

ÇELİK YAPILARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Öğr. Ü. Özgür SÜMER KÖYLÜOĞLU
Yeditepe Üniversitesi, İstanbul



İÇERİK

- Sürdürülebilir yapılar neden giderek önem kazanıyor?
- Mevzuat ve getirdiği kısıtlamalar..
- Eleman ve yapı/bina bazında sürdürülebilirliğe bakış..
- Bina sertifikasyon sistemleri hakkında genel bilgi..
- İnşaat mühendisliğini sürdürülebilirlik kaygısı nasıl etkiliyor?
- Çelik yapıların sürdürülebilirlik açısından değerlendirmesi



1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK SAC AYAĞI

– Ürünün / projenin etkilerini üç alanda inceliyoruz

- Ekolojik etkileri

- Emisyonlar (hava, su, toprak)
- Tüketim ve atık (enerji, su, malzeme)
- Yaşam ortamlarının yok oluşu (insan, bitki, hayvan)

- Sosyal etkileri

- Konfor
- Sağlık
- Güvenlik

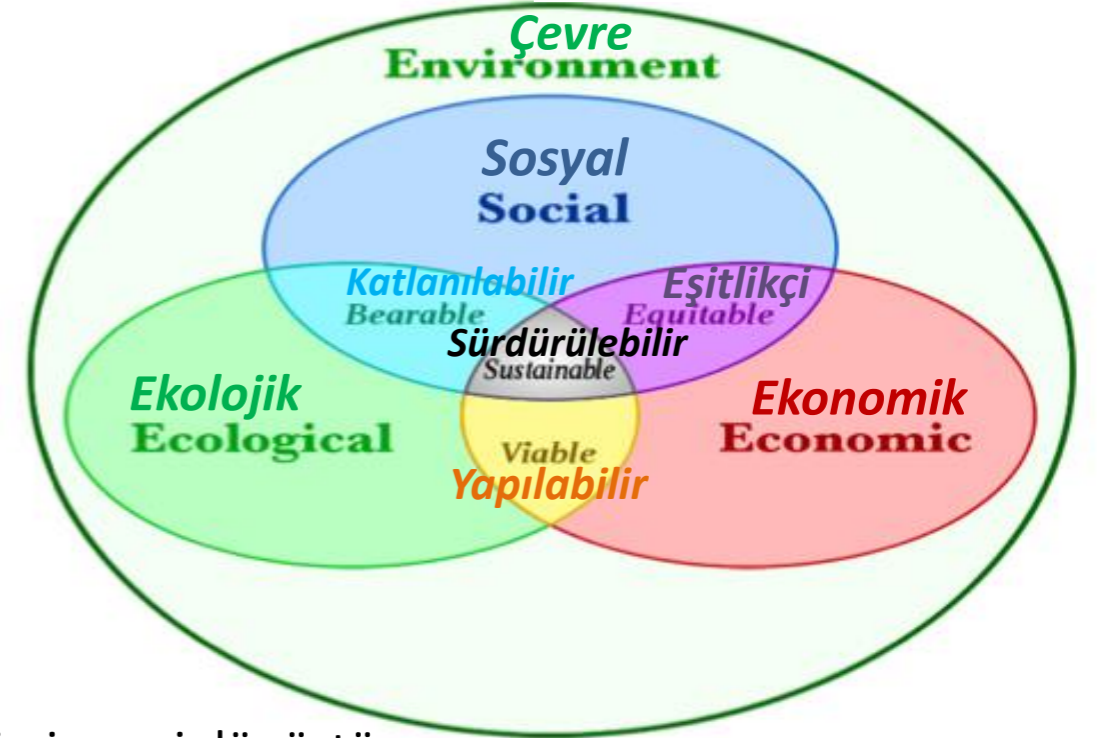
- Ekonomik etkileri

- Yatırım maliyetleri
- Fonlama maliyetleri
- Vergiler, harçlar – atık uzaklaştırma, aşırı kaynak tüketimi, arazi dönüştürme

➤ Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) –(Üretim/İnşaat – Kullanım/İşletme –Kullanım Ömrü Sonu)

➤ Yaşam Döngüsü Maliyeti (LCC)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELENİN GELİŞİMİ VE GETİRDİĞİ SINIRLAMALAR 1992 RİO KÜRESEL ZİRVESİNDEN – 2021 AVRUPA İKLİM KANUNUNA..

1992 - UNFCCC

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (The United Nations Framework Convention on Climate Change)

Rio de Janerio Earth Summit; Yürürlük: 1994

Amacı:

Sera etkisi yaratan emisyonların kontrol altına alınması ve sınırlandırılması

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 16/10/2003 tarihli ve 4990 sayılı Kanun ile Türkiye'de uygun bulundu (1992)

1997 – Kyoto Protokolü

192 taraf ülke – imza süreci bitişi ve yürürlüğü: 2005

Amacı:

1990 yılına göre ortalama %5 emisyon azaltımını 2008-2012 arasında yapmak

Sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sera gazı emisyonlarına sınırlamalar getirildi

Kyoto Protokolü 5/2/2009 tarih ve 5836 sayılı Kanun ile Türkiye'de uygun bulundu

2009 - Kopenhag Zirvesi

Büyük ekonomilere sahip ülkelerin taahhütleri ve küresel ısınma hedefinin 2 °C derece ile sınırlandırılması

2010 - Cancun Anlaşması

Amacı:

Ölçülebilir hedefler; ülkelerin kapasitelerine göre çözüm geliştirmesi; gelişmiş ülkelerin finansal açıdan sorumluluk alması

2015 – Paris Anlaşması

- 196 ülke imzaladı – Yürürlük: 2016
- Türkiye 2016'da imzaladı ancak TBMM onayı 2021'de verildi

Amacı:

Küresel ısınmayı endüstri-öncesi seviyelere göre (1850-1900) 2 °C derecenin çok altında korumak ve 1.5 °C ile sınırlamak

5-yılda bir ülkeler ulusal katkı beyanları ile iklim eylem planı açıklamak zorunda

2019 – Avrupa Yeşil Mutabakatı

- Avrupa Birliği'nin ilk İklim-Nötr Kıta olması hedefi;
- 2030 itibariyle net sera gazı emisyonlarını 1990'a göre %55 azaltmak

Amacı:

- 2050 yılında net emisyonların sıfırlanması
- Ekonomik gelişmenin hammadde kullanımı ile ilişkisinin kopartılması
- Kapsam dışı kişi veya yerleşim kalmaması

Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı: sera gazı emisyonlarının referans senaryoya göre 2030 yılında %21'e azaltılması ve 2055 yılı için karbon nötr olma hedefi onaylanmıştır.

2021 – Avrupa İklim Kanunu ve Sınırdaki Karbon Düzenlemesi

- Avrupa İklim Kanunu (9.7.2021)
- Amacı:
Avrupa Birliği ülkelerinin 2050 İklim Nötr olma hedefini bağlayıcı hale getirmek
- Sınırdaki Karbon Düzenlemesi (14.7.2021)

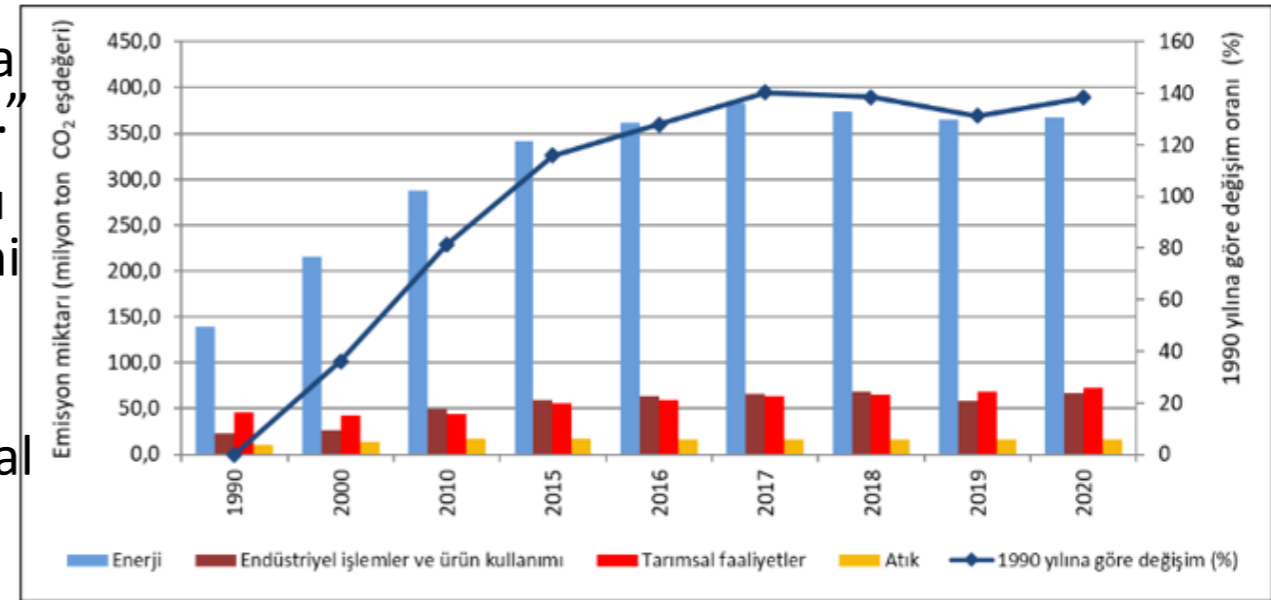
3. SERA GAZLARI RAPORLAMA ZORUNLULUĞU

- 16/10/2003 tarihli ve 4990 sayılı Kanun ile uygun bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1992)
- 5/2/2009 tarihli ve 5836 sayılı Kanun ile uygun bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü (1997, 2005)

uyarınca;

- Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 17 Mayıs 2014 tarih ve 29003 sayılı Resmi Gazete;
“**MADDE 7 – (1) EK-1’de** yer alan faaliyetleri yürüten işletmeler, her yıl 30 Nisan tarihine kadar bir önceki yılın 1 Ocak - 31 Aralık tarihleri arasında izlenen sera gazı emisyonlarını Bakanlığa **raporlamak zorundadır.**”
- Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ, 22.07.2014 tarih 29068 sayılı Resmi Gazete – İRD (izleme Raporlama ve Doğrulama) Beyanı
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli – IPCC Ulusal Sera Gazı Envanteri için Kılavuzları (2006; 2019)

Sera Gazı	Küresel Isınma Etkisi (CO ₂ e 100 yıl)
Karbondiyoksit (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	25
Nitröz Oksit (N ₂ O)	298
Perflorokarbonlar - PFCs	7 390 – 12 200
Hidroflorokarbonlar - HFCs	124 – 14 800
Nitrojen Triflorid (NF ₃)	17 200
Sülfür Hexaflorür (SF ₆)	22 800



4. EKOLOJİK ETKİLERİ AZALTMAK İÇİN GETİRİLEN TİCARİ KISITLAMALAR

AB Sınırdaki Karbon Düzenlemesi (SKD-CBAM) – 14.07.2021 (1.1.2023 yürürlük)

- AB'deki üreticilerden fazla emisyonu sahip malzemelerin ithalatında ek vergi (2026'ya kadar kademeli geçiş)
- **Demir, çelik, alüminyum, bakır, çimento, gübre, elektrik, madencilik, rafineri ürünleri, boyalar, plastikler, cam, seramik, tekstil, vitrifiye, inşaat malzemeleri, dericilik, tekstil, kağıt, işlenmiş gıda öncelikli sektörler; veya SKD (CBAM) sertifikası karşılığında ithalat yapılacak**
- **Gömülü emisyonlar (embodied carbon) - 3 ayda bir raporlanacak**
- AB Sınırdaki Karbon Düzenlemesi (SKD-CBAM) – raporlama kuralları 17.08.2023'de yayınlandı
- Ekim 2023 raporlama başlangıcı
- 1.1.2026 vergi başlangıcı
- Ticaret Bakanlığı, Eko-tasarım Tüzüğü Taslağı- Dijital ürün pasaportu

Sanayi sektörü (2021)	Küresel, doğrudan emisyon, Gt,CO ₂	Payı
Çimento	2,52	% 27
Demir-çelik	2,70	% 29
Kimya ve petrokimya	1,37	% 14
Alüminyum	0,28*	% 3
Diğer	2,5	% 27
TOPLAM	9,37	% 100

* Dolaylı – elektrik- emisyonu dahil edildiğinde 1,1 Gt

https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en

<https://www.buildinggreen.com/primer/embodied-carbon-measuring-how-building-materials-affect-climate>

5. İNŞAAT SEKTÖRÜ ÜZERİNDEKİ EKOLOJİK SINIRLAMALAR

- İnşaat sektörü,
 - doğal malzemelerin yaklaşık %50'sini tüketen,
 - atıkların %35'ini üreten,
 - sera gazları salımının %5-12'sini üreten
- sektör olduğu için sürdürülebilirlik açısından hedefte
- AB Yeşil Mutabakatı (11.12.2019) ve Avrupa İklim Kanunu (29.7.2021 yürürlük) sera gazı emisyonlarını azaltma hedefi için, **binaların**;
 - sera gazı emisyonları %60 azaltılmalı,
 - nihai enerji tüketimleri %14 azaltılmalı,
 - ısıtma ve soğutma enerji tüketimi %18 azaltılmalı.

Emisyon kaynakları (2021)	Küresel emisyon, Gt,CO ₂	Payı
Bina inşaatları (malzeme+imalat)	2,3	% 6,4
Bina dışı inşaat (malzeme+imalat)	2,4	% 6,6
Konut kullanım (ısıtma-soğutma-aydınlatma vb)	6,1	% 16,6
Konut dışı bina kullanımı (...)	3,8	% 10,3
Diğer endüstriler	10,9	% 30
Ulaşım	7,9	% 21,8
Diğer	3,0	% 8,2
TOPLAM	36,3	% 100

Ekonomik teşvikler ve vergiler

- Binalarda emisyon sınırlama –
kg CO₂/m² (Fransa RE2020-2022, Finlandiya-2025, İsveç 2027)

kg CO ₂ /m ²	2022-2024	2025-2027	2028-2030	2031 sonrası
Müstakil ev	640	530	475	415
Apartman binaları	740	650	580	490

- «Yeşil Finansman» (Green Financing)
 - <https://www.greenfinanceinstitute.co.uk/>
 - <https://iigf-china.com/>
 - <https://unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/>

- WLC regulation for all/non-residential buildings implemented/agreed
- WLC regulation for all/non-residential buildings planned
- LCA requirement for public buildings implemented/agreed

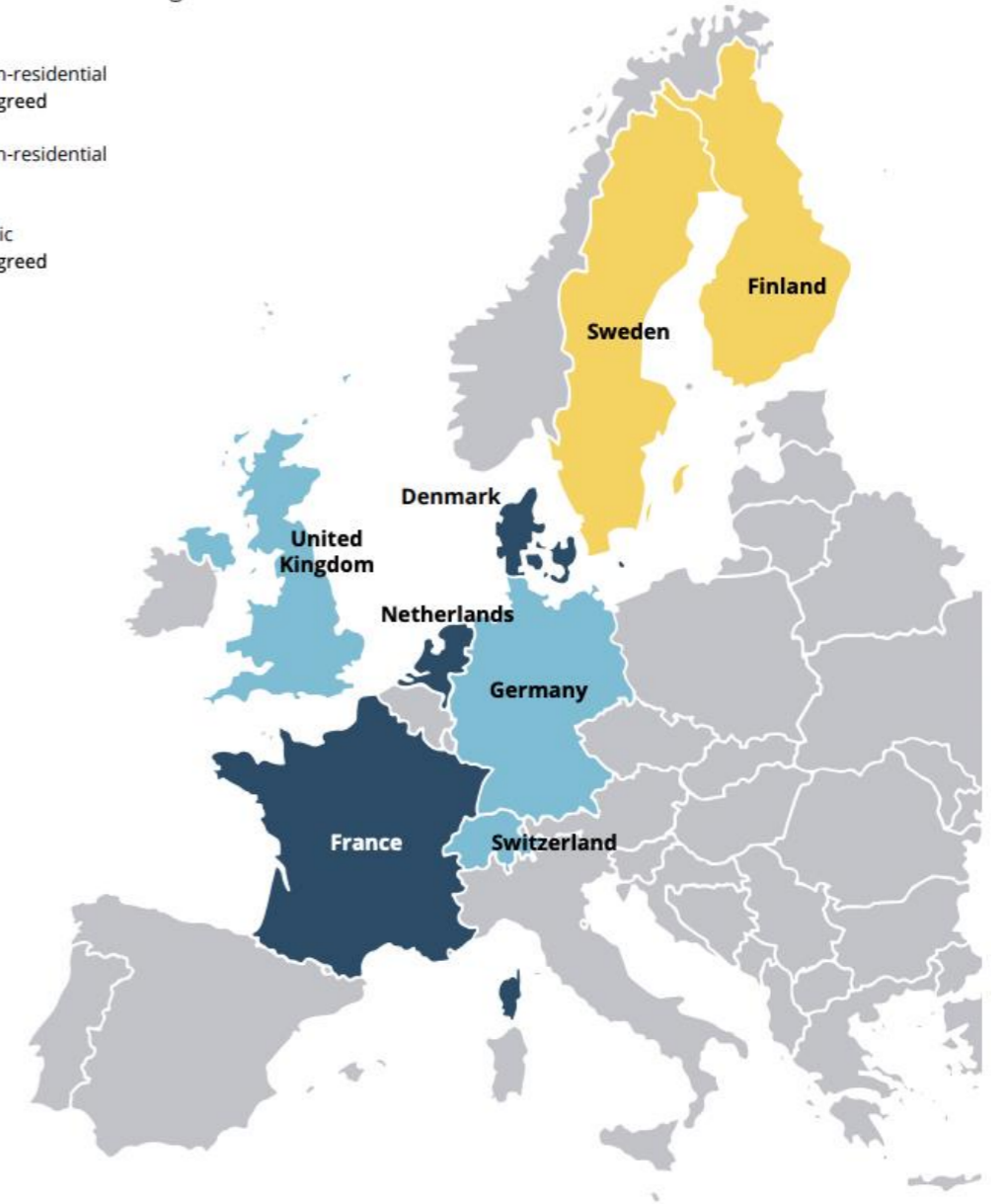
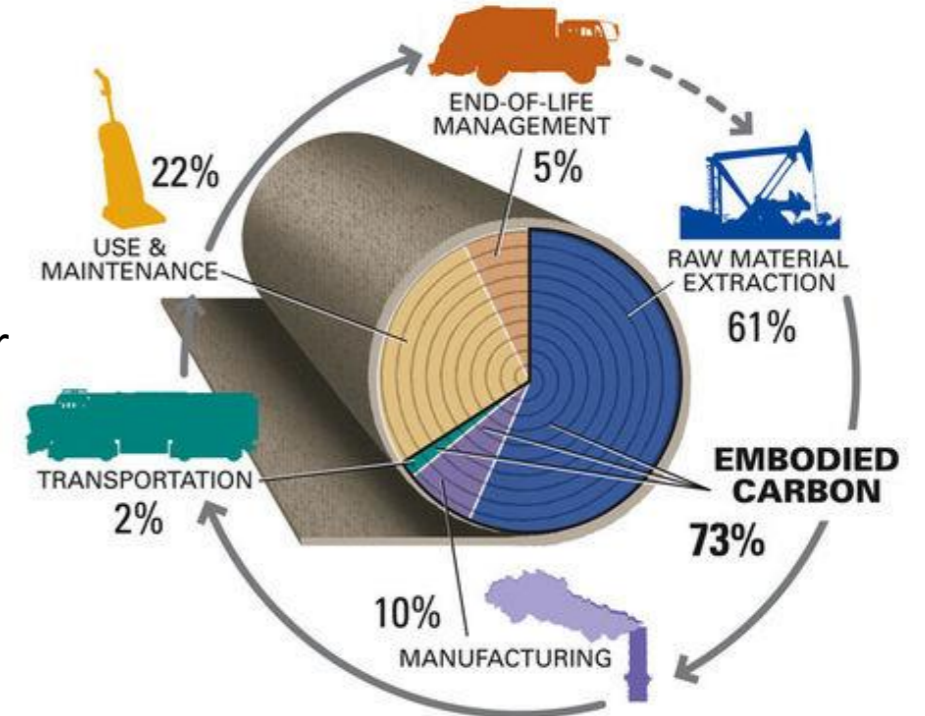


Figure 2 - Map of the leading whole-life carbon regulations in Europe. Map design: Showeet. Source: BPIE, 2021.

WLC: “Whole Life Carbon” – “Yaşam Boyu Karbon” Beyan Zorunluluğu Olan Ülkeler

6. GÖMÜLÜ EMİSYON (EMBODIED CARBON) NEDİR?

- Bir ürünün (ürün bina da olabilir) hammadde çıkarmadan üretime, bakıma ve atık olarak uzaklaştırmaya kadar tüm yaşam döngüsünde (LCA) sebep olduğu **sera gazı emisyonları**.
- Gömülü emisyonlara işletme kaynaklı emisyonlar dahil değil (örn. binanın ısıtılması, aydınlatılması, vb.)
- Üretim süreci CO₂ emisyonları doğrudan emisyon + elektrik tüketimi kaynaklı dolaylı emisyonlar raporlanacak
- Raporlanacak emisyonlar;
 - Kimyasal süreçlerden kaynaklanan emisyonlar
 - Nakliye kaynaklı emisyonlar
 - Üretim ve imalat sürecinde kullanılan enerji kaynaklı emisyonlar



7. MALZEME SEÇİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

A) Karbondioksit emisyonlarının hesabı için standartlar

- **TS EN ISO 14064-1** - Sera Gazları – Bölüm 1: Sera gazı salımlarının ve uzaklaştırılmalarının **kuruluş seviyesinde hesaplanmasına** ve raporlanmasına dair kılavuz ve özellikler (Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals) – CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, NF₃
- **BS EN 19694-2: 2016** – Stationary source emissions. Greenhouse Gas (GHG) emissions in energy-intensive industries. **Iron and steel industry**. Sabit kaynak emisyonları. **Enerji yoğun endüstrilerde sera gazı emisyonları**.
- **ISO 14065** – Sera gazları - Akreditasyon veya diğer karşılıklı tanıma formlarında kullanmak için sera gazı geçerli kılınması ve **doğrulaması yapan kuruluşlar** için şartlar.

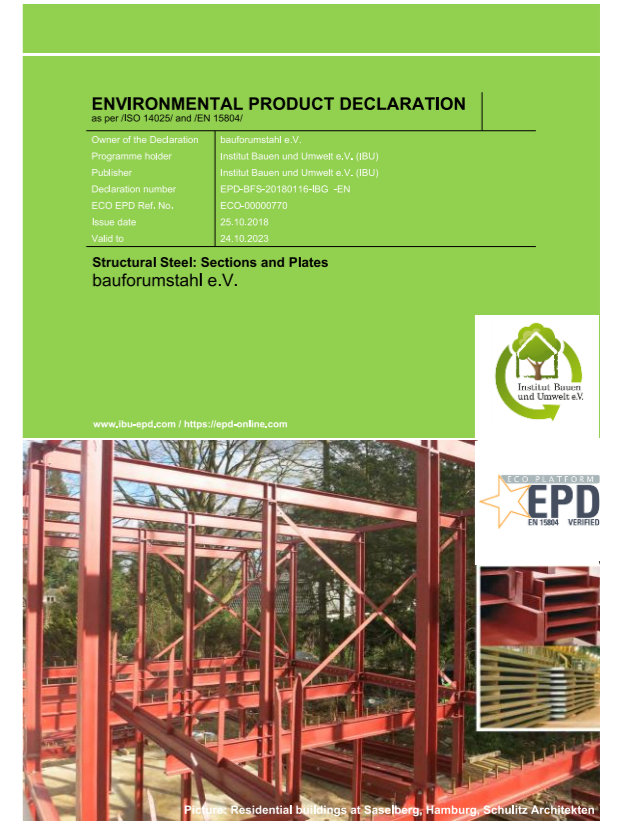
B) AB İnşaat Malzemeleri Yönetmeliği (2011) (CPR-Construction Products Regulation – harmonize standartlar)

- 2022 yılı itibari ile, **CE belgesi** için beyan edilmesi gereken **üretici bilgileri** kapsamında **teknik** ve **sıhhi** performansın yanısıra **sürdürülebilirlik** bilgilerinin de harmonize standartlara göre beyan edilmesi için çalışmalar başlatıldı

C) Çevresel Ürün Beyanı (EPD- Environmental Product Declarations)

Malzemelerin üretim sürecindeki ekolojik etkilerinin raporlanması ve bunların güvenilir kurumlar tarafından onaylanması

- **TS EN ISO 14025** - Çevre etiketleri ve beyanları – Tip III çevre beyanları – Prensipler ve prosedürler
- **TS EN ISO 14044:2006+A2:2020 (2021)**, Çevre yönetimi. Yaşam döngüsü değerlendirmesi. Gereksinimler ve kurallar.
- **TS EN 15804:2012+A2:2019 (2021)**, Yapıların sürdürülebilirliği. Mamullere ilişkin çevresel beyanlar. Yapı mamullerinin mamul kategorisi için ana kurallar.
- **CEN – PR EN 17662** - Execution of steel structures and aluminium structures - Environmental Product Declarations - Product category rules **complementary to EN 15804** for Steel, Iron and Aluminium structural products for use in construction works. (where mat'l characteristics affect mechanical resistance and stability- **taslak..**) – Yapının dayanım ve stabilitesini etkileyen **çelik ve alüminyum elemanların çevresel ürün beyanı** için Ürün Kategori Kuralları (PCR)
- **TS ISO 21930 (2021)**, Yapılarda ve inşaat mühendisliği işlerinde sürdürülebilirlik – **Yapı malzemelerinin ve hizmetlerinin çevresel beyanları** için temel kurallar

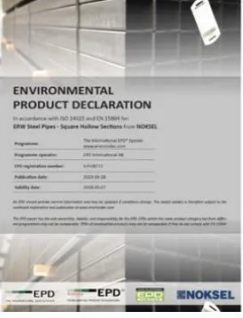


C) Çevresel Ürün Beyanı (EPD- Environmental Product Declarations)

EPD®
THE INTERNATIONAL EPD SYSTEM

EPD'ler İklim Beyanları Kayıtlar İstatistikler Firmalar İletişim EN [Süratim](#)


Noksel



S-P-08777
ERW Çelik Borular - Kare Boşluklu Profiller

[Detaylı bilgi](#) →


Noksel



S-P-08778
ERW Çelik Borular - Dikdörtgen Boşluklu Profiller

[Detaylı bilgi](#) →


Noksel



S-P-08776
ERW Çelik Borular

[Detaylı bilgi](#) →


Tosçelik Granül



S-P-06760
Low Carbon Steel Shot

[Detaylı bilgi](#) →


Boskay Metal



S-P-04885
Sıcak Haddelenmiş Çelik Ürünleri

[Detaylı bilgi](#) →


Tosyalı Çelik



S-P-04136
Köşebent

[Detaylı bilgi](#) →


Tosyalı Çelik



S-P-04137
Profil

[Detaylı bilgi](#) →

Özdemir Boru



S-P-04807
Çelik Borular ve Profiller

[Detaylı bilgi](#) →

• Veri Tabanları (EPD)

- ✓ <https://epdturkey.org/tr/search?category=22>
- ✓ <https://www.environdec.com/library>
- ✓ The The Inventory of Carbon and Energy (ICE) Database
<https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>
- ✓ BEES veri tabanı (ABD-National Institute of Standards and Technology):
[https://ws680.nist.gov/bees/\(A\(h1I9vJ5U2gEkAAAAN2RmOTQ5NGEtNGE1Ny00YzQ4LWExZDUtYTdiZjU3NDNmYjc1soITf4j_ASQkew8hDCQ3eH7382s1\)\)/default.aspx](https://ws680.nist.gov/bees/(A(h1I9vJ5U2gEkAAAAN2RmOTQ5NGEtNGE1Ny00YzQ4LWExZDUtYTdiZjU3NDNmYjc1soITf4j_ASQkew8hDCQ3eH7382s1))/default.aspx)
- ✓ GaBi veri tabanı
<https://sphera.com/life-cycle-assessment-lca-database/>

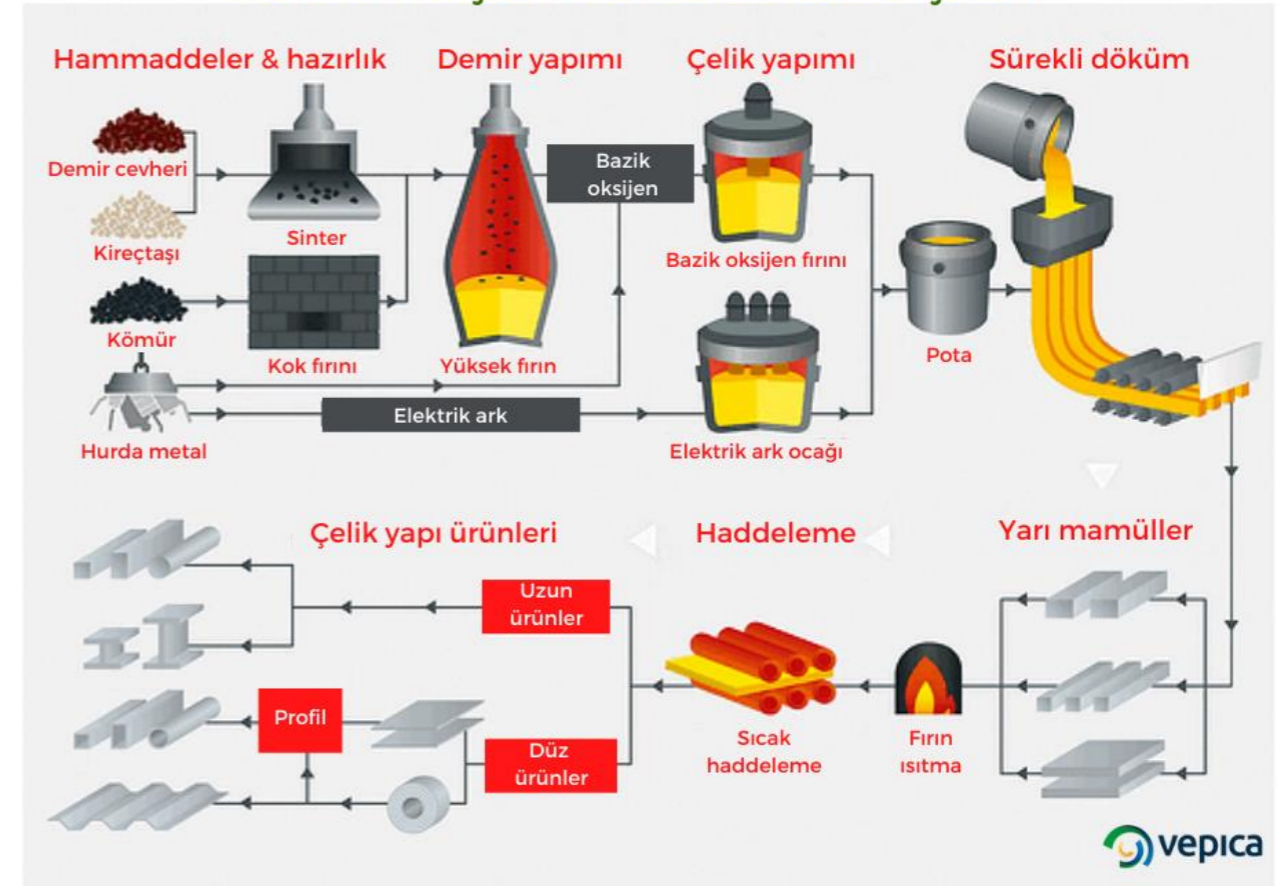
7. ÇELİĞİN MALZEME OLARAK ÇEVRESEL ETKİLERİ

– Dünya çelik tüketiminin %51'i inşaat sektöründe; çelik üretimi, dünya karbon emisyonunun %9'undan sorumlu

Hammadde Tüketimi ve Emisyonlar (Türkiye)	BOF'lu Tesisler (1 ton ham çelik)	EAO'lu Tesisler (1 ton ham çelik)
Hurda (kg) ¹	---	1150
Cevher (kg) ¹	1 500	---
CO ₂ Emisyonu (kg CO ₂) ²	2 000	300 – 350
CO ₂ Emisyonu (t CO ₂) ³ (Worldsteel, 2020)	1.89	
Enerji Tüketimi (MJ) ¹ (Türkiye)	22.8	2.4
Enerji Tüketimi (MJ) ³ (Worldsteel, 2020)	20.62	

BOF: Bazik Oksijen Fırını
EAF: Elektrik Ark Ocağı

Demir & çelik üretim süreçleri



yesilbuyume.org

Kaynak: <https://www.vepica.com/blog/steel-production-from-iron-ore-to-functional-industrial-products>

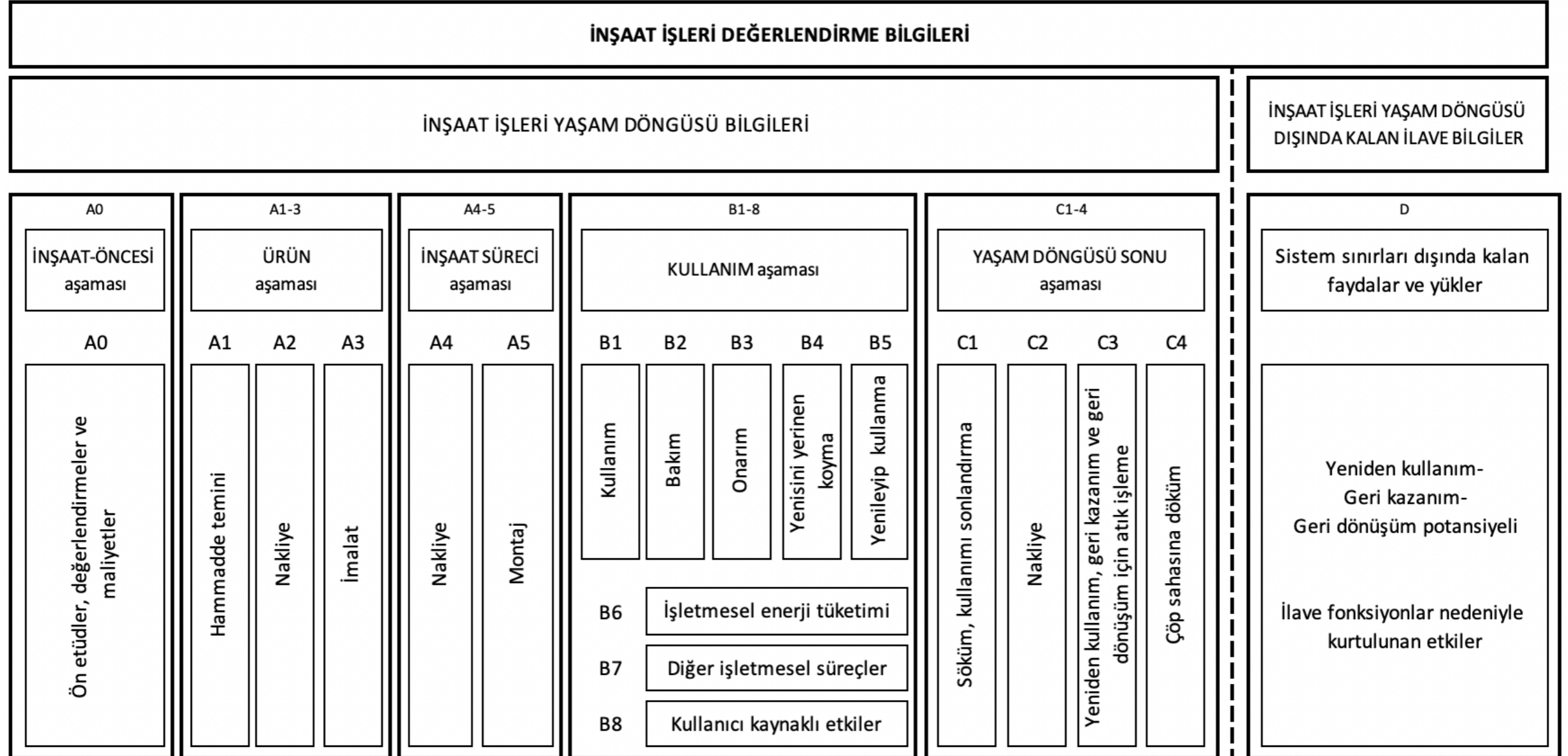
Çevresel Etki	Birim	Hurdadan Çelik (Şili)	Cevherden Çelik (Şili)
Küresel Isınma (GWP)	kg CO ₂ eşdeğ.	866	2 560
Ozon Tabakası Azaltma	kg CFC ⁻¹¹ eşdeğ.	8.67 E-05	13.8 E-05
Asidifikasyon	kg SO ₂ eşdeğ.	4.1	12
Ötrofikasyon	kg PO ₄ ⁻³ eşdeğ.	1.0	3.8
Fotokimyasal oksidasyon	kg C ₂ H ₄ eşdeğ. (etilen)	1.2	36.4
Abiotic tüketim (element)	kg Sb eşdeğ. (antimony eşdeğ.)	6.01 E-04	31.6 E-04
Abiotic tüketim (fosil yakıt)	MJ	13 110	36 900

- Küresel ısınma – dünya yüzey ısısının 1850-1900 (endüstri-öncesi) yıllarına göre 1.5 derece altında tutma hedefi
- Ozon tabakası incelmesi – zararlı UV güneş ışınlarının ulaşması ile sağlığa ve diğer canlılara zarar veriyor
- Asidifikasyon – okyanusların asidik olması bazı türlerin yok olmasına ve okyanusların karbon yakalama kapasitelerini kaybetmesine sebep olabiliyor.
- Ötrofikasyon – su yosunları gibi bitkilerin normalden fazla üremesi sebebiyle oksijenin azalması ve su ekosisteminin çökmesi
- Fotokimyasal oksidasyon – atmosferde kirlenmeye yol açan, sağlık sorunlarına yol açan zehirli duman
- Abiyotik tükenme – mineral ve fosil yakıt tükenmesi

Çelik sektörünün iki önemli çözüm arayışı⁴:

- Kimyasal üretim sürecinde DRI (direct reduced iron) tekniği ve hidrojen yardımı ile karbon emisyonlarını azaltma
- Kullanılan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi

9. İNŞAAT İŞLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRMESİ



Tablo: EN 15643-52017: 2017

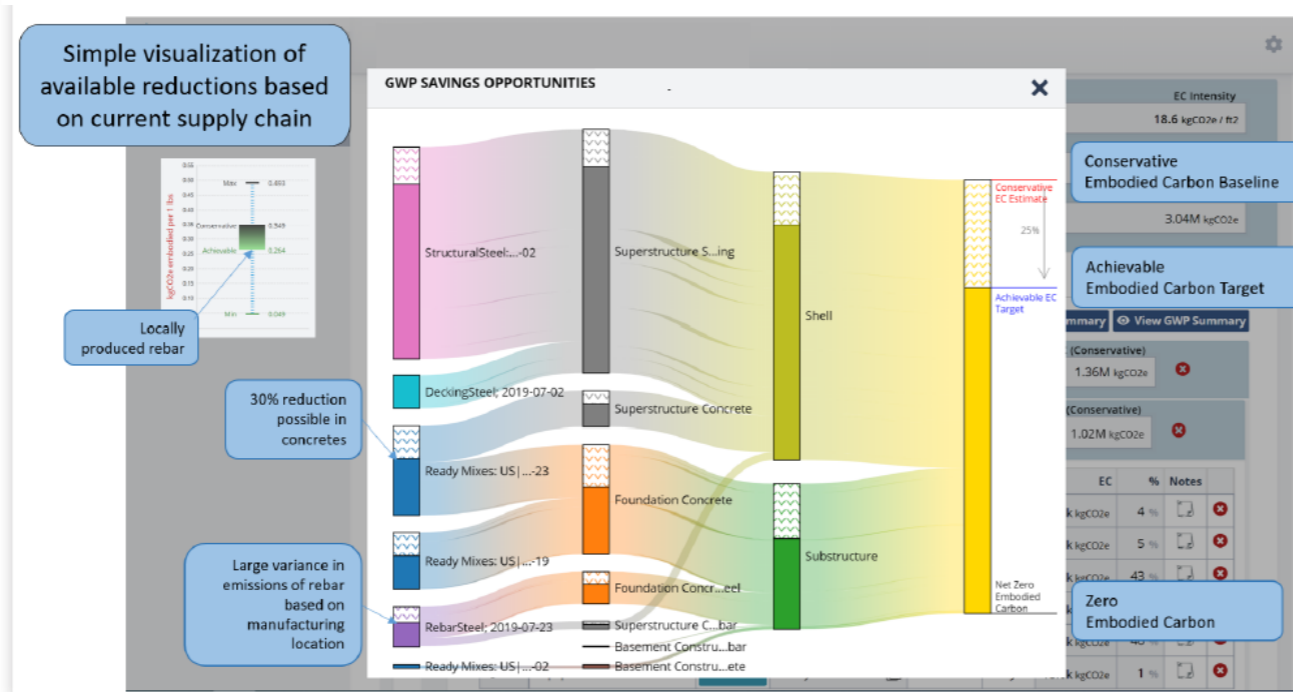
- **Ekolojik/Çevresel etkiler**

- BS EN 15978: 2011 - Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of **buildings**. **Calculation method**. Binaların çevresel değerlendirmesi.

- **Hesap metodu**

- ISO 14045:2012 - Environmental management – Eco-efficiency assessment of product systems – Principles, requirements and guidelines. – **Ürün sistemlerinin eko-verimliliği** – **Prensipiler, gereksinimler ve kılavuzlar** - yaratılan değer (fonksiyonel/parasal/estetik/) ile ilişkilendiriliyor

EC3 – İnşaatta Gömülü Karbon Emisyonu Hesaplayıcı



CO₂ emissions in grams per TEU kilometre*



6 m konteyner eşdeğer yük için

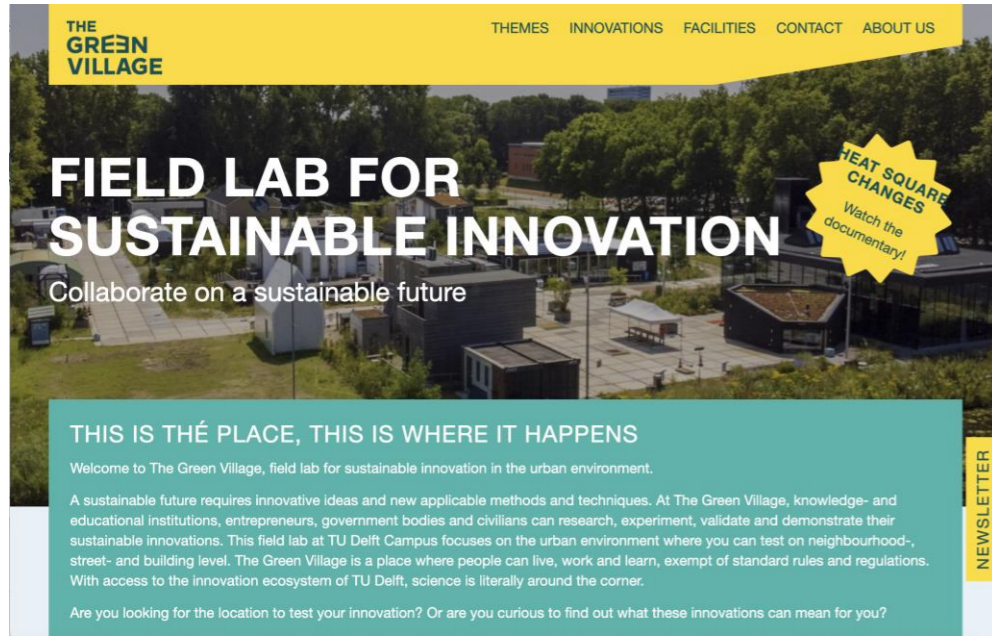
- **Ekolojik etkiler**

- CEN/TR 17005 – Sustainability of construction works – Additional environmental impact categories and indicators – Background information and possibilities – Evaluation of the possibility of **adding environmental impact categories and related indicators** and calculation methods for the assessment of environmental performance of **buildings**

Binaların çevresel etkilerinin hesabı için eklenebilecek ilave kategoriler ve endikatörleri:

- İnsan sağlığı açısından zehirlilik ve ekolojik zehirlilik
- Partikül maddeler
- Arazi kullanımı
- Biyoçeşitlilik
- Su kıtlığı
- İyonize radyasyon

Örnek: The Green Village <https://www.thegreenvillage.org/en/>



THE GREEN VILLAGE

THEMES INNOVATIONS FACILITIES CONTACT ABOUT US

FIELD LAB FOR SUSTAINABLE INNOVATION

Collaborate on a sustainable future

HEAT SQUARE CHANGES
Watch the documentary!

THIS IS THE PLACE, THIS IS WHERE IT HAPPENS

Welcome to The Green Village, field lab for sustainable innovation in the urban environment.

A sustainable future requires innovative ideas and new applicable methods and techniques. At The Green Village, knowledge- and educational institutions, entrepreneurs, government bodies and civilians can research, experiment, validate and demonstrate their sustainable innovations. This field lab at TU Delft Campus focuses on the urban environment where you can test on neighbourhood-, street- and building level. The Green Village is a place where people can live, work and learn, exempt of standard rules and regulations. With access to the innovation ecosystem of TU Delft, science is literally around the corner.

Are you looking for the location to test your innovation? Or are you curious to find out what these innovations can mean for you?


NEWSLETTER

THEMES

At The Green Village, knowledge- and educational institutions, entrepreneurs, government bodies and civilians can research, experiment, validate and demonstrate their sustainable innovations. By paying attention to technical, corporate, social and policy-based challenges, we help innovative parties accelerate from theory to practice. These challenges are divided into three themes.

 Sustainable building and renovation

New and existing houses require sustainable building/renovating in order to prepare for the future.

 Future energy system

Expansion of the multi energy infrastructure with extra transport- and storage facilities. Within the field lab, we're working on a robust and locally organised system.

 Climate adaptive city

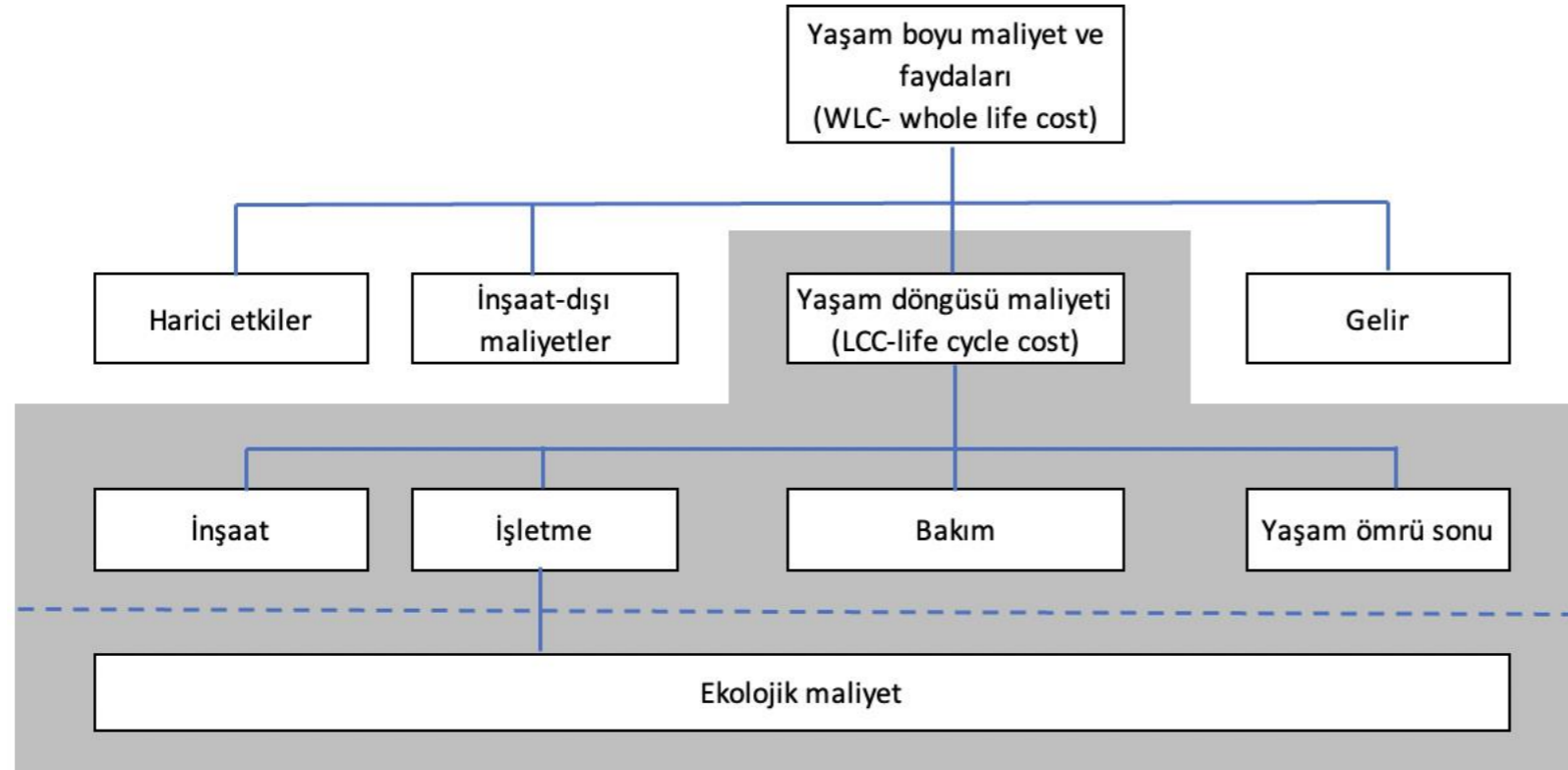
Flooding, drought and heat: we're increasingly experiencing the consequences of extreme weather in the Netherlands. Neighbourhoods, streets and buildings need to remain liveable and habitable.



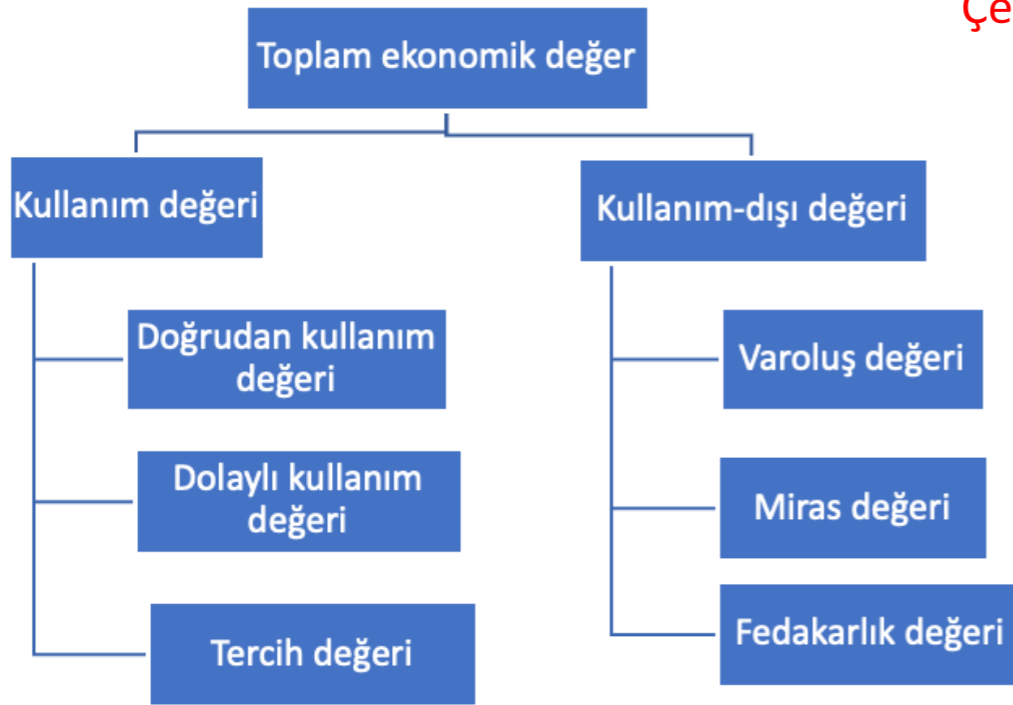
• Ekonomik etkiler

- BS ISO 15686-5:2017-TC *Buildings and constructed assets. Service life planning - Life cycle costing* – **Binalar ve inşai varlıkların yaşam döngüsü maliyetlendirmesi**
- ISO 14007:2019, Environmental management – Guidelines for determining environmental costs and benefits – **Çevresel fayda ve maliyetlerin hesaplanması**
- BS EN ISO 14008:2020, Monetary valuation of environmental impacts and related environmental aspects – **Çevresel etkilerin ve unsurların parasal değerlendirilmesi**

Şekil: BS ISO 15686-5:2017



- Harici etkiler: başkalarına olan sosyal fayda/maliyetler
- İnşaat-dışı maliyetler: işletmesel, finansman, kullanıcı maliyeti, satış gelirleri
- İşletme maliyeti: kira, sigorta, enerji veya çevresel/idari denetim maliyetleri, vergi ve harçlar
- Bakım maliyeti: bakımla ilgili ekip, ekipman, malzeme, temizlik, yenileme vb



BS EN ISO 14008:2019

Çevresel etkilerin ve unsurların parasal değerlemesi (insan odaklı..)

- Çelik/ahşap/yakıt/tarım ürünü/balığın pazar fiyatı
- Tedavi maliyeti
- Konutun yeşil alana yakın olma primi
- Parka giriş veya konaklama ücreti
- Bataklık alanın su arıtma fonksiyonu kaybının temiz su ve balık fiyatı üzerinden maliyeti
- Tükenmesi beklenen kaynağın bugünkü değeri
- Hasar temizleme maliyeti
- Emisyon azaltma maliyeti gibi..

- Kullanım değerleri (gerçek/potansiyel, tüketimsel/tüketim dışı)
 - Ürünün doğrudan kullanım değeri (Pazar değeri veya diğer)
 - Dolaylı kullanım değeri; ekosistemden insanların sağladığı dolaylı fayda (örn. ormanın erozyon/sel önleme katkısı)
 - Tercih değeri; bireyin bir ürünü şimdi kullanmasa dahi, gelecekteki kullanım potansiyeline biçtiği değer
- Kullanım-dışı değerler (kişilerin kullanımdan bağımsız atfettikleri değer)
 - Mevcudiyet değeri; bireyin, ürünü kullanmasa dahi, onun mevcudiyetine verdiği değer (biyoçeşitlilik, insan yaşantısının kültürel, estetik ve ruhani değerler)
 - Miras değeri; bireyin, ürünün doğmamış nesiller için gelecekte mevcudiyetine verdiği değer
 - Fedakarlık değeri; bireyin, ürünün hayattaki başkalarının yararı için mevcudiyetine verdiği değer
- İnsan sağlığı değeri (doğrudan kullanım değeri kategorisinde)
 - ✓ Kaynak maliyeti; tıbbi (tedavi), tıbbi olmayan (sağlık yoksunluğu kaynaklı çocuk bakımı, ev hizmetleri), hukuki maliyetler
 - ✓ Fırsat maliyeti; verim kaybı, eğlence zamanı kaybı ilişkili maliyetler
 - ✓ İşlevsizlik maliyeti; sağlık sorunu kaynaklı acı çekme, endişe, konfor kaybı ilişkili maliyetler

- Ekolojik, Ekonomik ve Sosyal etkilerin birlikte değerlendirilmesi için:
 - ISO 15392:2019 – Sustainability in buildings and civil engineering works – General principles. – Binalar ve inşaat işlerinde sürdürülebilirlik - Genel prensipler
 - BS EN 15643: 2021 - Sustainability of construction works - Framework for assessment of buildings and civil engineering works. İnşaat işlerinin sürdürülebilirliği. Binalar ve inşaat işlerinin değerlendirilmesi için çerçeve.
 - BS EN 17472-2022 (2022), Sustainability of construction works. Sustainability assessment of civil engineering works. Calculation method. İnşaat işlerinin sürdürülebilirliği. İnşaat işlerinin sürdürülebilirlik değerlendirmesi. Hesap metodu.
 - ISO 21928-2: 2023 Sustainability in buildings and civil engineering works —Sustainability indicators – Part 2: Framework for the development of indicators for civil engineering works. Binalar ve inşaat işlerinde sürdürülebilirlik – Sürdürülebilirlik endikatörleri – Kısım 2: İnşaat işlerinde endikatörlerin geliştirilmesi için çerçeve
 - ISO 21929-1:2011 Sustainability in building construction – Sustainability indicators - Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings. Bina inşaatında sürdürülebilirlik - Sürdürülebilirlik endikatörleri – Kısım 1: Binalar için endikatörlerin geliştirilmesi için çerçeve ve temel endikatör seti
 - BS ISO 21931-1 (2022), Sustainability in buildings and civil engineering works. Framework for methods of assessment of the environmental, social and economic performance of construction works as a basis for sustainability assessment. Buildings Binalar ve inşaat işlerinde sürdürülebilirlik. Sürdürülebilirlik değerlendirmesinde temel alınacak, inşaat işlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik performansının değerlendirilme metodları için çerçeve. Binalar.

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI SEMİNERİ

Unsurlar ve Etkileri	EKOLOJİK (ÇEVRESEL)			EKONOMİK		SOSYAL			
	İklimin korunması	Doğal kaynakların korunması	Ekosistemin korunması	Maliyet	Değer	Sağlık ve Güvenlik	Memnuniyet	Nüfus ve Toplum	Kültürel Miras
Enerji kaynakları kullanımı		X							
Malzeme kaynakları kullanımı		X							
Atık yönetimi		X							
Su kullanımı		X							
Arazi fonksiyon değişikliği			X						
Yerel ekosisteme emisyonlar (toprak, hava, su)			X			X			
Gürültü ve titreşimler						X			
Ekosistem işlevi			X						
Peyzaj değişikliği							X		X
Küresel ısınma etkileri	X								
Ozone tüketme etkileri			X						
Ötrofikasyon etkileri			X						
Asidifikasyon etkileri			X						
Fotokimyasal ozon üretme etkileri			X						

Tablo referansı: ISO/TS 21929-2:2015 yürürlükte değil; yerine ISO 21928-2:2023 geldi.

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI SEMİNERİ

Unsurlar ve Etkileri	EKOLOJİK (ÇEVRESEL)			EKONOMİK		SOSYAL			
	İklimin korunması	Doğal kaynakların korunması	Ekosistemin korunması	Maliyet	Değer	Sağlık ve Güvenlik	Memnuniyet	Nüfus ve Toplum	Kültürel Miras
Dışsal maliyetler				X					
Yaşam döngüsü maliyeti				X					
Doğaya erişim							X	X	
Popülasyon sistemi								X	
İş yaratma					X		X		
Kültürel miras unsurları									X
Sosyal katılımçılık ve kabul edebilirlik							X		
Riskler ve dirençlilik				X		X		X	
Sağlık ve konfor						X	X		

Bazı uygulamalar..

- Tally eklentisi (Revit) – gömülü emisyon
<https://www.choosetally.com/>
- One Click LCA – gömülü emisyon
<https://www.oneclicklca.com/construction/life-cycle-assessment-software>

One Click LCA

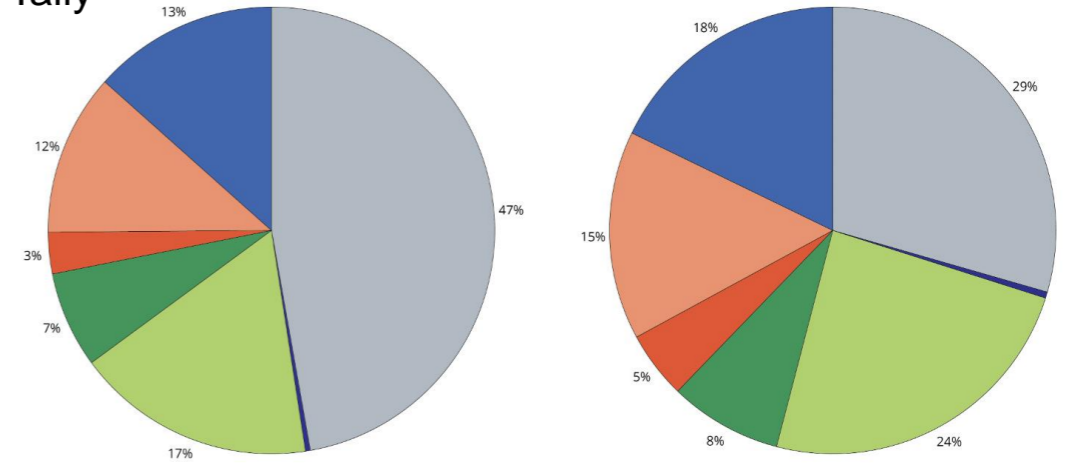
Recycled ? None 10 % 97 %	Renewable ? None None None	Reused ? None None None	Wastage ? None 4 % 4.85 %	DfD ? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DfA ? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	EOL Process ? Rebar separated (2 %) Concrete crushed to Steel recycling
------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---	---	--

EOL Process ?

Rebar separ: ▼ Change ▼

- Do nothing
- Reuse as material
- Rebar separated (2 %), concrete to aggregate
- Rebar separated (2%), concrete to landfill

Tally

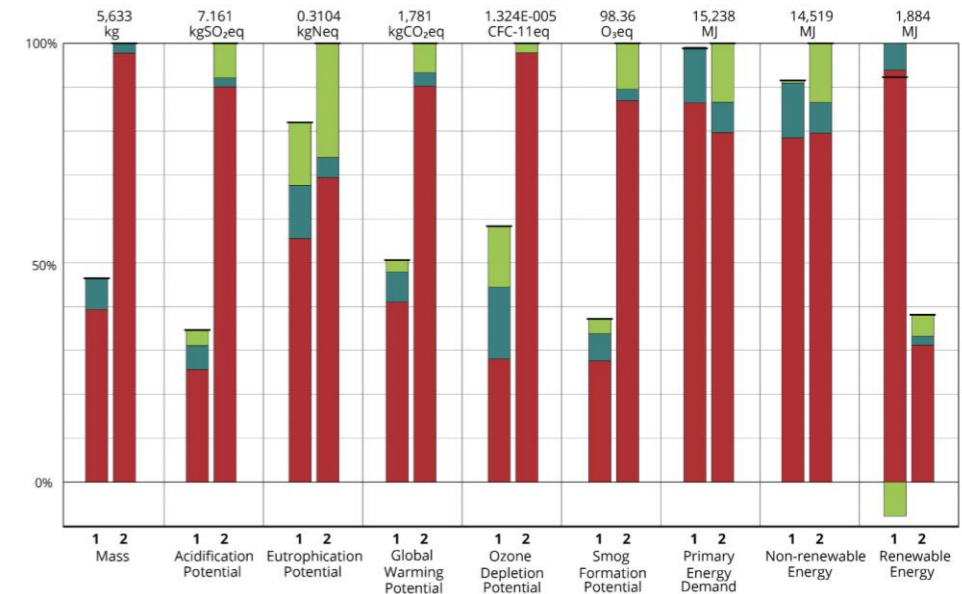


Global Warming Potential

Primary Energy Demand

CSI Divisions

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 05 - Metals
- 06 - Wood, Plastics, Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes



Design Options

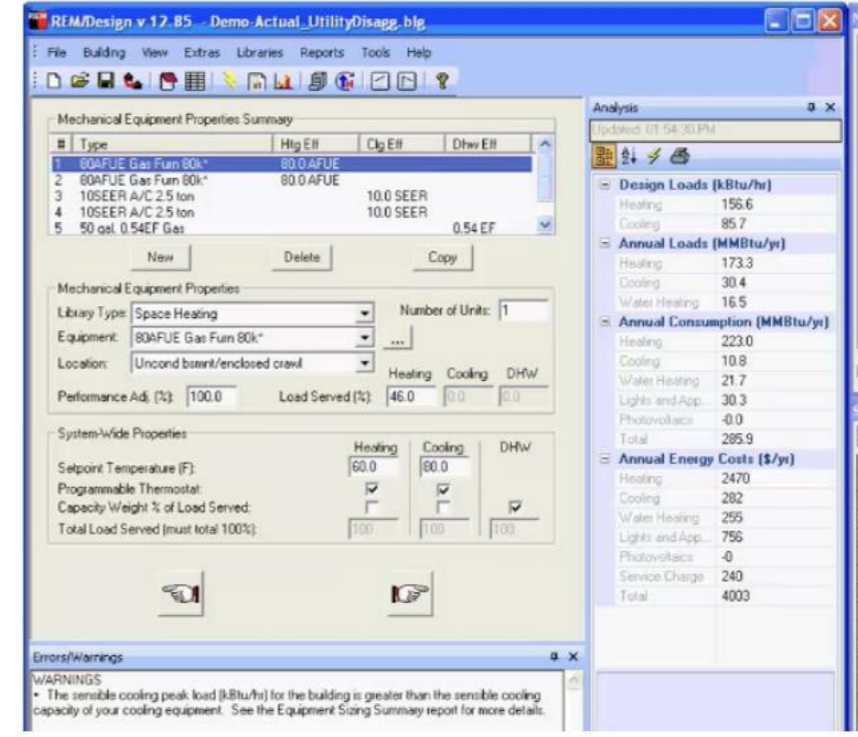
- Option 1 - Brick
- Option 2 - Concrete

Life Cycle Stages

- Manufacturing
- Maintenance and Replacement
- End of Life
- Net Value (impacts + credits)

Bazı uygulamalar..

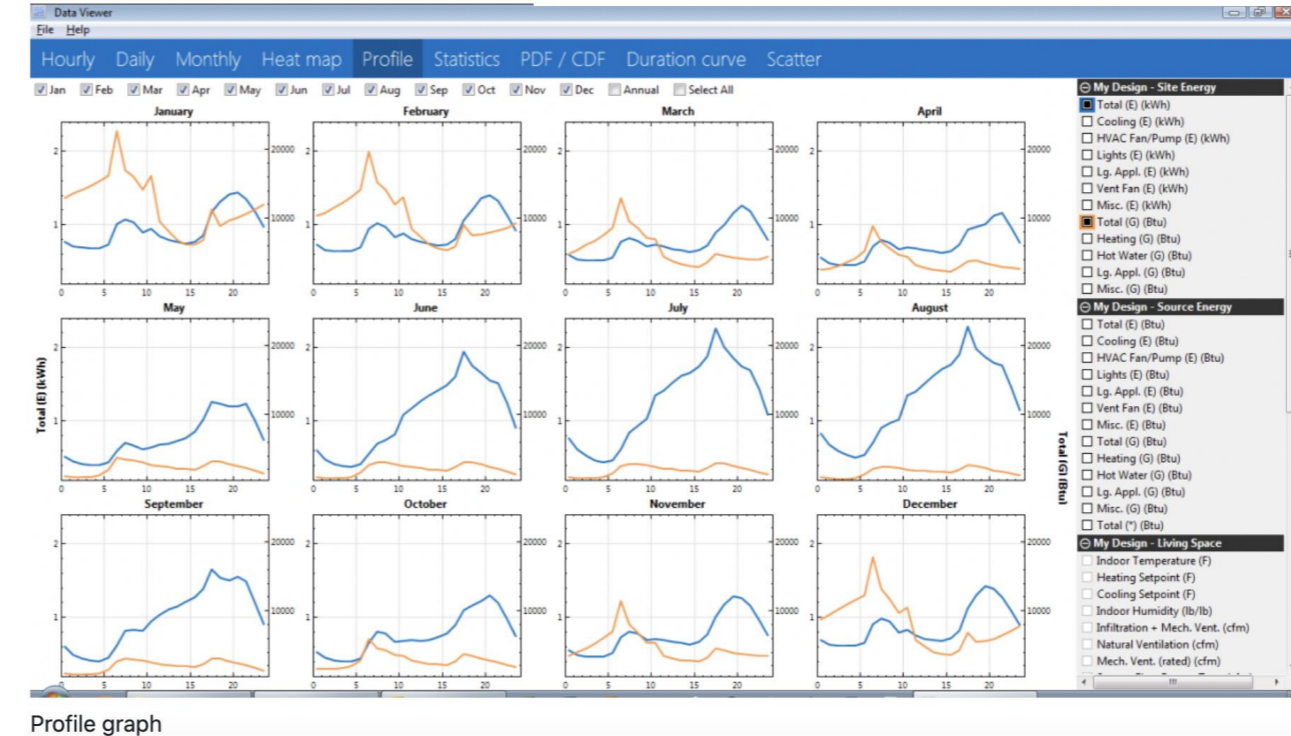
- Ekotrope – enerji modellemesi
<https://app.ekotrope.com/#projectlist>
- REM/Rate – enerji modellemesi <https://www.remrate.com/>
HERS Ratings (Home Energy Rating System)
- <https://openstudio.net/> aydınlatma-iklimlendirme entegre tasarımı
- <https://www.wbdg.org/guides-specifications> Whole Building Design Guide kılavuz ve şartnameleri



Ekotrope



Open Studio



Profile graph

10. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK DERECELENDİRME SERTİFİKALARI

- BREEAM-1989/ LEED-1998/ DGNB/BNB-2001 / Green Globes-2005 / /CASBEE-2008 ... binalar için
- GreenroadsTM; GreenLITES; (Green Leadership in Transportation and Environmental Sustainability); I-LAST (Illinois Livable and Sustainable Transportation); Envision ... ulaşım sistemleri için
- YES – Yeşil Sertifika Sistemi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Binalar İle Yerleşmeler İçin Yeşil Sertifika Uygulama Tebliği-2021; Yönetmelik-2017)
- BEST Konut Sertifikası (2019), Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
- EU – Level(s)

2020 yılında Avrupa Komisyonu tarafından başlatıldı

Amaç:

Binaların yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilirliğini ve dögüsel ekonomi modellerine geçişi sağlamak.

Kamu ihalelerinde Level(s) zorunluluğu getirilmesi öngörölüyor



- EU – Levels (6-makro hedef; 16-gösterge)

Hedef 1: Binanın yaşam döngüsü boyunca sera gazı emisyonları

Gösterge 1.1. Kullanım sürecindeki enerji tüketimi (kWh/m²/yıl)

Gösterge 1.2. Yaşam döngüsündeki Küresel Isınma Etkisi (CO₂ eq./m²/yıl)

Hedef 2: Malzeme yaşam döngüsünün kaynak verimliliği ve çevrimselliği

Gösterge 2.1. Metrajlar, malzeme seçimleri ve malzeme ömürleri

Gösterge 2.2. Yapım ve Yıkım atıkları ve malzemeleri

Gösterge 2.3. Adaptasyon ve renovasyona uygun tasarım

Gösterge 2.4. Söküm, yeniden kullanım ve geri dönüşüme uygun tasarım

Hedef 3: Su kaynaklarının verimli kullanımı

Gösterge 3.1. Kullanım suyu tüketimi (m³/kişi/yıl)

Hedef 4: Sağlıklı ve konforlu yaşam alanları

Gösterge 4.1. Kapalı alan hava kalitesi

Gösterge 4.2. Isı konforu sağlanamayan süre

Gösterge 4.3. Aydınlatma ve görüş konforu

Gösterge 4.4. Ses kalitesi ve gürültüden korunma

Hedef 5: İklim değişikliğine adaptasyon ve direnç

Gösterge 5.1. Yaşayanların sağlık ve ısı konforunun sağlanması

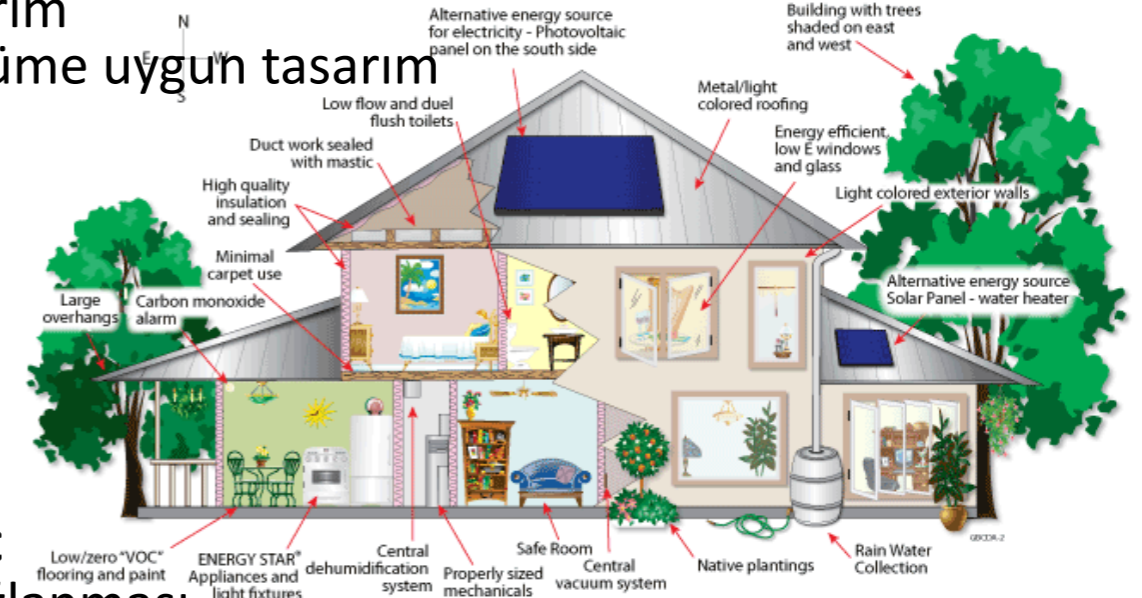
Gösterge 5.2. Olağanüstü hava koşulları riskinin artması

Gösterge 5.3. Sürdürülebilir drenaj

Hedef 6: Yaşam döngüsü maliyet ve değer optimize edilmesi

Gösterge 6.1. Yaşam döngüsü maliyeti (€/m²/yıl)

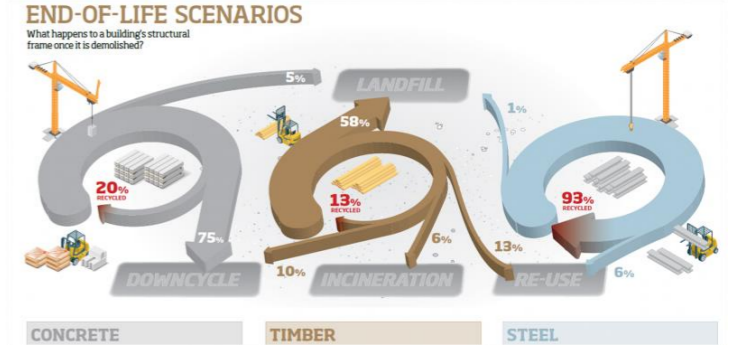
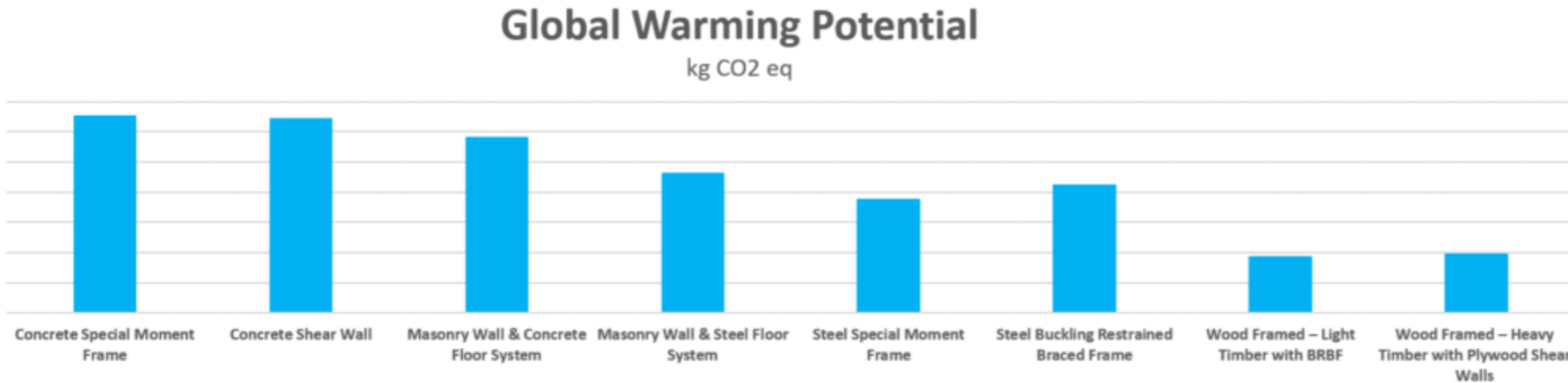
Gösterge 6.2. Değer yaratma ve risk faktörleri



11. İNŞAAT MÜHENDİSİ OLARAK PRATİKTE NELER YAPABİLİRİZ ?

- Sürdürülebilirliğin **ana prensipleri** (öncelik sırasına göre):
 - ✓ **Azalt** --- kullanılan malzemeyi, nakliye ihtiyacını, enerji, bakım-onarım ihtiyacını azalt; ekolojik etkileri; sağlık ve güvenlik riski düşük malzemeler seç .. Hem inşaat aşamasında, hem de yapının tüm yaşam süreci için;
 - ✓ **Yeniden-kullan** --- döngüsel ekonomi; binayı/malzemeyi kullanımda tutmak
 - ✓ **Geri dönüştürülebilirlik** --- Geri dönüşüm için temiz toplayabilme, geri dönüşüm/atık oranı, geri dönüşüm için gereken enerji yoğunluğu..

Reddet
Azalt
Yeniden-kullan
Tamir et
Yenile
Yeniden imal
Başka amaçla
kullan
Geri dönüştür
Geri kazanım

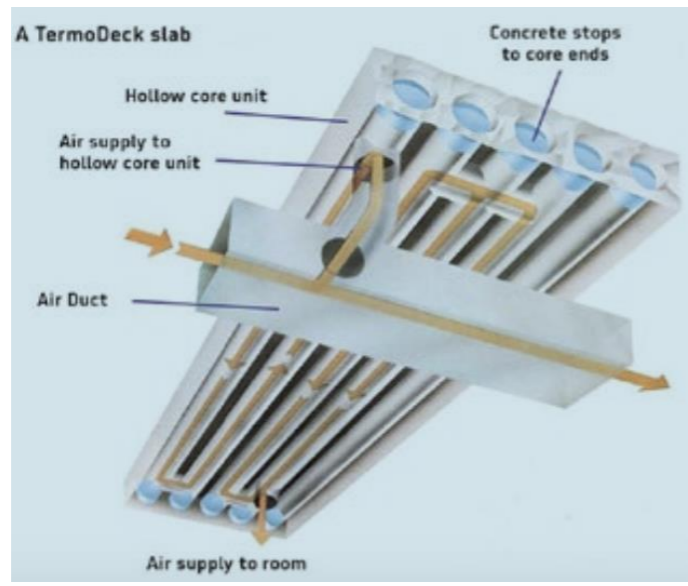
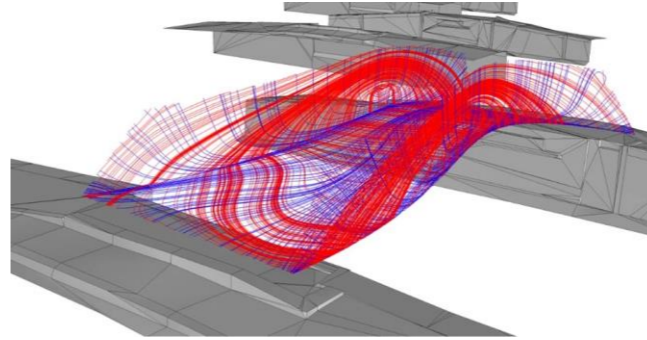


https://www.steelconstruction.info/File:B_Fig10_2013.png

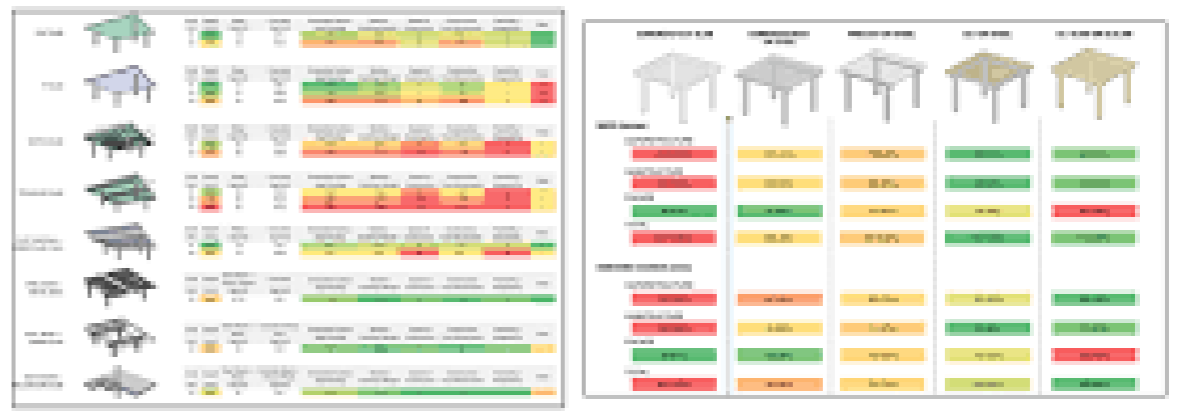
11.1. Azalt --- Malzemeyi, emisyonları, enerji tüketimini, su tüketimini

Yaşam döngüsü bakış açısı ile;

- ✓ Optimizasyon,
- ✓ Eleman seçimi, sistem seçimi, yalınlık
- ✓ Uzun ömürlülük – eskime, bozunma, aşınma
- ✓ Dayanıklılık – korozyona, yangına, ısı farklarına, suya, yorulmaya
- ✓ Bakım ve işletme gereksinimi azlığı – boya, temizlik, periyodik bakım sıklığı ve kolaylığı
- ✓ Şantiye süreçlerinde verimlilik, atık azaltma

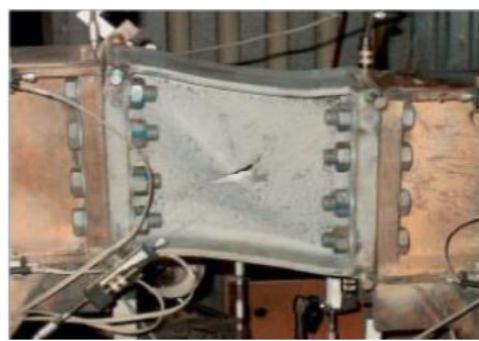
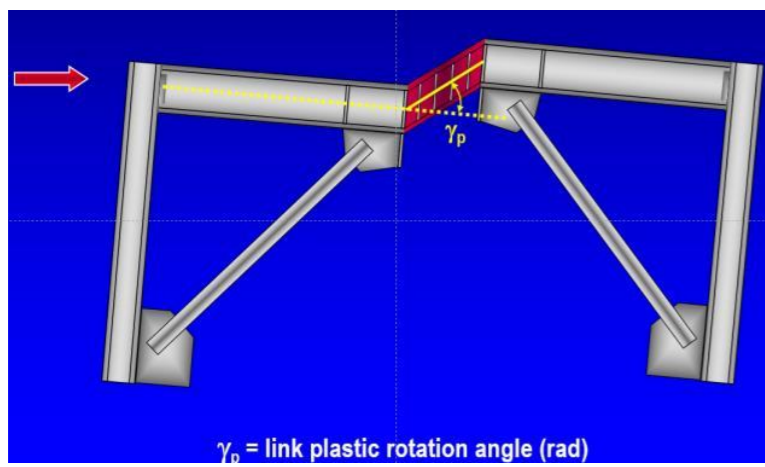
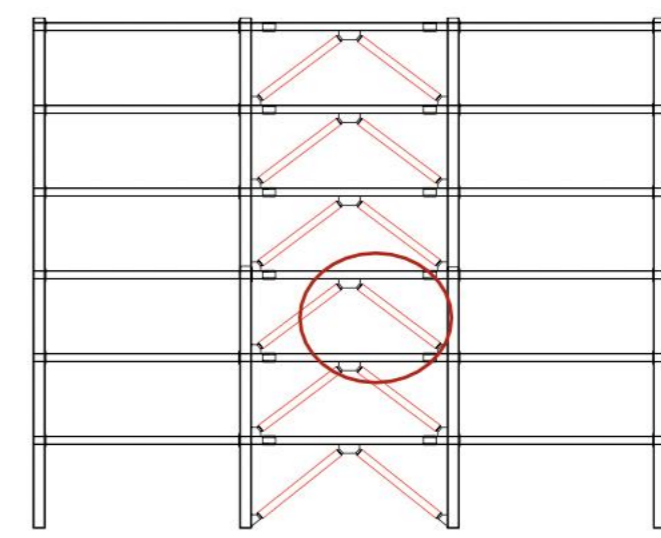
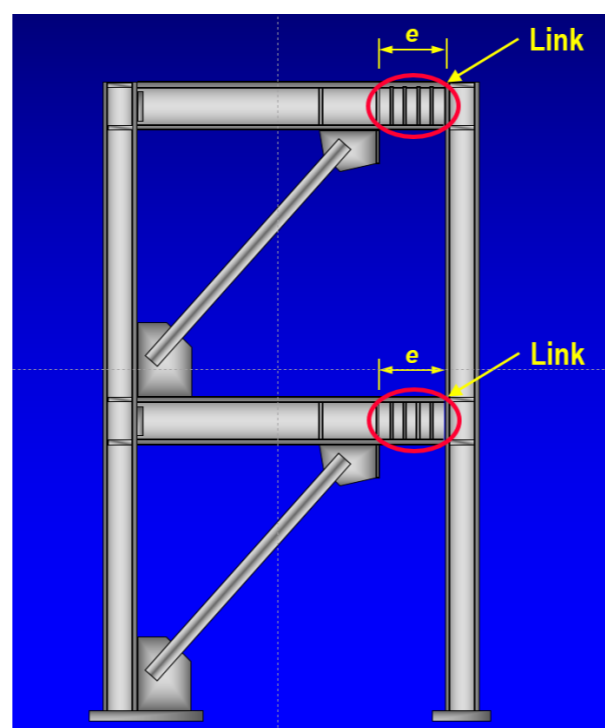
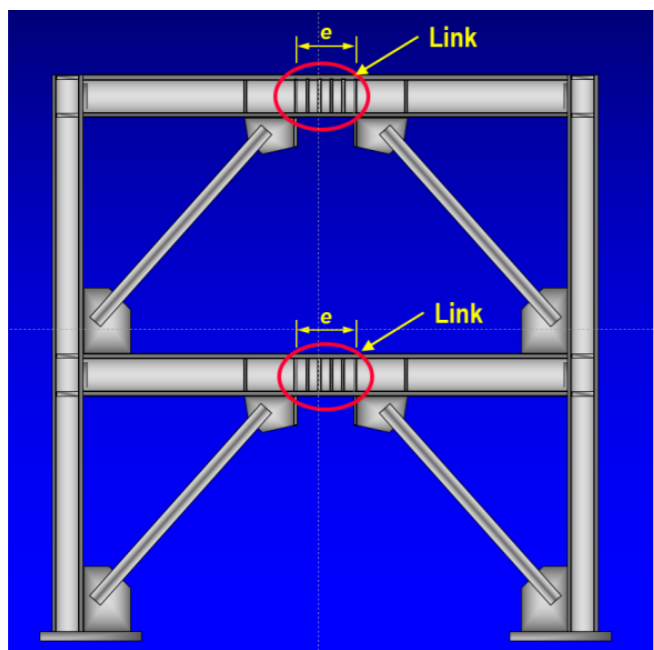


EmbCO₂e Studies - Full System Studies



11.1. Azalt --- Malzemeyi, emisyonları, enerji tüketimini, su tüketimini

- ✓ Direnç – afetlere, değişen yük koşullarına dayanım ve yedeklilik/geri dönüş kapasitesi



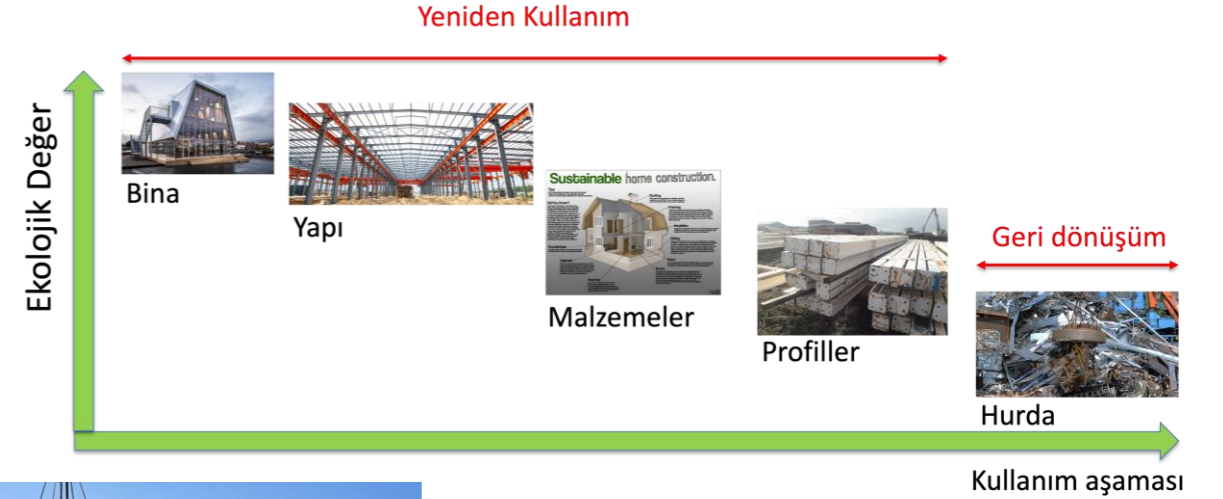
Detachable Buckling Restrained Brace

11.2. Yeniden-kullan --- Mevcut yapıyı, yapı bölümünü, yapısal elemanı (Döngüsel Ekonomi)

11.2.1. Yeni bina tasarımında;


- Binanın esnekliği/adapte edilebilirliği – yıkım gerektirmeden yeni fonksiyon verebilme
- Sökülebilir yapı elemanları ile kurgulanan tasarım
- Modüler hacimsel ünitelerle kurgulanan yapılar
- Modüler yapı bölümleri ile kurgulanan yapılar

- ✓ *ISO 20887:2020 - Binalarda sürdürülebilirlik ve inşaat mühendisliği işleri – Söküm ve uyarlanabilirlik için tasarım – İlkeler, gereksinimler ve rehberlik*
- ✓ *National Structural Steelwork Specification for Building Construction, Annex J – Sustainability Specification, The British Constructional Steelwork Association*
- ✓ *SCI P428 - Guidance on demountable composite construction for UK practice, The British Constructional Steelwork Association*
- ✓ *United Nations Environment Programme (2023). Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*

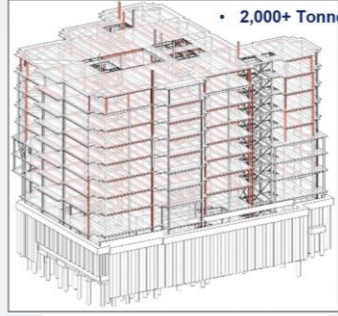


11.2.2. Sökülmüş malzemelerle tasarım;

- **Malzeme kalitesinin** izlenebilirliği / sertifikasyon / dokümantasyon
 - Mevcut malzemedan numune alma ve deney ihtiyacı
 - Eldeki **yapı elemanı stoğuna** göre tasarım
 - Yapı elemanının **artan geometrik kusurlarına** göre tasarım
 - Yapı elemanının **yeniden imalatı** için metodlar
 - Sökülmüş malzemelerle inşaatta **yaşam döngüsü analizi**
- Şartnameler geliştirilme aşamasında:**
- ✓ SCI P427, Yapısal çelik yeniden kullanımı: Değerlendirme, deney ve tasarım prensipleri (Structural steel reuse: Assessment, testing and design principles);
 - ✓ BCSA Model specification for the purchase of reclaimed steel sections
 - ✓ CEN-TS WI 135033 Yapısal çeliğin yeniden kullanımı (Reuse of structural steel)

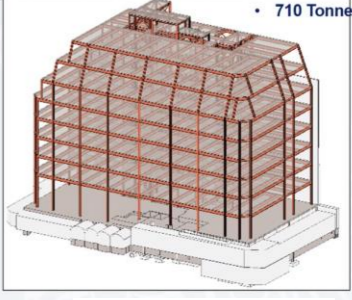


REUSE BUSINESS MODELS



• GIA – 25,000m²
• 2,000+ Tonnes steelwork


Kaynak bina



• GIA – 9,830m²
• 710 Tonnes steelwork

Alıcı bina

BCSA Sunumu, ECCS TC9&TC14 Toplantısı, Ağustos 2023



REUSABLE STEEL ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

IN ACCORDANCE WITH ISO 14025 AND EN 15804:2012+A2:2019

Programme: The International EPD[®] System
 Programme Operator: EPD International AB
 Revision Date: 2022-07-22
 Publication Date: 2022-06-27
 S-P Code: SP-06356
 Validity Date: 2027-06-26

An EPD should provide current information and may be updated if conditions change. The stated validity is therefore subject to the standard registration and publication at www.environdec.com



LCA RESULTS

Impact Category	Unit	A1	A2	A3	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
GWP- Fossil	kg CO ₂ eq	25.6	13.4	7.69	46.6	23.1	4.34	-4.84	0.172	0
GWP- Biogenic	kg CO ₂ eq	-0.046	0.006	0.004	-0.036	-0.041	0.002	-0.009	699E-6	0
GWP- Luluc	kg CO ₂ eq	0.023	0.004	0.009	0.036	0.020	0.001	0.004	27.9E-6	0
GWP- Total	kg CO ₂ eq	25.5	13.4	7.70	46.6	23.1	4.34	-4.84	0.173	0
ODP	kg CFC11 eq	1.58E-6	3.25E-6	1.71E-6	6.54E-6	1.4E-6	1.08E-6	3.00E-6	85.6E-9	0
AP	mol H ⁺ eq	0.154	0.042	0.080	0.276	0.139	0.014	0.002	1.70E-3	0
*EP - Freshwater	kg P eq	0.010	0.001	0.001	0.012	0.009	0.000	0.002	13.0E-6	0
EP - Freshwater	kg PO ₄ eq	0.031	0.004	0.001	0.036	0.028	0.001	0.006	39.8E-6	0
EP - Marine	kg N eq	0.024	0.009	0.034	0.067	0.022	0.003	0.005	619E-6	0
EP - Terrestrial	mol N eq	0.259	0.096	0.378	0.733	0.233	0.033	0.049	6.88E-3	0
POCP	kg NMVOC eq	0.066	0.038	0.104	0.207	0.060	0.013	0.013	1.95E-3	0
ADPE	kg Sb eq	9.21E-6	34.9E-6	3.27E-6	4.73E-5	8.3E-6	8.41E-6	1.74E-6	184E-9	0
ADPF	MJ	489	217	112	818	442	71.9	92.7	5.70	0
WDP	m ² depriv.	4.10	1.60	0.626	6.33	3.70	0.533	0.776	24.1E-3	0
PM	disease inc.	334E-9	1.07E-6	0.000	3.47E-6	3.01E-9	381E-9	63.2E-9	36.0E-9	0
IR	kgq U-235 eq	13.0	1.07	0.591	14.6	11.7	0.356	2.46	29.6E-3	0
ETP-FW	CTUe	432	154	68.7	655	390	50.1	81.7	2.93	0
HTP-C	CTUe	6.02E-9	4.33E-9	2.33E-9	1.27E-8	5.44E-9	1.29E-9	1.14E-9	60.7E-12	0
HTP-NC	CTUe	283E-9	180E-9	58.7E-9	5.21E-7	255E-9	59.8E-9	53.5E-9	1.65E-9	0
SQP	Pt	207	217	30.2	455	187	80.1	39.2	12	0

Legend: C1: Transport; C2: Waste Processing; C3: Disposal; C4: Benefits and Losses Beyond the System Boundary.

Disclaimer 1: This impact category deals mainly with the overall impact of the steel recycling solution on human health of the nuclear fuel cycle. It does not consider effects due to possible nuclear accidents, occupational exposure nor due to radioactive waste disposal in underground facilities. Potential leaching radionuclides from the soil, from radon and from some construction materials is also not measured by this indicator.

Disclaimer 2: The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties on these results are high or as there is limited agreement with the indicator.

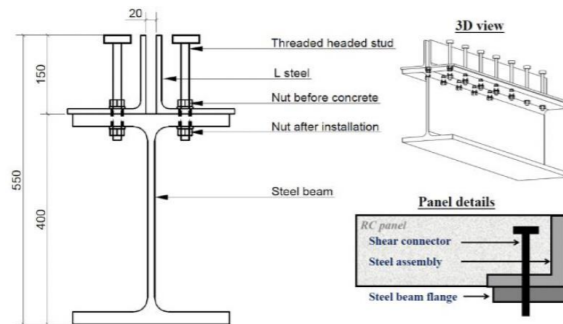
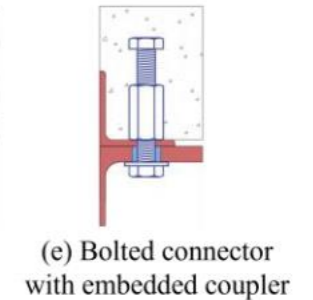
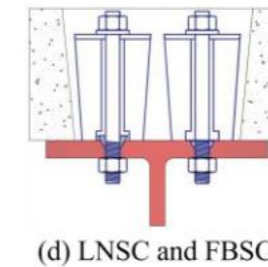
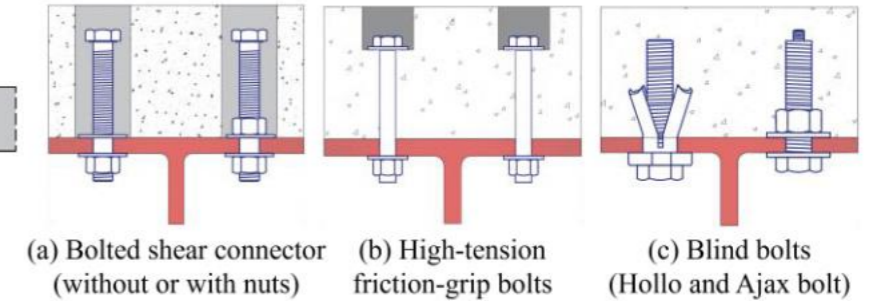
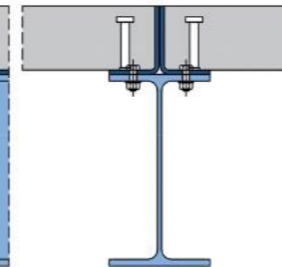
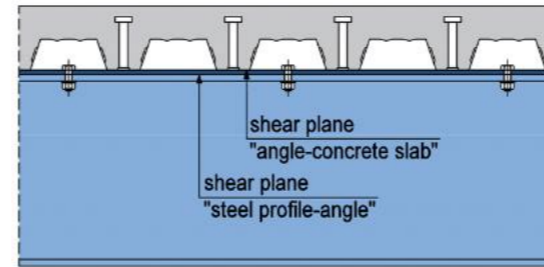
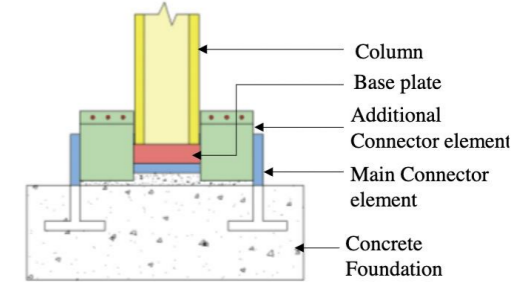
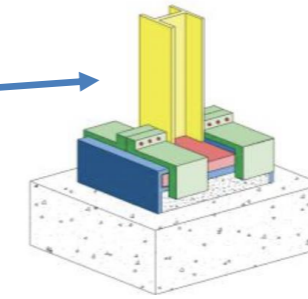
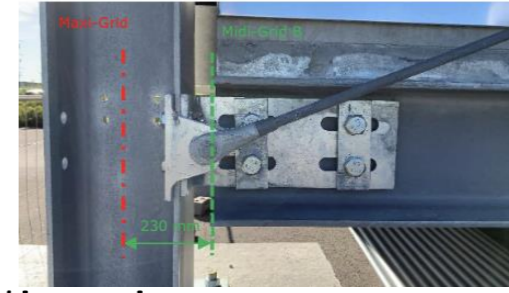
*Disclaimer 3: EP Freshwater: This indicator is calculated both in kg PO₄ eq and kg P eq as required in the characterization model. (EUTREND model, Struyfs et al. 2009, as implemented in ReCiPe). <http://repa.jrc.ec.europa.eu/LED/develop/epf/etm.html>

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/aa58a1f6-0942-46ef-838b-08da8407a855/Data>

11.2.4. Güncel Çalışmalar --- çelik ve kompozit yapılar

Sökülebilir düğüm noktaları

- Sökülebilir ev - çelik ve kompozit yapılarda sökülebilir bağlantılar (“Petite Maison”, Eurosteel 2023 Konferansı)
- Kilitlenerek takılan-sökülebilir bağlantı elemanları (“Directly Reusable Steel Column Base Connection”, Eurosteel 2023 Konferansı)
- Sökülebilir hibrit döşemeler (“Demountable Hybrid Floor Systems”, Eurosteel 2023 Konferansı)
- Sökülebilir kompozit döşemeler (“Demountable steel-concrete composite beams with bolts and studs” Eurosteel 2023 Konferansı)
- Sökülebilir kayma kamaları
- (“Demountable shear connectors” Eurosteel 2023 Konferansı)



11.2.4. Güncel Çalışmalar --- çelik ve kompozit yapılar

Yeniden kullanılabilir sistemler

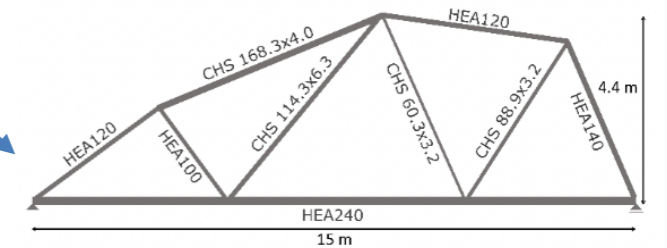
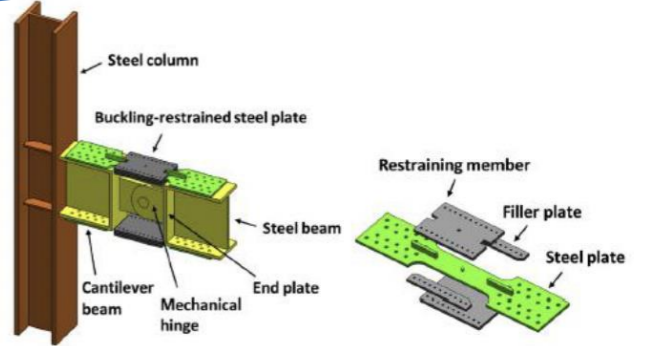
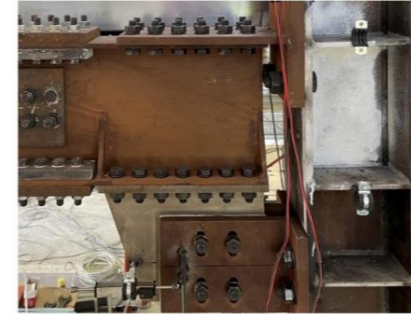
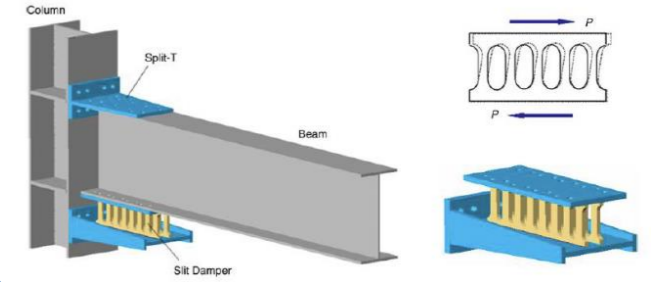
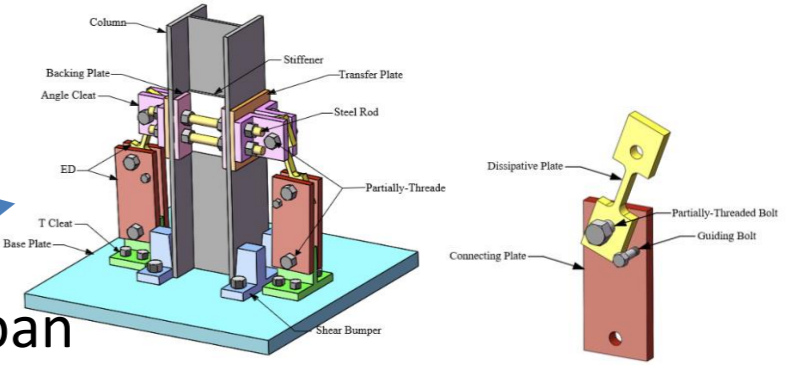
- Yatay kolon deplasmanını düzelten, yeniden kullanılabilir kolon taban bağlantısı (“Pinned Energy Dissipators”, Eurosteel 2023 Konferansı)
- Deprem hasarı sonrası değiştirilebilen birleşimler (“Design fundamentals of demountable steel structures” Eurosteel 2023 Konferansı)
- Deprem sonrası onarım sağlayan birleşimler (“Resilience assessment .. with innovative connections” Eurosteel 2023 Konferansı)

Eldeki yapı elemanı stoğuna göre tasarım

- Mevcut eleman stoğuna göre tasarım ve sistem optimasyonu yazılımı (Design by “stock-constrained shape and topology optimisation”, Eurosteel 2023 Konferansı)

Söküm metodları

- Söküm otomasyonu ve robotlar yardımıyla söküm



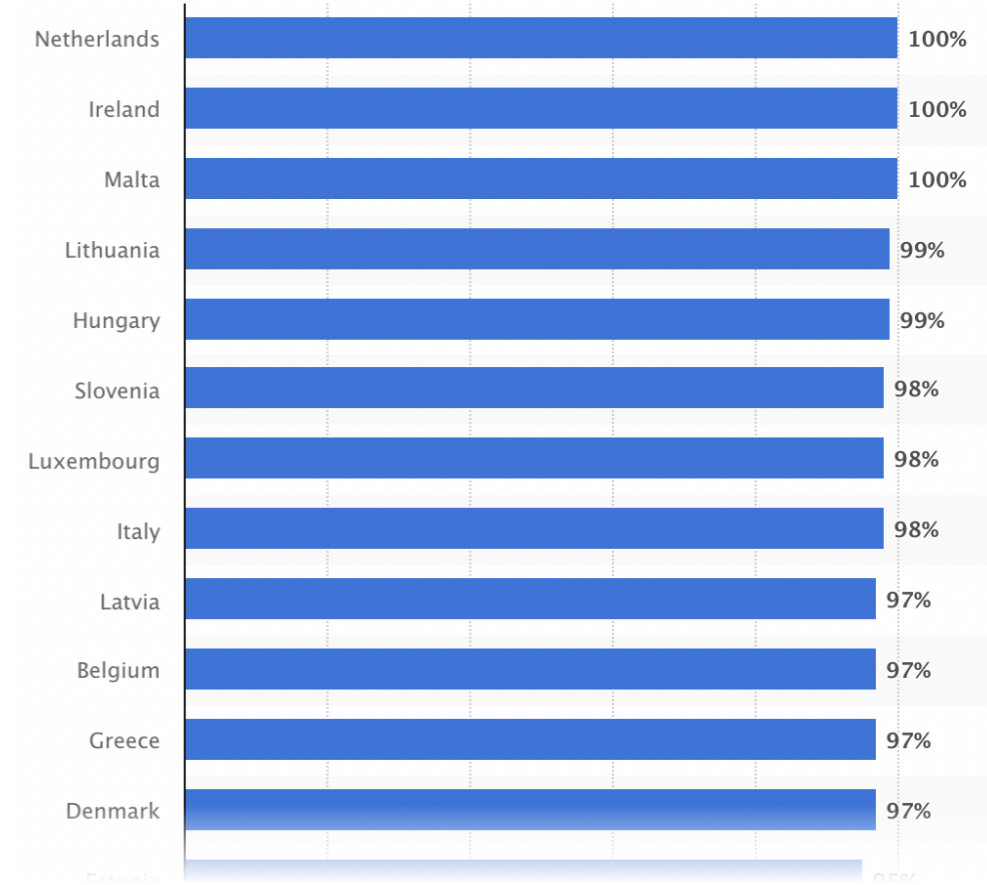
11.3. Başka kullanım amacına yönlendir --- atıkları azalt

“AB İnşaat ve Yıkım Atıkları Yönetimi Protokolü (2016)” - EU Construction and Demolition Waste Management Protocol- amacı;

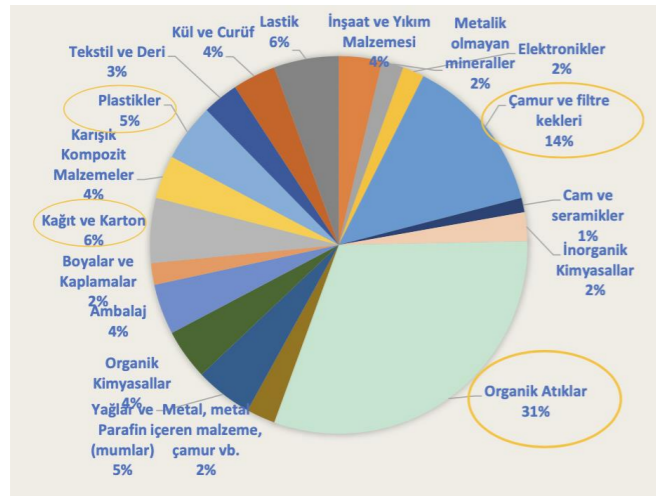
- ✓ Atığın tanımlanması, yerinde ayrıştırılması ve toplanması süreçlerinde iyileştirme,
- ✓ Atık lojistiğinin iyileştirilmesi,
- ✓ Atık işleme faaliyetlerinin iyileştirilmesi,
- ✓ Kalite yönetimi,
- ✓ Uygun mevzuat ve çerçeve koşullarının sağlanması yolu ile inşaat ve yıkım atıklarından geri dönüşüm yolu ile elde edilen ürünlerin kalitesini güvence altına almak.



United Nations Environment Programme (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi 2023 United Nations Environment Programme ISBN: 978-92-807-4064-6



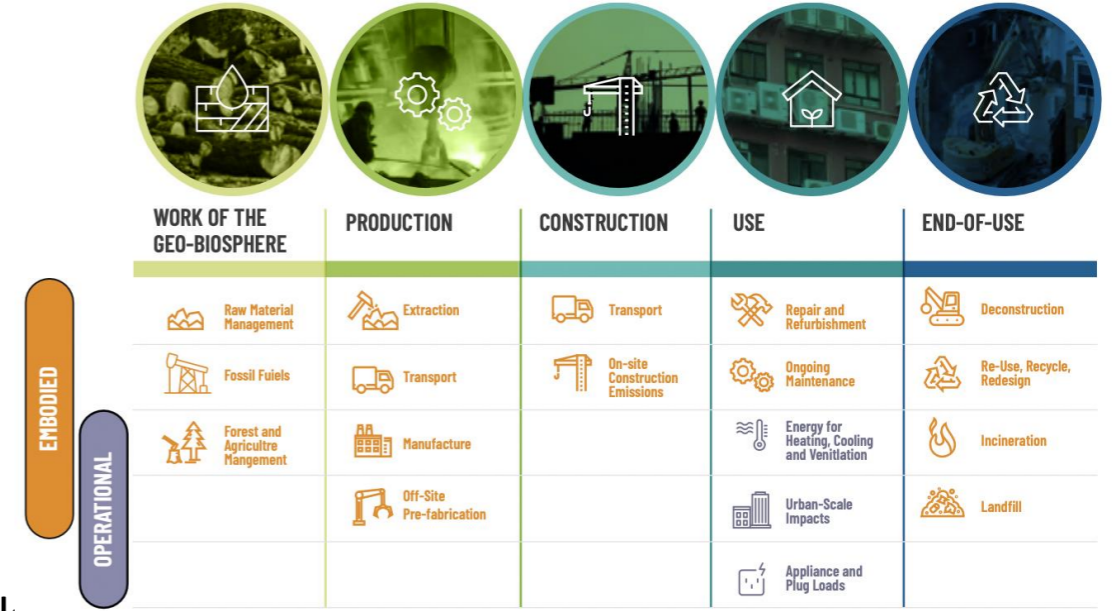
Avrupa Birliği (EU-27) ülkelerinde inşaat ve yıkım atıkları geri kazanım oranları (2018)



SKD Türkiye – Materials Marketplace;
<https://ebrd-tmm.com/>

12. SONUÇ -1

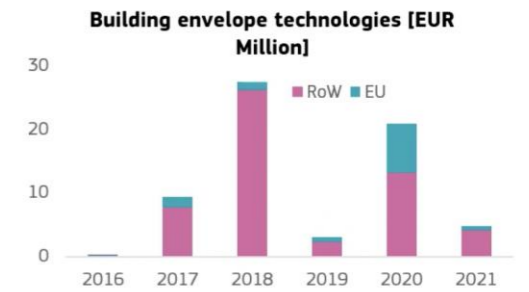
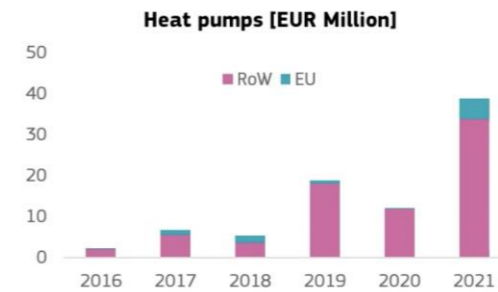
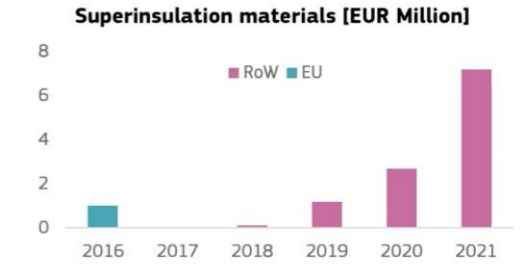
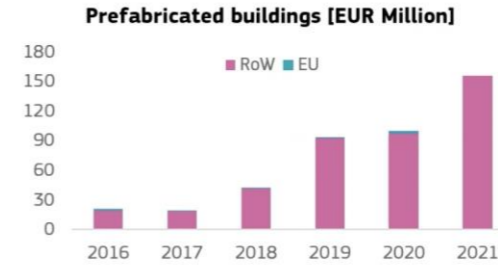
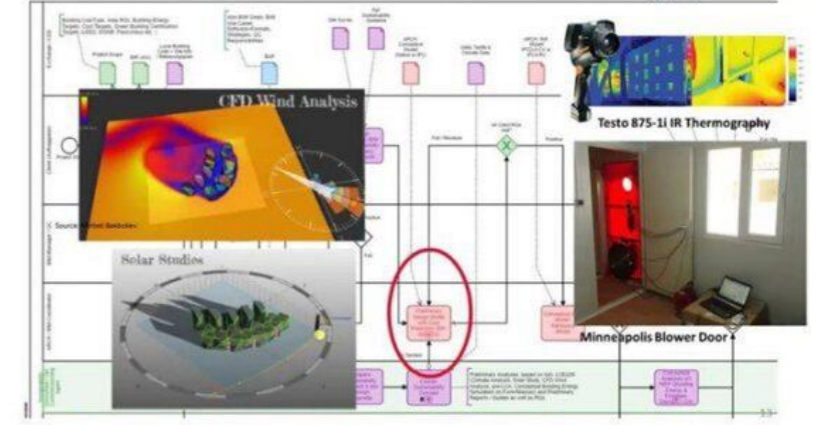
- İnşaat sektörü, yapıların tüm **yaşam döngüsündeki ekolojik, ekonomik ve sosyal etkilerinin** dikkate alınması yönünde zorlama altında
- Farklı disiplinleri entegre ederek, eko-verimli alternatifleri deneme ihtiyacı..
- Yeni binalarda düşük emisyonlu malzeme seçimi –sürdürülebilir malzemeler veri tabanı ve yazılım entegrasyonu
- Döngüsel ekonomiyi gözetten tasarım ihtiyacı
 - Modülerlik, sökülebilirlik-adapte edilebilirlik, dönüştürülebilirlik,
 - Dirençlilik; afetlere dayanım ve durabilite (korozyon-yangın)
- Enerji tasarrufunu ve konforu gözetten tasarım ihtiyacı
 - Su izolasyonu, ısı köprülerinin önlenmesi
 - Ses ve titreşim yalıtımı
- Yapı elemanının kullanım süreçlerinin kayıt altına alarak izlenmesini mümkün kılacak veri tabanları ihtiyacı (sökülerek yeniden kullanılacak malzeme özelliklerindeki değişimin dikkate alınabilmesi)
- Çelik yapılar, izlenebilirliğin sağlanması; sökülebilirlik ve onarılabılır tasarım ile sürdürülebilirlik açısından öne çıkabilir



United Nations Environment Programme (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi 2023 United Nations Environment Programme ISBN: 978-92-807-4064-6

12. SONUÇ -2

- BIM entegrasyonu, EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) ve emisyon hesapları/yeniden kullanım oranı/geri dönüştürülebilirlik oranı vb. hesaplamalar için süreci yönetmek bakımından gerekli
- İzlenebilirlik için dijital ikiz gündeme gelebilir
- Yeşil Mutabakat, mevcut binaların dönüşümünü gündeme getiriyor
 - ✓ Binalarda enerji tasarrufu amaçlı tadilatlar
 - ✓ Yenilenebilir enerji için yapı tadilatları
- İklim değişikliğinin etkileri ve değişen yük koşulları nedeniyle de mevcut yapıların yeniden değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi gündeme geliyor
 - ✓ Yağış, rüzgar rejimindeki değişikliklerin dikkate alınması
 - ✓ Deprem, sel gibi afetlere karşı dirençlilik-sürdürülebilirlik için de önemli
 - ✓ Sanat yapılarının değişen iklim koşullarına göre gözden geçirilmesi



Girişim sermayesi yatırımları

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI SEMİNERİ

Kaynaklar

1. https://imsad.org/dflip/Uploads/Files/IMS_Yesil_Donusum_icin_Ar_Ge_Inovasyon_Rehberi_web.pdf
2. https://unfccc.int/kyoto_protocol
3. <https://unfccc.int/process/conferences/the-big-picture/milestones/the-cancun-agreements>
4. https://imsad.org/dflip/Uploads/Files/IMS_Yesil_Donusum_icin_Ar_Ge_Inovasyon_Rehberi_web.pdf
5. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
6. <https://www2.tbmm.gov.tr/d27/2/2-3853.pdf>
7. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
8. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en
9. <https://www.ice.org.uk/media/32ioonlm/embodied-carbon-definitions-measurement-reduction-slides.pdf>
10. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sektorlere-gore-toplam-seragazi-emisyonlari-i-101864>
11. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/07/20140722-5.htm>
12. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/05/20140517-3.htm>
13. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
14. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/19R_V0_01_Overview.pdf
15. Yeşil Ekonomi Dergisi
16. https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-08/CBAM%20Guidance_EU%20importers_0.pdf
17. https://taxation-customs.ec.europa.eu/system/files/2023-08/CBAM%20Guidance_non-EU%20installations.pdf
18. <https://yesilbuyume.org/avrupa-yesil-mutabakati-ve-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi-cercevesinde-demir-celik-sektorunun-karbondan-arindirilmesi/>
19. https://imsad.org/dflip/Uploads/Files/IMS_Yesil_Donusum_icin_Ar_Ge_Inovasyon_Rehberi_web.pdf
20. https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en
21. https://www.iso.org.tr/surdurulebilirlik/docs/Ozge_Kepenek_Bozkirlioglu_opt_15102020.pdf
22. Demir Çelik Sektör Raporu (2020), T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sektörel Raporlar – Sanayi Genel Müdürlüğü, <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/Demir%C3%87elikSekt%C3%B6rRaporu2020.pdf>
23. 25.08.2021 tarihli TUCSA-AYM Çalışma Grubu Toplantısı
24. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/>
25. Worldsteel, <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/sustainability-indicators.html>
26. Decarbonization of steel production by the low-carbon DRI_EAF route, H. Gervasio, L.S. da Silva, Eurosteel 23 Conference
27. <https://newbuildings.org/wp-content/uploads/2022/02/MicrosoftTeams-image-14.png>
28. <https://carbonleadershipforum.org/ec3-tool/>
29. <https://www.hapag-lloyd.com/en/company/about-us/newsletter/2020/05/average-co2-emissions-for-different-transport-modes.html>
30. <https://se2050.org/resources-overview/embodied-carbon/what-is-embodied-carbon/>

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI SEMİNERİ

Kaynaklar

30. <https://www.arup.com/projects/mx3d-bridge>
31. <https://informedinfrastructure.com/80743/bsi-technical-report-bim-building-energy-modelling-bem-workflows-and-data-interoperability/>
32. <https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/case-study-embodied-carbon-routes-to-reduction-20200402.pdf>
33. <https://www.northgateindustries.com/post/prefab-modular-and-off-site-construction-are-they-the-same>
34. <https://modsteel.com/why-prefabrication-future-of-construction-modular/>
35. https://sustainablefuture.com.tr/dongusel_ekonomi_nedir/
36. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
37. <https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2022/01/SPIPA-LCA-2022FINAL.pdf>
38. Spišáková, M.; Mésároš, P.; Mandiřák, T. Construction Waste Audit in the Framework of Sustainable Waste Management in Construction Projects—Case Study. Buildings 2021, 11, 61. <https://doi.org/10.3390/buildings11020061>