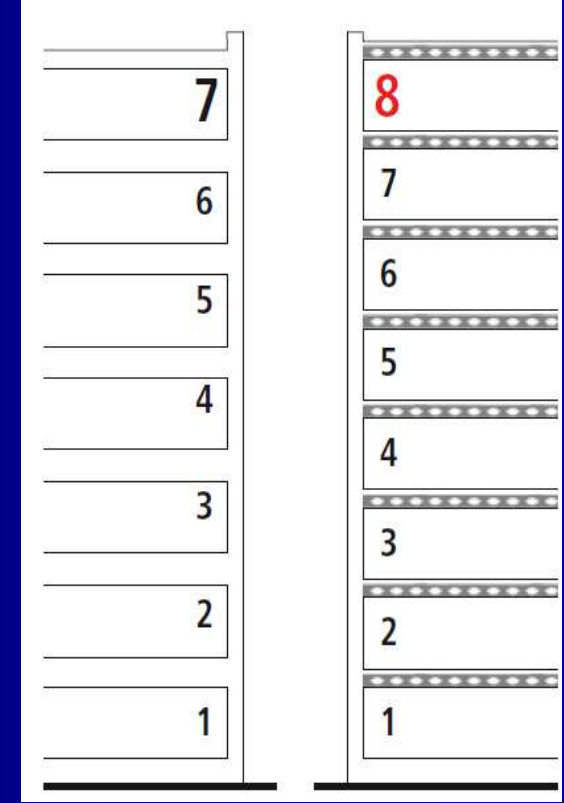
Yapının Toplam Maliyeti - Geleneksel



Yapının Toplam Maliyeti – Entegre Tasarım



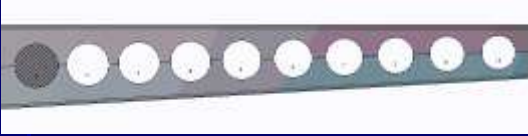
Petek Kirişler Malzeme ve Hacimde Ekonomi Sağlar



Aynı yapı yüksekliğinde daha fazla kat
Daha düşük CO₂ salımı -%25

Değişken Kesitli Petek Kiriş Uygulaması

Sabit gözler



Değişken gözler



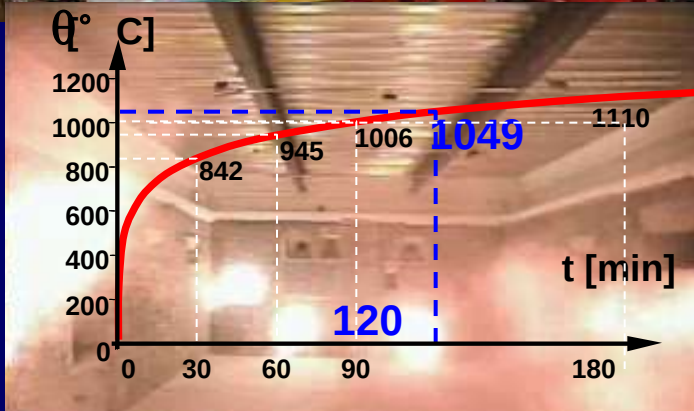
Petek Kirişler - Eęrisel



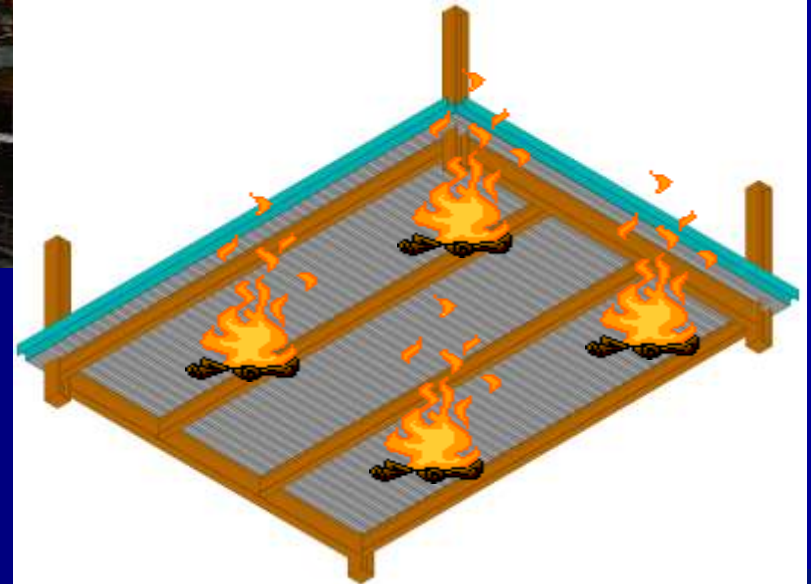
Petek Kirişler Yangın Dayanımı



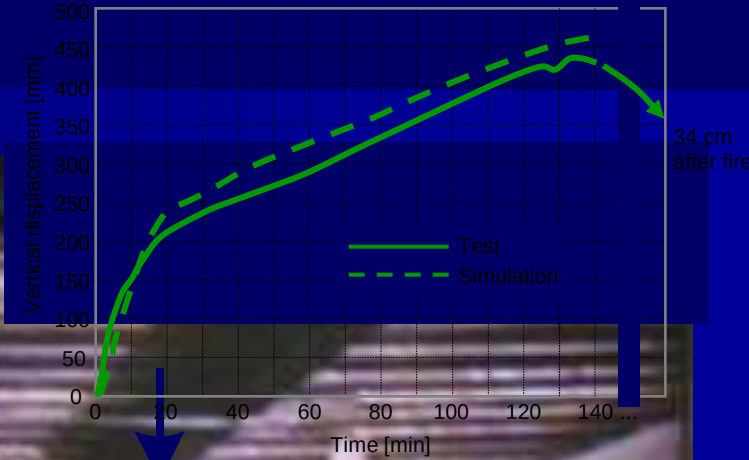
Kompozit Döşeme Yangın Deneyi



ISO-834 Yangın Eğrisi



Yangın Deneyi Sonuçları



R > 120 dakika

Rebars: 300 ° C

300 ° C

1040 ° C

Unprotected
secondary beams

Composite
slab

Çelik Yapılar - Sürdürülebilirlik

Güçlü Yanları

- İyi Tasarım -> Yüksek Performans
 - Üstün mimari özellikler
 - İyi mühendislik: Analiz, optimizasyon
- Daha az malzeme kullanımı
- Atölyede üretim, yüksek kalite, yüksek güvenlik, az atık
- Taşımada tasarruf
- Küçük şantiye alanı, kuru, temiz, hızlı kurulum
- Uzun ömürlü yapılar
- Kullanımda yüksek esneklik
- Geri kazanım, Yeniden kullanım
- Geri Dönüşüm
 - Ekonomik olarak, oturmuş bir sistem
 - %100 [%99] geri dönüştürülebilir.
 - Kalite yükseltilebilir
 - Yüksek dayanım elde edilebilir

Zayıf Yanları

- Üretimde yüksek enerji kullanımı = Yüksek gömülü enerji
 - Geri dönüşümle karbon salımından tasarruf
 - Betonda da durum benzer
- Taşıma
 - Hammadde
 - Hurda yerel olabilir
 - Ürün – Düşük ağırlıkta, karbon ayakizi düşük

Betonarme Yapılar ve Sürdürülebilirlik

Güçlü Yanları

- Yerel üretim
 - *Yapı çelikleri de yerel hurdadan üretilebilir*
- Yüksek ısı kapasite
 - *Doğru kullanılırsa yararlı*
 - *Çelik Beton kompozit benzer özelliklere sahip*
- Ses ve titreşim yalıtımı
 - *Fazla malzeme kullanarak*
 - *İyi tasarımıyla iyi performans çelikle de elde edilebilir*
 - *Çeşitli çözümler*
- Yangın dayanımı? Yanlış bilgi!
 - *Tüm yapı malzemeleri yangından etkilenir*
 - *Hepsi için önlem alınması gerekir*

Zayıf Yanları

- Üretimde yüksek enerji kullanımı = Yüksek gömülü enerji
- Yüksek atık miktarı
- Ağır ve kaynakları verimsiz kullanıyor
- Ağır taşıma yükü
- Kalite şantiye koşullarında üretiliyor
- Büyük şantiye alanları, gürültülü, kirli, rahatsız edici
- Sorunlu çalışma koşulları, iş güvenliği
- Yıkım, söküm zor, kirli, rahatsız edici
- Geri kazanım olanakları çok kısıtlı
- Geri dönüşümde kalite kaybı

Çelik – En Sürdürülebilir Yapı Malzemesi



- Çelik sürdürülebilirlikle ilgili tüm Avrupa Normlarıyla uyumludur.
- Çelik dünyanın en çok geri kazanılan ve dönüştürülen malzemesidir
- Çelik ekonomik olarak sürekli geri dönüştürülebilir
- Geri dönüşümde çelik kalitesi yükseltilebilir



TÜRK YAPISAL
ÇELİK DERNEĞİ

Sonuç

Yüksek Dayanım $\Rightarrow$ Düşük kütle $\Rightarrow$ Az Salım

Büyük açıklıklar $\Rightarrow$ Esnek Hacimler $\Rightarrow$ Uzun Kullanım Ömrü

Küçük kesitler $\Rightarrow$ Az yer kaybı $\Rightarrow$ Aydınlık hacimler

Yalıtım kullanma olanakları $\Rightarrow$ Enerji Verimli Bina

En iyi malzemeyi en uygun olduğu yerde kullanmak $\Rightarrow$ Ekonomi