DERS 9: Yaşam Döngüsü Analizi, Ürün Karbon Ayak İzi ve EPD

Lesson 9: Life Cycle Analysis, Product Carbon Footprint and EPD

Program: Sanayide Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği ve Karbon Ayak İzi Eğitimi

Künye	Açıklama
Hedef kitle	Üniversite öğrencileri ile sanayi kuruluşlarında çalışan teknik ve idari personel
Bu materyalin kapsamı	Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD), ürün karbon ayak izi (ISO 14067), çevresel ürün beyanı (EPD, ISO 14025), ürün kategori kuralları (PCR), yapı ürünleri için EN 15804 modülleri ve EPD karşılaştırılabilirliği
Ana örnek	Isı yalıtım levhası (gerçek marka ya da gerçek çevresel sonuç verilmemiştir, sayısal örnekler eğitim varsayımıdır)
İlgili dersler	Ders 15 (faaliyet verisi ve emisyon faktörü ile hesap), Ders 17 (taşıma, hammadde ve atık), Ders 18 (ISO 14064-1 raporu ve doğrulama)
Bilgi güncelliği	Eylül 2026

Öğrenme çıktıları

Bu materyali tamamlayan katılımcı şunları yapabilir:

- Yaşam döngüsü yaklaşımının neden yalnızca fabrika kapısına bakmadığını açıklar.
- Kapıdan kapıya, beşikten kapıya ve beşikten mezara sistem sınırlarını ayırt eder.
- ISO 14040 ve ISO 14044 kapsamındaki dört YDD aşamasını ve aşamaların iteratif yapısını anlatır.
- İşlevsel birimi tanımlar ve yalnızca kütle üzerinden yapılan karşılaştırmanın neden yanıltıcı olabildiğini gösterir.
- Yaşam döngüsü envanteri (LCI) ile yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA) farkını, birincil ve ikincil veriyi, veri kalitesini ve tahsis kararlarını açıklar.
- Kritik etki noktası (hotspot) ve yük kaydırma kavramlarını yorumlar.
- Ürün karbon ayak izi (ISO 14067), kısmi ürün karbon ayak izi ve kurumsal sera gazı envanteri arasındaki farkı ayırt eder.
- EPD, PCR, c-PCR, program operatörü ve bağımsız doğrulama rollerini açıklar ve EPD'nin çevre dostu ürün sertifikası olmadığını söyler.
- EN 15804 modüllerini (A1–A3, A4–A5, B, C ve D) okur.
- İki EPD'yi karşılaştırmadan önce hangi koşulların kontrol edilmesi gerektiğini sıralar.
- YDD, ürün karbon ayak izi ve EPD ilişkisini tek bir haritada kurar.

1. Ürün çevresel performansı neden yaşam döngüsüyle düşünülür?

Bir ürünün çevresel performansını değerlendirirken yalnızca fabrikanın bacasına, elektrik faturasına ya da üretim hattındaki atığa bakmak yeterli değildir. Ürün fabrikaya gelmeden önce hammaddeler çıkarılmış, işlenmiş ve taşınmıştır. Fabrikadan çıktıktan sonra da ürün taşınır, kullanılır, bakım görebilir ve sonunda yeniden kullanım, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ya da bertaraf gibi bir yaşam sonu sürecine girer. **Yaşam döngüsü yaklaşımı** bu aşamaların birbirinden kopuk olmadığını görmeyi sağlar.

Bu materyalde ana örnek olarak bir yapı ürünü olan **ısı yalıtım levhası** kullanılır. Levhanın üretim tesisindeki enerji tüketimi önemlidir, fakat tek başına bütün çevresel resmi vermez.

Yaşam döngüsü aşaması	Isı yalıtım levhası örneğinde neler olur
Hammadde	Hammaddelerin çıkarılması ve üretilmesi
Taşıma	Hammaddelerin tesise, ürünün şantiyeye ulaşması
Üretim	Tesisteki imalat, enerji ve su kullanımı, üretim kayıpları
Uygulama ve kullanım	Şantiyede uygulama, kullanım boyunca yerine getirilen yalıtım işlevi, bakım
Yaşam sonu	Söküm, yeniden kullanım, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ya da bertaraf

Amaç her zaman bütün aşamaları aynı ayrıntıda hesaplamak değildir. Asıl amaç, hangi yaşam döngüsü aşamalarının değerlendirmeye dahil edildiğini açıkça tanımlamak ve önemli etkileri görünmez kılacak dar bir bakıştan kaçınmaktır. Bu bakış ayrıca bir iyileştirmenin etkileri yalnızca başka bir tedarikçiye, başka bir aşamaya ya da yaşam sonuna taşıyıp taşımadığını sorgulamaya yardımcı olur.

2. Sistem sınırı: Nereye kadar bakıyoruz?

Sistem sınırı, hangi proseslerin ve yaşam döngüsü aşamalarının hesabın içinde, hangilerinin dışında olduğunu belirler. Aynı ürün için farklı sistem sınırları seçildiğinde sonuçların farklılaşması normaldir.

Yaklaşım	Kapsam	Isı yalıtım levhası örneği
Kapıdan kapıya (gate-to-gate)	Belirli bir tesis ya da proses	Yalnızca üretim hattındaki girdiler ve çıktılar
Beşikten kapıya (cradle-to-gate)	Hammaddenin doğadan çıkarılmasından ürünün fabrika kapısından çıkmasına kadar	Hammadde, hammadde taşıması ve imalat
Beşikten mezara (cradle-to-grave)	Hammadde, üretim ve taşımanın yanında kullanım ve yaşam sonu	Levhanın şantiyeye taşınmasından söküm ve bertarafa kadar tüm zincir

Bu terimleri ezberlemekten daha önemli olan nokta şudur: **sınır bir metodoloji kararıdır.** Bir çalışma yalnızca üretim aşamasını kapsarken başka bir çalışma kullanım ve yaşam sonunu da kapsıyorsa iki sayıyı yan yana koyup doğrudan yorumlamak yanıltıcı olabilir. Benzer biçimde, üretim aşamasında daha yüksek etki gösteren bir çözüm kullanım aşamasında farklı bir performans gösterebilir.

İyi bir YDD çalışması sınırını şeffaf biçimde tanımlar ve neden o sınırın seçildiğini açıklar. Okuyucu böylece yalnızca sonuca değil, sonucun hangi sistemin sonucu olduğuna da bakabilir.

3. Yaşam döngüsü değerlendirmesi nedir ve dört aşama nasıl çalışır?

Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD, LCA), bir ürün sisteminin yaşam döngüsü boyunca girdilerini, çıktılarını ve potansiyel çevresel etkilerini sistematik biçimde değerlendiren bir çerçevedir.

> **Dikkat:** YDD yalnızca karbon hesabı değildir. İklim değişikliği bir etki kategorisidir. Bir YDD çalışması amacına ve kullanılan yönteme bağlı olarak asitleşme, ötrofikasyon, su kullanımı ve kaynak kullanımı gibi başka etki kategorilerini de değerlendirebilir.

ISO 14040 (ilkeler ve çerçeve) ile ISO 14044 (gereklilikler ve rehberlik) kapsamında YDD dört aşamadan oluşur.

Aşama	Ne yapılır
1. Amaç ve kapsam tanımı	Neyin, neden ve hangi sınırlarla değerlendirileceği belirlenir. İşlevsel birim ve sistem sınırı burada seçilir.
2. Yaşam döngüsü envanteri (LCI)	Ürün sistemiyle ilişkili malzeme, enerji, su, emisyon ve atık akışlarının verisi toplanır ve modellenir.
3. Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA)	Envanter akışları uygun karakterizasyon yöntemleriyle potansiyel çevresel etki kategorileriyle ilişkilendirilir.
4. Yorumlama	Sonuçların ne söylediği, önemli katkıların nerede olduğu, veri boşlukları, varsayımlar ve metodolojik seçimlerin sonuca etkisi değerlendirilir.

Yorumlamanın amacı tek bir sayıyı kesin gerçek gibi sunmak değildir. Sonuçların hangi koşullarda geçerli olduğu ve belirsizliklerle sınırlamaların karar açısından ne anlama geldiği de sorgulanır.

Bu dört aşama tek yönlü bir üretim bandı gibi çalışmaz. Çalışma ilerledikçe yeni bir veri açığı fark edilebilir, sistem sınırı netleşebilir ya da amaç ve kapsam gözden geçirilebilir. YDD bu nedenle **iteratif** bir süreçtir, yani gerektiğinde önceki aşamalara geri döner.

> **Güncel durum (Eylül 2026): ISO 14040 ve ISO 14044.** ISO 14040:2006 (Amd 1:2020) ve ISO 14044:2006 (Amd 1:2017 ve Amd 2:2020) ISO sayfalarına göre yayımlanmış ve 17 Haziran 2022'de teyit edilmiş geçerli baskılardır. ISO/TC 207/SC 5 bünyesinde iki standardın revizyonu için bir görev grubu listelenmektedir. Bu kontrolde yayımlanmış yeni bir baskı görülmemiştir. Revizyon takvimi ISO sayfasından izlenmelidir.

Bir YDD çalışması kamuya açıklanacak karşılaştırmalı bir iddia içeriyorsa ISO 14044 bağımsız bir **eleştirel gözden geçirme** ister. Aynı standart, kamuya açıklanacak karşılaştırmalı çalışmalarda ağırlıklandırmanın (farklı etki sonuçlarını tek bir puanda birleştirme) kullanılmamasını da şart koşar.

4. Amaç, kapsam ve işlevsel birim: Neyi karşılaştırıyoruz?

İşlevsel birim, bir ürün sisteminin ölçülmüş performansını karşılaştırmalarda referans olarak kullanmak üzere tanımlar (ISO 14040). İşlevsel birim yalnızca sonuçları bölmek için kullanılan bir sayı değildir. Hangi veri akışlarının ne kadar ürün hizmetine karşılık geleceğini belirleyen modelleme referansıdır. İşlevsel birimle ilişkili, bu işlevi yerine getirmek için gereken ürün miktarına **referans akış** denir.

İki ürünü birer kilogram üzerinden karşılaştırmak, aynı işlevi farklı miktarlarda yerine getiriyorlarsa yanlış sonuca götürür. Çalışmanın amacına göre hizmet süresi ve kullanım koşulları da işlevsel birimin parçası olur.

4.1 Isı yalıtım levhası ile sayısal örnek

Aşağıdaki değerler eğitim varsayımıdır. Gerçek ürün verisi değildir. Gerçek çalışmada ısıl iletkenlik ve yoğunluk ürünün performans beyanından alınır.

İşlevsel birim: 1 m² duvar yüzeyinde ısıl direnci R = 3,0 m²·K/W olan yalıtım. Kalınlık, $d = R \times \lambda$ ile bulunur (λ ısıl iletkenlik).

Değer	Malzeme A	Malzeme B
Isıl iletkenlik λ (W/m·K)	0,030	0,040
Kalınlık d = 3,0 m²·K/W × λ	3,0 × 0,030 = 0,090 m (90 mm)	3,0 × 0,040 = 0,120 m (120 mm)
Yoğunluk ρ (kg/m³, varsayım)	30	20
Kütle = d × ρ (1 m² için)	0,090 × 30 = 2,7 kg	0,120 × 20 = 2,4 kg
1 kg malzemenin R = 3,0 ile kapladığı alan	1 ÷ 2,7 = 0,370 m²	1 ÷ 2,4 = 0,417 m²

Aynı işlev için iki çözümün kütlesi, kalınlığı ve 1 kg başına karşıladığı hizmet farklıdır. Bu yüzden 1 kg ile 1 kg karşılaştırması ürünlerin sunduğu işlevi yansıtmaz. Doğru referans 1 m² yüzeyde R = 3,0 m²·K/W sağlayan çözümdür. Kilogram başına etki sonucu ancak bu referansla çarpılarak 1 işlevsel birime taşınabilir.

4.2 Farklı ürünlerde işlevsel birim

Her çalışmada aynı tür işlevsel birim kullanılmaz.

Ürün	Olası referans
Çimento gibi ara ürünler	1 ton ürün (beyan birimi)
Beton	Belirli dayanım ve hizmet koşulu
Ambalaj	Belirli miktardaki ürünü belirli süre ve koşulda koruma işlevi
Isı yalıtım levhası	Belirli alan için belirli ısıl performans, gerektiğinde hizmet süresi

> **Sık yapılan hatalar:**
>
> - Ürünleri yalnızca kütle ya da parça sayısı üzerinden karşılaştırmak.
> - İşlevsel birim yanlış seçildiğinde teknik olarak doğru hesaplanmış iki sonucu karar için yanlış biçimde karşılaştırmak.
> - İşlevsel birim ile beyan birimini aynı sanmak (Bölüm 11'e bakın).

5. LCI: Veriyi toplamak, kalitesini sorgulamak ve tahsis yapmak

Yaşam döngüsü envanteri aşaması ürün sisteminin veri omurgasını kurar. Isı yalıtım levhası için hangi hammaddelerin ne miktarda kullanıldığı, elektrik ve yakıt tüketimi, su kullanımı, üretim kayıpları, taşımalar, atıklar ve ilgili emisyon akışları bu aşamada toplanır ya da uygun veri setleriyle modellenir. Envanter yalnızca büyük bir veri tablosu değildir. Verinin kaynağı ve kalitesi de değerlendirilmelidir.

5.1 Birincil ve ikincil veri

Veri türü	Örnek	Not
Birincil veri	Sanayi kuruluşunun kendi sayaçları, üretim kayıtları, proses ölçümleri, tedarikçiden doğrudan alınan ürün ya da proses bilgisi	Çalışmaya özgü veridir
İkincil veri	Yaşam döngüsü veri tabanları, sektör ortalamaları, literatür	Kötü veri demek değildir. Önemli olan verinin çalışmayı ne kadar iyi temsil ettiğidir

5.2 Veri kalitesi

ISO 14044 veri kalitesini zaman, coğrafya ve teknoloji kapsamı, kesinlik, tamlık, temsil gücü, tutarlılık, tekrarlanabilirlik, veri kaynakları ve belirsizlik gibi niteliklerle ele alır. Uygulamada en sık sorulan üç uyum zaman, coğrafya ve teknolojidir. On yıl önce farklı bir ülkede, farklı bir üretim teknolojisi için oluşturulmuş bir veri seti güncel yerel prosesi zayıf temsil edebilir. Veri boşlukları ve varsayımlar şeffaf biçimde kaydedilmelidir.

5.3 Tahsis

Tek bir proses birden fazla ürün üretiyorsa ortak enerji, malzeme ya da emisyon yüklerinin hangi ürüne ne ölçüde atanacağı sonucu etkiler. Bu atama işlemine **tahsis (allocation)** denir. ISO 14044 sırasıyla şu yaklaşımı gerektirir:

1. Mümkünse tahsisten kaçının. Prosesi alt proseslere bölün ya da ürün sistemini genişletin.
2. Kaçınılamıyorsa girdileri ve çıktıları ürünler arasındaki temel fiziksel ilişkilere göre bölüştürün (kütle, enerji içeriği gibi).
3. Fiziksel ilişki kurulamıyorsa diğer ilişkileri kullanın (örneğin ekonomik değer).

Seçilen yöntem gerekçelendirilmeli ve tutarlı uygulanmalıdır.

Sanayi mini örneği: iki ürünlü bir proses

Bir proses yılda 100 MWh enerji kullanarak iki ürün üretir (eğitim varsayımı). Ürün A: 600 kg, birim fiyatı 1 birim/kg. Ürün B: 400 kg, birim fiyatı 3 birim/kg.

Yöntem	Ürün A	Ürün B
Kütle esaslı pay	600 ÷ (600 + 400) = %60, yani 60 MWh	400 ÷ 1.000 = %40, yani 40 MWh
Kütle esaslı enerji yükü	60 MWh ÷ 600 kg = 0,100 MWh/kg	40 MWh ÷ 400 kg = 0,100 MWh/kg
Gelir (kütle × fiyat)	600 × 1 = 600	400 × 3 = 1.200
Ekonomik esaslı pay	600 ÷ 1.800 = %33,3, yani 33,3 MWh	1.200 ÷ 1.800 = %66,7, yani 66,7 MWh
Ekonomik esaslı enerji yükü	33,3 MWh ÷ 600 kg = 0,056 MWh/kg	66,7 MWh ÷ 400 kg = 0,167 MWh/kg

Aynı veriyle iki yöntem ürün başına çok farklı sonuç verir. Bu nedenle YDD sonucu yalnızca ölçülen verilerin değil, bu verilerin ürün sistemine nasıl bağlandığının da sonucudur. Tahsis seçimi raporda açıklanmalı, mümkünse duyarlılık analiziyle gösterilmelidir.

6. LCIA: Etki kategorileri, kritik etki noktası ve yük kaydırma

Envanter sistemde hangi girdi ve çıktıların bulunduğunu söyler. Etki değerlendirmesi bu akışları potansiyel çevresel etkiler açısından anlamlandırır. ISO 14044'e göre etki değerlendirmesinin zorunlu adımları etki kategorilerinin seçimi, envanter sonuçlarının kategorilere atanması (sınıflandırma) ve kategori göstergesi sonuçlarının hesaplanmasıdır (karakterizasyon). Normalizasyon, gruplama ve ağırlıklandırma isteğe bağlıdır.

Etki kategorisi	Envanter akışı örneği
İklim değişikliği	CO_2, CH_4, N_2O gibi sera gazları
Asitleşme	Bazı hava emisyonları
Ötrofikasyon	Bazı besin maddesi salımları
Su ve kaynak kullanımı	Su çekimi, hammadde tüketimi

Hangi kategorilerin değerlendirileceği çalışmanın amacına, yöntemine ve ilgili kurallara göre belirlenir.

6.1 Kritik etki noktaları (hotspot)

Bir ürünün çevresel etkisi yaşam döngüsünün her aşamasına eşit dağılmaz. En büyük katkı hammadde üretiminde, enerji kullanımında, taşımada, kullanımda ya da yaşam sonunda ortaya çıkabilir. En fazla kütleye sahip girdi ya da en pahalı malzeme, çevresel açıdan en büyük katkıyı yapan unsur olmak zorunda değildir. YDD bu sezgisel hatayı görünür kılar.

6.2 Yük kaydırma (burden shifting)

Yük kaydırma, bir etkiyi ya da aşamayı iyileştirirken başka bir etki kategorisinde, başka bir yaşam döngüsü aşamasında ya da başka bir tedarik zincirinde yükün artmasıdır. Örnekler:

- Bir çözüm iklim değişikliği etkisini azaltırken su kullanımını artırabilir.
- Daha hafif bir ambalaj taşımayı kolaylaştırırken ürün kaybı riskini değiştirebilir.
- Bir geri dönüşüm süreci ilave enerji ya da kimyasal gerektirebilir.

Bu örnekler belirli bir çözümün kötü olduğu anlamına gelmez. Mesaj, tek bir göstergeyi iyileştirirken başka bir etkiyi ya da aşamayı istemeden kötüleştirmediğimizi kontrol etmemiz gerektiğidir. YDD'nin çoklu etki perspektifi bu nedenle değerlidir.

7. Ürün karbon ayak izi: YDD'nin iklim değişikliği odağı

Ürün karbon ayak izi (PCF, CFP), bir ürünün yaşam döngüsüyle ilişkili sera gazı emisyonlarını ve uzaklaştırmalarını iklim değişikliği etki kategorisi açısından, CO_2e cinsinden değerlendirir. ISO 14067:2018 bu hesaplama ve raporlama için gereklilikleri ve rehberliği ISO 14040 ve ISO 14044'teki YDD yaklaşımıyla uyumlu biçimde verir.

Kritik fark şudur. Kapsamlı bir YDD birden fazla etki kategorisini değerlendirebilir. ISO 14067 kapsamındaki ürün karbon ayak izi ise yalnızca iklim değişikliği kategorisine odaklanır. Ürün karbon ayak izi, yaşam döngüsü düşüncesinin karbon odağındaki daha dar bir uygulamasıdır.

ISO 14067 **kısmi ürün karbon ayak izi (partial CFP)** çalışmalarını da kapsar. Bu çalışmada tüm beşikten mezara zincir değil, tanımlanmış bir bölüm ele alınır. Böyle bir çalışmada hangi yaşam döngüsü aşamalarının dahil edildiği açıkça belirtilmelidir.

> **Dikkat: ISO 14067 sonuçların iletişimini (etiket, beyan biçimi) düzenlemez.** ISO sayfasına göre standart karbon dengelemeyi ve sonuçların iletişimini kapsam dışı bırakır. Ayak izi bilgisinin iletişimi için ISO 14026 gibi ayrı standartlar vardır.

7.1 Ürün karbon ayak izi ile kurumsal karbon ayak izi

Ölçüt	Ürün karbon ayak izi (ISO 14067)	Kurumsal sera gazı envanteri (ISO 14064-1)
Hesaplanan şey	Belirli bir ürün sistemi	Bir kuruluşun emisyonları
Sınır	Tanımlanmış yaşam döngüsü sınırı (ürün zinciri)	Raporlama dönemi, kuruluş ve raporlama sınırları
Birim	İşlevsel ya da beyan birimi başına CO_2e	Raporlama dönemi için toplam CO_2e
Bakış	Ürünün yaşam döngüsü	Kuruluşun faaliyetleri

Tek bir fırının ya da üretim prosesinin emisyonu bunlardan daha dar bir veri parçasıdır. Hem kurumsal envanterdeki hem ürün ayak izindeki veriler birbirini besleyebilir, fakat biri diğerinin yerine geçmez.

Sera gazları sonuçlarda çoğunlukla karbondioksit eşdeğeri (CO_2e) ortak birimiyle ifade edilir. Faaliyet verisi, emisyon faktörü ve kurumsal hesap yöntemi sonraki derslerin konusudur (Ders 15).

> **Güncel durum (Eylül 2026): ISO 14067.** ISO 14067:2018 geçerli baskıdır ve 2024'te teyit edilmiştir. ISO sayfasında standart revize edilecek olarak işaretlidir (14 Ekim 2024) ve ISO/WD 14067.2 adlı halef belge geliştirilmektedir. Yeni baskı yayımlanana dek 2018 baskısı geçerlidir.

8. EPD nedir, ne değildir? ISO 14025 çerçevesi

Çevresel ürün beyanı (EPD), ürünün çevresel performansına ilişkin bilgileri belirli program ve kategori kuralları altında standartlaştırılmış biçimde sunan bir iletişim aracıdır. En önemli kelime **beyan** kelimesidir. EPD, ürünün otomatik olarak çevre dostu olduğunu söyleyen bir ödül, yeşil rozet ya da üstünlük sertifikası değildir.

ISO 14025, EPD programları ve bu programlardaki beyanlar için ilkeleri, gereklilikleri ve rehberliği tanımlar ve EPD geliştirilmesinde ISO 14040 ve ISO 14044 yaşam döngüsü yaklaşımının kullanılmasını öngörür.

> **Güncel durum (Eylül 2026): ISO 14025:2026.** ISO 14025 ikinci baskısı Haziran 2026'da yayımlanmıştır (ISO 14025:2026, *Environmental statements and programmes for products — Environmental product declarations (EPDs)*). 2006 tarihli birinci baskı 24 Haziran 2026'da geri çekilmiştir. Yeni baskıda başlık artık Tip III çevre beyanları ifadesini taşımaz. International EPD System'a göre yeni baskı EPD'yi bağımsız olarak doğrulanmış, YDD temelli çevresel beyan olarak tanımlar, kendi beyan niteliğindeki çevre iddialarını (ISO 14021) ve çevre etiketlerini (ISO 14024) EPD kapsamının dışında bırakır ve programların bağımsızlık, tarafsızlık ve çıkar çatışması yönetimine daha fazla vurgu yapar. Bugün yayımlanan birçok EPD ve program belgesi hâlâ ISO 14025:2006'ya atıf yapar. Bu belgeler kendi geçerlilik süreleri boyunca kullanılır. Yeni baskıya geçiş takvimi program operatörüne bağlıdır.

8.1 EPD nasıl oluşur, kim ne yapar?

Rol	Görev
Program operatörü	EPD programının genel kurallarını, kayıt ve yayın sistemini yönetir
Beyan sahibi (üretici)	İlgili PCR'a göre YDD çalışmasını ve EPD'yi hazırlar
Bağımsız doğrulayıcı	Beyanın program, PCR ve metodoloji gerekliliklerine uygunluğunu kontrol eder. Program operatörünün kabul ettiği doğrulayıcı olmalıdır
Program operatörü (yayın)	Uygun bulunan beyanı kayıt altına alır ve yayımlar

Akış: program kuralları ve program operatörü, PCR seçimi, YDD ve EPD hazırlığı, bağımsız doğrulama, kayıt ve yayın.

> **Dikkat:** Program operatörü ile bağımsız doğrulayıcının rolleri karıştırılmamalıdır. Operatör programı işletir. Doğrulayıcı tek tek beyanı kontrol eder.

8.2 EPD ürün karbon ayak izi değildir

EPD'nin değeri yalnızca tek bir karbon sayısı vermesinde değildir. Uygulanabilir kurallara bağlı olarak ürünün yaşam döngüsü boyunca birden çok çevresel performans göstergesi, kaynak kullanımı ve diğer ilgili bilgiler raporlanabilir. Ürün karbon ayak izi yalnızca iklim değişikliği kategorisine odaklanırken EPD, PCR ve program kuralları çerçevesinde daha geniş bir çevresel bilgi setini standart bir biçimde sunar.

8.3 EPD'yi doğru okumak

Bir EPD görünce ilk soru ürünün yeşil olup olmadığı değildir. İlk soru şudur: hangi kurallara göre, hangi birim ve sistem sınırı için, hangi göstergeler beyan edilmiş? Doğrulama da ürünün rakiplerinden çevresel olarak daha iyi olduğunu onaylamaz. Doğrulama, beyanın ilgili program, PCR ve metodoloji gerekliliklerine uygunluğunu güvence altına alan bir kontroldür.

8.4 Geçerlilik süresi

EPD'nin geçerlilik süresi sınırlıdır. International EPD System ve EN 15804 tabanlı yaygın programlarda EPD genellikle yayım tarihinden itibaren 5 yıl geçerlidir ve süre sonunda yeniden doğrulama gerekir. Bitiş tarihi uygulamada PCR'ın geçerlilik süresine ya da program kuralına göre daha erken olabilir. Her EPD'nin üzerinde yayım ve bitiş tarihi yazar. Kullanmadan önce bu tarih ve ilgili PCR'ın geçerliliği kontrol edilmelidir.

9. EPD programları ve program operatörleri

EPD programları ISO 14025 ile uyumlu genel program kurallarına sahiptir. Aynı ürün için hangi programın seçileceği pazara, müşteri beklentisine ve ürün grubuna göre değişir.

Program	Not
International EPD System	EPD International AB tarafından işletilen uluslararası program. Genel kuralları General Programme Instructions (GPI) belgesindedir (güncel sürüm GPI 5.0.1, 27 Şubat 2025)
IBU (Institut Bauen	Almanya merkezli program. EPD'lerini DIN EN ISO 14025 ve EN 15804 uyumlu olarak yayımlar

und Umwelt e.V.)	
EPD Türkiye	Türkiye'de faaliyet gösteren program. Kendi açıklamasına göre ISO 14025 ve EN 15804 uyumlu EPD yayımlar, Süratam Sürdürülebilirlik Danışmanlığı A.Ş. tarafından işletilir ve International EPD System lisansıyla çalışır
Diğer programlar	UL Solutions, ASTM gibi programlar da vardır. Seçimde hedef pazarın hangi programı tanıdığı kontrol edilmelidir

> **Dikkat:** Program adı kalite ölçüsü değildir. Önemli olan EPD'nin hangi PCR'a ve hangi program kurallarına göre hazırlandığı, bağımsız doğrulamanın yapılıp yapılmadığı ve geçerlilik tarihidir.

10. PCR ve c-PCR: Aynı ürün kategorisinde ortak oyun kuralları

Ürün kategori kuralları (PCR), belirli bir ürün kategorisi için EPD hazırlamanın ortak metodolojik kurallarını tanımlar. Gereklidir, çünkü aynı kategorideki beyanlar tamamen farklı varsayımlar, sistem sınırları ve birimlerle hazırlanırsa standart bir formatta görünseler bile anlamlı biçimde karşılaştırılamaz.

PCR şunları tarif edebilir:

- Kullanılacak işlevsel ya da beyan birimi
- Sistem sınırları
- Veri kalite ve veri kullanım kuralları
- Hangi yaşam döngüsü aşamalarının ya da modüllerinin raporlanacağı
- Belirli senaryolar
- Raporlanacak göstergeler

Ayrıntılar ürün kategorisine ve EPD programına göre değişir. PCR geliştirme ilkeleri ISO/TS 14027 ile tanımlanır.

10.1 PCR ile ISO standardı aynı şey değildir

ISO 14025 EPD programları ve beyanlar için genel çerçeveyi verir. PCR bu genel çerçeveyi belirli bir ürün kategorisi için daha somut kurallara dönüştürür.

10.2 Ana PCR ve tamamlayıcı PCR (c-PCR)

Bazı ürün kategorilerinde ana PCR'a ek **tamamlayıcı PCR (c-PCR)** bulunur. Isı yalıtım ürünleri katmanlı yapıya somut bir örnektir.

Katman	Belge	Not
Program kuralları	International EPD System GPI 5.0.1	Genel program kuralları
Ana PCR	PCR 2019:14 Construction products (EN 15804+A2), sürüm 2.0.1	2030-04-07'ye kadar geçerli. EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021 ile uyumlu. Sürüm 1.3.4 20 Haziran 2025'te sona ermiştir
Tamamlayıcı PCR	2019:14-c-PCR-005 Thermal insulation products (EN 16783)	Ana PCR'a ek, ısı yalıtım ürünleri için. Kayıtlı ve 2030-04-07'ye kadar geçerli. Güncel sürüm numarası program kütüphanesinden kontrol edilmelidir

> **Dikkat:** PCR karşılaştırılabilirliği destekler, fakat tek başına iki EPD'nin kesinlikle doğrudan karşılaştırılabilir olduğu anlamına gelmez (Bölüm 12).

11. EPD yaşam döngüsü modülleri: EN 15804 yapı ürünü örneği

Yapı ürünlerinde EPD hazırlığının temel standardı **EN 15804** (Sürdürülebilirlik, yapı işleri, çevresel ürün beyanları, yapı ürünleri ürün kategorisi için temel kurallar) standardıdır. EN 15804 yaklaşımında A1'den D'ye uzanan modüler bir yapı kullanılır.

> **Dikkat:** Bu modül sistemi bütün sektörlerdeki bütün EPD'lere otomatik uygulanmaz. Burada yapı ürünleri için tanıdık bir örnek olarak kullanılmaktadır.

Modül	Aşama	Isı yalıtım levhası örneğinde içerik

A1	Ürün aşaması	Hammadde tedariki ve ön süreçler (ikincil malzeme girdisinin işlenmesi dahil)
A2	Ürün aşaması	Hammaddelerin üretim yerine taşınması
A3	Ürün aşaması	Ürünün imalatı ve ilgili tüm yukarı yönlü prosesler
A4	Yapım süreci aşaması	Ürünün şantiyeye taşınması
A5	Yapım süreci aşaması	Yapım ve kurulum süreçleri
B1–B7	Kullanım aşaması	B1 kullanım, B2 bakım, B3 onarım, B4 değiştirme, B5 yenileme, B6 operasyonel enerji kullanımı, B7 operasyonel su kullanımı (ürüne göre ilgili olanlar)
C1	Yaşam sonu aşaması	Söküm ya da yıkım
C2	Yaşam sonu aşaması	Atık işleme tesisine taşıma
C3	Yaşam sonu aşaması	Yeniden kullanım, geri kazanım ve geri dönüşüm için atık işleme
C4	Yaşam sonu aşaması	Nihai bertaraf
D	Sistem sınırı ötesi	Yeniden kullanım, geri kazanım ya da geri dönüşüm potansiyeliyle ilişkili yük ve faydaların ayrı raporlanması

A1–A3 birlikte **ürün aşaması** olarak raporlanır ve çoğu zaman tek toplam olarak verilir.

> **Dikkat: D modülü geri dönüşüm kredisi değildir.** D ayrı bir metodolojik modüldür ve sistem sınırının dışındaki yük ve faydaları belirli kurallara göre ayrı gösterir. İlgili PCR'a göre modellenir ve diğer modüllerin toplamına eklenmez.

Modüler yaklaşımın yararı, yaşam döngüsünün hangi bölümünde neyin raporlandığını görünür kılmasıdır. Yalnızca toplam bir sayıya değil, etkinin ürün aşamasında mı, şantiyede mi, kullanımda mı yoksa yaşam sonunda mı oluştuğuna da bakılabilir. **Bir modülün beyan edilmemesi, o aşamada çevresel etki olmadığı anlamına gelmez.** Beyan kapsamı ve PCR ayrıca okunmalıdır.

> **Güncel durum (Eylül 2026): EN 15804 ve ISO 21930.** Bu kontrolde geçerli sürüm olarak EN 15804:2012+A2:2019 (AC:2021 düzeltmesiyle) görülmüştür. A2 sürümü etki göstergelerini AB Çevresel Ayak İzi (EF) yaklaşımıyla uyumlu hale getirmiş ve iklim değişikliğini fosil, biyojenik ve arazi kullanımı değişikliği kalemlerine ayırmıştır. Yeni bir revizyon yayımlanıp yayımlanmadığı CEN kataloğundan kontrol edilmelidir. Standardın ve program PCR'larının güncel sürümü kullanılmalıdır. Uluslararası karşılığı olan ISO 21930:2017 (yapı ürünleri EPD temel kuralları) ISO sayfasına göre 2023'te teyit edilmiştir ve sistematik gözden geçirme sürecindedir.

12. İki EPD'yi karşılaştırmadan önce neyi kontrol etmeliyiz?

İki ürün için EPD bulunması bu iki beyanın otomatik olarak doğrudan karşılaştırılabileceği anlamına gelmez. Karşılaştırılabilirlik belgenin başlığından değil, **metodolojik uyumdan** doğar.

Kontrol	Soru
1. İşlev	Ürünler aynı ya da eşdeğer işlevi yerine getiriyor mu?
2. PCR ve metodoloji	Kullanılan PCR ve metodoloji sürümleri uyumlu mu?
3. Sistem sınırı ve modüller	Raporlanan yaşam döngüsü modülleri aynı kapsamı temsil ediyor mu?
4. Veri	Veri kalitesi, veri dönemi, coğrafi ve teknolojik temsil benzer mi?
5. Senaryolar	Kullanım ve yaşam sonu senaryoları tutarlı mı?
6. Birim	Birimler gerçekten aynı şeyi mi ifade ediyor?

Bir EPD yalnızca A1–A3 gibi belirli modülleri raporlarken başka bir EPD daha geniş kapsam içeriyorsa toplamları doğrudan yan yana koymak doğru değildir. Kullanım ya da yaşam sonu senaryoları farklıysa sonuçlar özellikle bu aşamalarda farklılaşır.

Birim konusu. Bazı ürünlerde tam işlev yaşam döngüsü bağlamında tanımlanabildiği için **işlevsel birim** kullanılır. Bazı ara ya da yapı ürünlerinde belirli bir kütle, hacim, alan ya da ürün miktarını ifade eden **beyan birimi** görülür. Birim aynı görünse bile ürünlerin işlevi farklıysa karşılaştırma sorunlu olabilir.

> **Dikkat: Yapı ürünlerinde bina düzeyi ilkesi.** EN 15804 yaklaşımına göre yapı ürünü EPD'leri tek başına ürünler arası sıralama aracı değildir. Ürünlerin bina içindeki kullanımı ve binanın bütün yaşam döngüsü düşünülerek bina düzeyinde değerlendirilmesi esastır. Bu ilkenin tam metni için standart okunmalıdır.

EPD okumak yalnızca en küçük sayıyı aramak değildir. Sayının hangi birime, hangi sınır ve senaryoya, hangi PCR ve veri koşullarına ait olduğunu anlamaktır.

13. YDD, ürün karbon ayak izi ve EPD: Üç kavram tek haritada

Kavram	Kapsam	Dayanak	Çıktı
YDD (LCA)	En geniş çerçeve. Girdiler, çıktılar ve birden fazla potansiyel çevresel etki	ISO 14040, ISO 14044	Seçilen etki kategorileri için yaşam döngüsü sonuçları
Ürün karbon ayak izi (PCF)	YDD yaklaşımını korur, yalnızca iklim değişikliği kategorisine odaklanır. Kısmi ürün karbon ayak izi de olabilir	ISO 14067	Ürün başına CO_2e sonucu
EPD	YDD sonuçlarını belirli PCR ve program kuralları altında standart bir beyan biçiminde iletişime açar	ISO 14025, PCR, program kuralları (yapı ürünlerinde EN 15804)	Bağımsız doğrulanmış, yayımlanmış beyan

Bir sanayi kuruluşu için süreç şöyle işler:

1. Ürün ve amaç tanımlanır. İşlevsel ya da beyan birimi ve sistem sınırı belirlenir.
2. Tesis, tedarikçi ve ikincil kaynaklardan yaşam döngüsü verileri toplanır.
3. YDD yapılıyorsa ilgili etki kategorileri değerlendirilir. Ürün karbon ayak izi yapılıyorsa iklim değişikliği kategorisine odaklanılır.
4. Amaç EPD yayımlamaksa uygun PCR ve EPD programının ek gereklilikleri izlenir, sonuçlar beyan formatına aktarılır, doğrulama ve yayın adımları tamamlanır.

Bu araçların değeri yalnızca rapor üretmek değildir. Kritik etki noktalarının belirlenmesi ürün tasarımında ya da tedarikçi seçiminde iyileştirme fırsatlarını gösterebilir. Ürün karbon ayak izi iklim etkisinin hangi yaşam döngüsü aşamalarında yoğunlaştığını gösterir. EPD ise tanımlı kurallar altında müşterilere ve diğer paydaşlara şeffaf ürün bilgisi sunar.

YDD, ürün karbon ayak izi ve EPD eş anlamlı değildir. Bunlar aynı yaşam döngüsü düşüncesinin farklı amaçlara hizmet eden, birbiriyle ilişkili araçlarıdır. Aynı temel yaşam döngüsü verisi, uygun amaç ve kurallarla iç iyileştirme kararlarına, ürün karbon ayak izi çalışmasına ya da EPD hazırlığına farklı biçimlerde hizmet edebilir.

14. Güncel düzenleme gelişmeleri (Eylül 2026)

Konu	Durum	Not
ISO 14025:2026	Haziran 2026'da yayımlandı, 2006 baskısı geri çekildi	Bölüm 8'e bakın
ISO 14067	2018 baskısı geçerli, revizyon çalışması sürüyor	Bölüm 7'ye bakın
ISO 14040 / 14044	2022'de teyit edilmiş, revizyon için görev grubu var	Bölüm 3'e bakın
EN 15804+A2	Doğrulanan güncel sürüm 2019 tarihli (AC:2021)	Yeni bir revizyon için CEN ve ISO kataloğu kontrol edilmelidir
AB Yapı Ürünleri Tüzüğü (AB) 2024/3110	7 Ocak 2025'te yürürlüğe girdi, 8 Ocak 2026'dan itibaren uygulanmaya başladı. Bazı hükümler sonraki tarihlerde kademeli devreye girer ve eski Tüzük (AB) 305/2011 geçiş sürecinde paralel uygulanır	Çevresel sürdürülebilirlik gereklilikleri ürün ailesi bazında belirlenecektir. Tüzük çevresel özelliklerin beyanı için mevcut EPD standartlarıyla uyumlu bir yaklaşım öngörür ve dijital ürün pasaportu için Komisyona yetki verir. Kesin tarihler ve ürün ailesi gereklilikleri resmî kaynaktan kontrol edilmelidir
AB Ekotasarım Tüzüğü (ESPR), (AB)	18 Temmuz 2024'te yürürlüğe girdi. İlk çalışma planı 16 Nisan 2025'te yayımlandı	Ürün grubu bazında ekotasarım gereklilikleri ve dijital ürün pasaportu (DPP) kuralları delege edilen düzenlemelerle belirlenir. Tekstil ve çelik gibi ürün grupları için hazırlık çalışması başlamıştır. Yaşam döngüsü

2024/1781		temelli göstergeler (karbon ve çevresel ayak izi gibi) ürün grubu düzenlemelerinde kullanılabilir
AB Çevresel Ayak İzi (PEF)	Komisyonun 2021 tarihli Tavsiyesi (AB) 2021/2279 ürün ve kuruluşların yaşam döngüsü çevresel performansını ölçmek ve iletmek için Çevresel Ayak İzi yöntemlerini önerir	Çoklu etki yaklaşımı, işlevsel birim, sistem sınırı, veri kalitesi ve tahsis gibi unsurları tanımlar. EN 15804+A2 etki göstergelerini bu yöntemle uyumlulaştırmıştır
Yeşil geçiş için tüketicilerin güçlendirilmesi Yönergesi (AB) 2024/825	27 Eylül 2026'dan itibaren uygulanıyor	Genel çevre iddialarını (çevre dostu gibi), dengelemeye dayalı karbon nötr iddialarını ve sertifikasyon sistemine dayanmayan kendi oluşturulan sürdürülebilirlik etiketlerini kısıtlar. EPD bir iddia etiketi değil, doğrulanmış bir beyandır. Ürün karbon ayak izi sonuçları iletilirken doğru ve kanıtlanabilir ifade şarttır
AB Bina Performansı Yönergesi (EPBD) (AB) 2024/1275	Yeni binalar için yaşam döngüsü küresel ısınma potansiyelinin hesaplanması 2028'den (1.000 m² üzeri binalar) ve 2030'dan (tüm yeni binalar) itibaren öngörülür	Bu tarihler resmî metinden kontrol edilmelidir. Bina düzeyi hesapta ürün EPD'leri girdi olarak kullanılır

> **Türkiye açısından not:** Türkiye'deki ihracatçılar için AB pazarında EPD ve ürün karbon ayak izi talebi artmaktadır. Sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması (SKDM) ve dijital ürün pasaportu ayrı konulardır, bu materyalde yalnızca EPD ile ilişkisi açısından anılmıştır. Uygulama takvimleri değişebilir, resmî kaynaktan kontrol edilmelidir.

Alıştırmalar (cevaplarıyla)

Alıştırma 1: Hata avcısı

Aşağıdaki yedi ifadede hata bulun. Cevaplar tabloda verilmiştir.

İfade	Neden sorun	Doğrusu
1. YDD yalnızca karbon hesabıdır	İklim değişikliği bir etki kategorisidir	YDD çoklu etki kategorisini değerlendirebilir
2. Ürün karbon ayak izi ile YDD eş anlamlıdır	PCF yalnızca iklim değişikliğine odaklanır	PCF, YDD yaklaşımının karbon odağındaki daha dar uygulamasıdır
3. İki ürünü 1 kg üzerinden karşılaştırmak yeterlidir	İşlev farklı miktarlarda karşılanabilir	İşlevsel birim kullanılmalıdır
4. EPD çevre dostu ürün sertifikasıdır	EPD bir beyandır, üstünlük kanıtı değildir	EPD belirli kurallara göre hazırlanmış bağımsız doğrulanmış çevresel beyandır
5. PCR bir ISO standardıdır	PCR ürün kategorisine özgü kurallardır	ISO 14025 genel çerçeveyi, PCR ürün kategorisi için somut kuralları verir
6. D modülü geri dönüşüm kredisidir	D ayrı bir metodolojik modüldür	Sistem sınırı ötesi yük ve faydalar ayrı raporlanır
7. İki ürünün EPD'si varsa toplamlar doğrudan karşılaştırılır	Modüller, sınırlar, birim ve senaryolar farklı olabilir	Karşılaştırmadan önce Bölüm 12 kontrol listesi uygulanır

Alıştırma 2: İşlevsel birim hesabı

Malzeme C için λ = 0,035 W/m·K ve yoğunluk 25 kg/m³ varsayılsın. R = 3,0 m²·K/W için kalınlığı ve 1 m² yüzeyin kütlesini bulun.

Cevap: d = 3,0 × 0,035 = 0,105 m (105 mm). Kütle = 0,105 × 25 = 2,625 kg/m². Bu değer Malzeme A (2,7 kg) ve B (2,4 kg) değerleri arasında kalır ve yalnızca kilogram bazında kıyaslama yapılamayacağını gösterir.

Alıştırma 3: Tahsis duyarlılığı

Bölüm 5'teki iki ürünlü proseste ürün B'nin fiyatı 3 yerine 1 birim/kg olsaydı ekonomik esaslı pay nasıl değişirdi?

Cevap: Gelirler 600 ve 400 olur, toplam 1.000. Pay A için %60 (60 MWh), B için %40 (40 MWh) olur ve kütle esaslı sonuçla aynıdır. Tahsis sonucu, seçilen ilişkiye ve veriye bağlıdır. Bu nedenle yöntem ve varsayım raporlanır.

Alıştırma 4: EPD karşılaştırma kontrolü

Bir EPD yalnızca A1–A3 modüllerini, diğeri A1–C4 ve D modüllerini beyan ediyor. İki EPD'nin ürün aşaması sonuçlarını karşılaştırabilir miyiz?

Cevap: Toplamları doğrudan yan yana koymak doğru değildir. Kapsamlar farklıdır. Ancak iki EPD'nin de A1–A3 sonuçları ayrı ayrı verildiği için, işlev, PCR, metodoloji, veri ve birim uyumluysa yalnızca A1–A3 sütunları kendi aralarında karşılaştırılabilir. Kullanım ve yaşam sonu farklılıkları ürünün toplam performansını değiştirebileceğinden, karar için tek başına A1–A3 karşılaştırması yetersizdir.

Özet

- Yaşam döngüsü yaklaşımı yalnızca fabrika kapısına bakmaz. Hammaddeden kullanım ve yaşam sonuna kadar önemli aşamaları görünür kılar.
- Sistem sınırı ve işlevsel birim sonucu yorumlamanın temelidir. Aynı ürün adı aynı kapsam ya da aynı işlev anlamına gelmez.
- YDD dört aşamalı ve iteratiftir: amaç ve kapsam, LCI, LCIA, yorumlama. LCI girdi ve çıktıların envanterini kurar, LCIA bu akışları potansiyel etki kategorileriyle ilişkilendirir.
- Veri kalitesi (zaman, coğrafya, teknoloji) ve tahsis yöntemi sonucu etkiler. Tahsiste önce kaçınılır, sonra fiziksel ilişki, en son ekonomik ilişki.
- YDD kritik etki noktalarını bulur ve yük kaydırma riskini görünür kılar.
- Ürün karbon ayak izi (ISO 14067) YDD ile aynı şey değildir. Yalnızca iklim değişikliğine odaklanır, kısmi ürün karbon ayak izi de olabilir ve kurumsal sera gazı envanterinden ayrıdır.
- EPD çevre dostu ürün sertifikası değildir. Belirli kurallar altında hazırlanmış, bağımsız doğrulanmış çevresel beyandır. ISO 14025'in güncel baskısı Haziran 2026'da yayımlanan ISO 14025:2026'dır.
- PCR aynı ürün kategorisinde birim, sınır, veri ve raporlama kurallarını tutarlı hale getirir. Ana PCR'a c-PCR eklenebilir.
- EN 15804 modülleri (A1–A3, A4–A5, B, C, D) yapı ürünleri içindir. D modülü geri dönüşüm kredisi değildir ve beyan edilmeyen modül etkisiz demek değildir.
- İki EPD yalnızca EPD oldukları için karşılaştırılmaz. İşlev, PCR, sınır, veri, metodoloji ve senaryolar birlikte okunur.
- EPD genellikle 5 yıl geçerlidir. Tarih ve PCR geçerliliği kontrol edilir.

Bilgi kontrolü (cevaplarıyla)

1. YDD yalnızca karbon hesabı mıdır? Cevap: Hayır. İklim değişikliği bir etki kategorisidir. YDD amaca ve yönteme bağlı olarak asitleşme, ötrofikasyon, su ve kaynak kullanımı gibi başka kategorileri de değerlendirebilir.

2. Kapıdan kapıya, beşikten kapıya ve beşikten mezara yaklaşımlarının farkı nedir? Cevap: Kapıdan kapıya belirli bir tesis ya da prosesi, beşikten kapıya hammaddeden fabrika kapısına kadar olan aşamaları, beşikten mezara ise bunlara ek olarak kullanım ve yaşam sonunu kapsar.

3. İşlevsel birim neden gereklidir? Cevap: Karşılaştırmanın ürünün yerine getirdiği işlev üzerinden ve ortak referansla yapılmasını sağlar. 1 kg ile 1 kg karşılaştırması, ürünler aynı işlevi farklı miktarda karşılıyorsa yanıltıcıdır. Örnekte R = 3,0 $m^2 \cdot K/W$ için malzeme A 2,7 kg/m^2, malzeme B 2,4 kg/m^2 gerektirir.

4. LCI ile LCIA arasındaki fark nedir? Cevap: LCI girdi ve çıktıların envanterini kurar. LCIA bu akışları karakterizasyon yöntemleriyle potansiyel çevresel etki kategorileriyle ilişkilendirir.

5. ISO 14044 tahsis için hangi sırayı izler? Cevap: Önce tahsisten kaçınma (bölme ya da sistemi genişletme), sonra fiziksel ilişkilere göre bölüştürme, en son diğer ilişkiler (ekonomik değer gibi). Yöntem gerekçelendirilir.

6. Yük kaydırma nedir, bir örnek verin. Cevap: Bir etkiyi ya da aşamayı iyileştirirken başka bir etkinin ya da aşamanın kötüleşmesidir. Örneğin iklim etkisini azaltan bir çözümün su kullanımını artırması.

7. Ürün karbon ayak izi ile kurumsal karbon ayak izi arasındaki fark nedir? Cevap: Ürün karbon ayak izi (ISO 14067) belirli bir ürün sisteminin yaşam döngüsü boyunca iklim etkisini, kurumsal envanter (ISO 14064-1) bir kuruluşun raporlama dönemindeki ve sınırlarındaki emisyonlarını ele alır.

8. EPD çevre dostu ürün sertifikası mıdır? Doğrulama neyi onaylar? Cevap: Hayır. EPD belirli kurallar altında hazırlanmış bir beyandır. Doğrulama beyanın program, PCR ve metodoloji gerekliliklerine uygunluğunu kontrol eder. Ürünün rakiplerinden daha iyi olduğunu onaylamaz.

9. Program operatörü, bağımsız doğrulayıcı ve PCR'ın rolleri nelerdir? Cevap: Program operatörü programın kurallarını, kayıt ve yayınını yönetir. Bağımsız doğrulayıcı beyanı kontrol eder. PCR ürün kategorisi için ortak metodolojik kuralları verir.

10. EN 15804'te D modülü nedir ve hangi yanlış anlama sık görülür? Cevap: D sistem sınırı ötesindeki yeniden kullanım, geri kazanım ve geri dönüşüm potansiyeline ilişkin yük ve faydaların ayrı raporlandığı modüldür. Basit bir geri dönüşüm kredisi değildir ve diğer modüllere eklenmez. Benzer biçimde, bir modülün beyan edilmemesi o aşamada etki olmadığı anlamına gelmez.

Anahtar kavramlar sözlüğü (TR – EN)

Türkçe	English
yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD)	life cycle assessment (LCA)
yaşam döngüsü envanteri (LCI)	life cycle inventory (LCI)
yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA)	life cycle impact assessment (LCIA)
yorumlama	interpretation
sistem sınırı	system boundary
kapıdan kapıya	gate-to-gate
beşikten kapıya	cradle-to-gate
beşikten mezara	cradle-to-grave
işlevsel birim	functional unit
referans akış	reference flow
beyan birimi	declared unit
birincil veri / ikincil veri	primary data / secondary data
tahsis	allocation
karakterizasyon	characterization
kritik etki noktası	hotspot
yük kaydırma	burden shifting
ürün karbon ayak izi	product carbon footprint (PCF, CFP)
kısmi ürün karbon ayak izi	partial carbon footprint of a product (partial CFP)
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
çevresel ürün beyanı (EPD)	Environmental Product Declaration (EPD)
ürün kategori kuralları (PCR)	product category rules (PCR)
tamamlayıcı ürün kategori kuralları (c-PCR)	complementary product category rules (c-PCR)
program operatörü	programme operator
bağımsız doğrulama	independent verification
eleştirel gözden geçirme	critical review
dijital ürün pasaportu	Digital Product Passport (DPP)
sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması (SKDM)	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)
çevresel ayak izi	Environmental Footprint (EF)

Kaynaklar ve güncellik notu

- ISO 14040:2006, *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*, Amd 1:2020. ISO sayfasına göre 17 Haziran 2022'de teyit edilmiştir. https://www.iso.org/standard/37456.html
- ISO 14044:2006, *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*, Amd 1:2017 ve Amd 2:2020. 17 Haziran 2022'de teyit edilmiştir.
- ISO 14067:2018, *Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*. 2024'te teyit edilmiştir, revizyon çalışması sürmektedir (ISO/WD 14067.2). https://www.iso.org/standard/71206.html
- ISO 14025:2026, *Environmental statements and programmes for products — Environmental product declarations (EPDs)*, Edition 2, Haziran 2026. ISO 14025:2006 (*Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures*) 24 Haziran 2026'da geri çekilmiştir. https://www.iso.org/standard/87610.html
- ISO/TS 14027:2017, *Environmental labels and declarations — Development of product category rules*.

- ISO 21930:2017, *Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services*. https://www.iso.org/standard/61694.html
- EN 15804:2012+A2:2019 (AC:2021), *Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products*, CEN/TC 350.
- EN 16783, *Thermal insulation products — Product category rules (PCR) for factory-made and in-situ formed products for preparing environmental product declarations*, CEN/TC 88.
- EPD International AB, *General Programme Instructions for the International EPD System*, sürüm 5.0.1 (27 Şubat 2025). https://www.environdec.com
- International EPD System, *PCR 2019:14 Construction products (EN 15804+A2)*, sürüm 2.0.1 (2030-04-07'ye kadar geçerli) ve *2019:14-c-PCR-005 Thermal insulation products (EN 16783)* (2030-04-07'ye kadar geçerli). https://www.environdec.com/pcr-library
- Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), EPD programı. https://ibu-epd.com
- EPD Türkiye. https://epdturkey.org
- Avrupa Komisyonu, *Tavsiye (AB) 2021/2279, Çevresel Ayak İzi yöntemlerinin kullanımı hakkında*.
- Avrupa Parlamentosu ve Konsey, *Tüzük (AB) 2024/3110, yapı ürünlerinin pazarlanmasına ilişkin uyumlaştırılmış kurallar*, 27 Kasım 2024.
- Avrupa Parlamentosu ve Konsey, *Tüzük (AB) 2024/1781, sürdürülebilir ürünler için ekotasarım çerçevesi (ESPR)*.
- Avrupa Parlamentosu ve Konsey, *Yönerge (AB) 2024/825, tüketicilerin yeşil geçiş için güçlendirilmesi*.
- Avrupa Parlamentosu ve Konsey, *Yönerge (AB) 2024/1275, binaların enerji performansı*.
- SATSO-SUBÜ Eğitim Programı, Ders 9 amaç ve içerik tanımı.

Güncellik notu: Bilgiler Eylül 2026 itibarıyla günceldir. Standart sürümleri, PCR geçerlilik tarihleri ve AB düzenlemelerinin uygulama takvimleri değişebilir. Gerçek bir EPD ya da ürün karbon ayak izi çalışmasında ISO, CEN, program operatörü ve AB Resmî Gazete kaynakları yeniden kontrol edilmelidir. Bu materyaldeki sayısal örnekler eğitim varsayımıdır ve gerçek ürün verisi değildir.

ENGLISH VERSION

LESSON 9: Life Cycle Analysis, Product Carbon Footprint and EPD

Ders 9: Yaşam Döngüsü Analizi, Ürün Karbon Ayak İzi ve EPD

Program: Sanayide Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği ve Karbon Ayak İzi Eğitimi (Sustainability, Climate Change and Carbon Footprint Training in Industry)

Profile	Description
Target audience	University students and technical and administrative staff of industrial organizations
Scope of this material	Life cycle assessment (LCA), product carbon footprint (ISO 14067), Environmental Product Declaration (EPD, ISO 14025), product category rules (PCR), EN 15804 modules for construction products, and comparability of EPDs
Main example	Thermal insulation board (no real brand or real environmental result is given, numerical examples are training assumptions)
Related lessons	Lesson 15 (calculation with activity data and emission factors), Lesson 17 (transport, raw materials and waste), Lesson 18 (ISO 14064-1 report and verification)
Currency of information	September 2026

Learning outcomes

After completing this material, the participant can:

- Explain why the life cycle approach does not stop at the factory gate.
- Distinguish gate-to-gate, cradle-to-gate and cradle-to-grave system boundaries.
- Describe the four LCA phases under ISO 14040 and ISO 14044 and the iterative nature of the phases.
- Define the functional unit and show why a comparison based on mass alone can mislead.
- Explain the difference between life cycle inventory (LCI) and life cycle impact assessment (LCIA), primary and secondary data, data quality and allocation decisions.
- Interpret the concepts of hotspot and burden shifting.
- Distinguish the product carbon footprint (ISO 14067), the partial carbon footprint and the corporate GHG inventory.
- Explain the roles of EPD, PCR, c-PCR, programme operator and independent verification, and state that an EPD is not an eco-friendly product certificate.
- Read the EN 15804 modules (A1–A3, A4–A5, B, C and D).
- List the conditions to check before comparing two EPDs.
- Build the relationship between LCA, product carbon footprint and EPD in a single map.

1. Why is product environmental performance considered over the life cycle?

When evaluating the environmental performance of a product, looking only at the factory stack, the electricity bill or the waste from the production line is not enough. Before the product reaches the factory, raw materials have been extracted, processed and transported. After it leaves the factory, the product is transported, used and maintained, and finally enters an end-of-life process such as reuse, recycling, energy recovery or disposal. The **life cycle approach** makes it possible to see that these stages are not disconnected from each other.

This material uses a construction product, the **thermal insulation board**, as the main example. The energy consumption of the board at the production plant is important, but it does not give the whole environmental picture by itself.

Life cycle stage	What happens in the thermal insulation board example
Raw materials	Extraction and production of raw materials
Transport	Delivery of raw materials to the plant and of the product to the construction site

Production	Manufacturing at the plant, energy and water use, production losses
Installation and use	Installation on site, the insulation function performed during use, maintenance
End of life	Demolition, reuse, recycling, energy recovery or disposal

The aim is not always to calculate every stage in the same detail. The real aim is to define clearly which life cycle stages are included in the assessment and to avoid a narrow view that hides important impacts. This view also helps to ask whether an improvement merely moves the impacts to another supplier, another stage or the end of life.

2. System boundary: How far do we look?

The **system boundary** determines which processes and life cycle stages are inside the calculation and which are outside. When different system boundaries are chosen for the same product, it is normal for the results to differ.

Approach	Coverage	Thermal insulation board example
Gate-to-gate	A specific plant or process	Only the inputs and outputs of the production line
Cradle-to-gate	From extraction of raw materials to the product leaving the factory gate	Raw materials, raw material transport and manufacturing
Cradle-to-grave	Raw materials, production and transport, plus use and end of life	The whole chain from delivery of the board to site through to demolition and disposal

More important than memorizing these terms is this point: **the boundary is a methodological decision.** If one study covers only the production stage and another also covers use and end of life, placing the two numbers side by side and interpreting them directly can be misleading. Similarly, a solution with a higher impact in the production stage may perform differently in the use stage.

A good LCA study defines its boundary transparently and explains why that boundary was chosen. The reader can then look not only at the result but also at which system the result belongs to.

3. What is life cycle assessment and how do the four phases work?

Life cycle assessment (LCA) is a framework that systematically evaluates the inputs, outputs and potential environmental impacts of a product system over its life cycle.

> **Attention:** LCA is not only a carbon calculation. Climate change is one impact category. Depending on its goal and method, an LCA study can also evaluate other impact categories such as acidification, eutrophication, water use and resource use.

Under ISO 14040 (principles and framework) and ISO 14044 (requirements and guidelines), LCA consists of four phases.

Phase	What is done
1. Goal and scope definition	What will be assessed, why and within which boundaries is determined. The functional unit and the system boundary are chosen here.
2. Life cycle inventory (LCI)	Data on material, energy, water, emission and waste flows related to the product system are collected and modelled.
3. Life cycle impact assessment (LCIA)	Inventory flows are linked to potential environmental impact categories using suitable characterization methods.
4. Interpretation	What the results say, where the significant contributions are, data gaps, assumptions and the influence of methodological choices on the result are evaluated.

The purpose of interpretation is not to present a single number as an absolute truth. It also asks under which conditions the results are valid and what uncertainties and limitations mean for the decision.

These four phases do not work like a one-way production line. As the study progresses, a new data gap may be found, the system boundary may become clearer or the goal and scope may need to be reviewed. LCA is therefore an **iterative** process, meaning it returns to earlier phases when necessary.

Current status (September 2026): ISO 14040 and ISO 14044. According to the ISO pages, ISO 14040:2006 (Amd 1:2020) and ISO 14044:2006 (Amd 1:2017 and Amd 2:2020) are published editions confirmed on 17 June 2022 and remain valid. A task group for revising the two standards is listed under ISO/TC 207/SC 5. No new edition was seen in this check. The revision timeline should be followed on the ISO page.

If an LCA study contains a comparative assertion to be disclosed to the public, ISO 14044 requires an independent **critical review**. The same standard also requires that weighting (combining different impact results into a single score) is not used in comparative studies to be disclosed to the public.

4. Goal, scope and functional unit: What are we comparing?

The **functional unit** is the quantified performance of a product system used as a reference unit in comparisons (ISO 14040). The functional unit is not just a number used to divide results. It is the modelling reference that determines which data flows correspond to how much product service. The amount of product needed to fulfil this function is called the **reference flow**.

Comparing two products at one kilogram each leads to a wrong result if they fulfil the same function in different amounts. Depending on the goal of the study, service life and conditions of use also become part of the functional unit.

4.1 Numerical example with a thermal insulation board

The values below are training assumptions. They are not real product data. In a real study, thermal conductivity and density are taken from the declaration of performance of the product.

Functional unit: insulation with a thermal resistance R = 3.0 m²·K/W on 1 m² of wall surface. The thickness is found with $d = R \times \lambda$ (λ is thermal conductivity).

Value	Material A	Material B
Thermal conductivity λ (W/m·K)	0.030	0.040
Thickness d = 3.0 m²·K/W × λ	3.0 × 0.030 = 0.090 m (90 mm)	3.0 × 0.040 = 0.120 m (120 mm)
Density ρ (kg/m³, assumption)	30	20
Mass = d × ρ (for 1 m²)	0.090 × 30 = 2.7 kg	0.120 × 20 = 2.4 kg
Area covered by 1 kg of material at R = 3.0	1 ÷ 2.7 = 0.370 m²	1 ÷ 2.4 = 0.417 m²

For the same function, the two solutions differ in mass, thickness and the service provided per kg. A 1 kg versus 1 kg comparison therefore does not reflect the function the products provide. The correct reference is the solution that provides R = 3.0 m²·K/W on 1 m² of surface. An impact result per kilogram can be carried to 1 functional unit only by multiplying with this reference.

4.2 Functional unit in different products

The same type of functional unit is not used in every study.

Product	Possible reference
Intermediate products such as cement	1 tonne of product (declared unit)
Concrete	A specific strength and service condition
Packaging	The function of protecting a specific amount of product for a specific time and under specific conditions
Thermal insulation board	A specific thermal performance for a specific area, and service life when needed

Common mistakes:

- Comparing products only by mass or number of pieces.
- Comparing two technically correct results in the wrong way for a decision because the functional unit was chosen wrongly.
- Confusing the functional unit with the declared unit (see Section 11).

5. LCI: Collecting data, questioning its quality and allocating

The life cycle inventory phase builds the data backbone of the product system. For the thermal insulation board, it collects or models with suitable datasets which raw materials are used and in what amounts, electricity and fuel consumption, water use, production losses, transport, waste and related emission flows. The inventory is not just a large data table. The source and quality of the data must also be assessed.

5.1 Primary and secondary data

Data type	Example	Note
Primary data	The organization's own meters, production records, process measurements, product or process information received directly from a supplier	Study-specific data
Secondary data	Life cycle databases, sector averages, literature	Does not mean bad data. What matters is how well the data represents the study

5.2 Data quality

ISO 14044 addresses data quality through attributes such as time-related, geographical and technology coverage, precision, completeness, representativeness, consistency, reproducibility, data sources and uncertainty. In practice the three most frequently asked matches are time, geography and technology. A dataset built ten years ago in another country for a different production technology may represent a current local process poorly. Data gaps and assumptions should be recorded transparently.

5.3 Allocation

When a single process produces more than one product, how the shared energy, material or emission burdens are assigned to each product affects the result. This assignment is called **allocation**. ISO 14044 requires the following order:

1. Avoid allocation where possible. Divide the process into sub-processes or expand the product system.
2. If it cannot be avoided, partition the inputs and outputs between products according to underlying physical relationships (such as mass or energy content).
3. If a physical relationship cannot be established, use other relationships (for example economic value).

The chosen method must be justified and applied consistently.

Industrial mini example: a process with two products

A process uses 100 MWh of energy per year and produces two products (training assumption). Product A: 600 kg, unit price 1 unit/kg. Product B: 400 kg, unit price 3 units/kg.

Method	Product A	Product B
Mass-based share	600 ÷ (600 + 400) = 60%, i.e. 60 MWh	400 ÷ 1,000 = 40%, i.e. 40 MWh
Mass-based energy burden	60 MWh ÷ 600 kg = 0.100 MWh/kg	40 MWh ÷ 400 kg = 0.100 MWh/kg
Revenue (mass × price)	600 × 1 = 600	400 × 3 = 1,200
Economic share	600 ÷ 1,800 = 33.3%, i.e. 33.3 MWh	1,200 ÷ 1,800 = 66.7%, i.e. 66.7 MWh
Economic-based energy burden	33.3 MWh ÷ 600 kg = 0.056 MWh/kg	66.7 MWh ÷ 400 kg = 0.167 MWh/kg

With the same data, the two methods give very different results per product. An LCA result is therefore the result not only of the data measured but also of how that data is linked to the product system. The allocation choice should be explained in the report and, where possible, shown with a sensitivity analysis.

6. LCIA: Impact categories, hotspots and burden shifting

The inventory tells which inputs and outputs are in the system. Impact assessment makes sense of these flows in terms of potential environmental impacts. According to ISO 14044, the mandatory elements of impact assessment are the selection of impact categories, the assignment of inventory results to categories (classification) and the calculation of category indicator results (characterization). Normalization, grouping and weighting are optional.

Impact category	Inventory flow example
Climate change	Greenhouse gases such as CO_2, CH_4, N_2O

Climate change	Greenhouse gases such as CO_2, CH_4, N_2O
Acidification	Some air emissions
Eutrophication	Some nutrient releases
Water and resource use	Water withdrawal, raw material consumption

Which categories are assessed is determined by the goal and method of the study and by the relevant rules.

6.1 Hotspots

The environmental impact of a product is not evenly distributed over every stage of the life cycle. The largest contribution may arise in raw material production, energy use, transport, use or end of life. The input with the largest mass or the most expensive material does not have to be the largest environmental contributor. LCA makes this intuitive error visible.

6.2 Burden shifting

Burden shifting is when improving one impact or stage increases the burden in another impact category, another life cycle stage or another supply chain. Examples:

- A solution may reduce the climate change impact while increasing water use.
- A lighter package may make transport easier while changing the risk of product loss.
- A recycling process may require additional energy or chemicals.

These examples do not mean that a given solution is bad. The message is that, while improving one indicator, we must check that we have not unintentionally worsened another impact or stage. The multi-impact perspective of LCA is valuable for this reason.

7. Product carbon footprint: The climate change focus of LCA

The **product carbon footprint (PCF, CFP)** evaluates the greenhouse gas emissions and removals related to the life cycle of a product from the perspective of the climate change impact category, in CO_2e. ISO 14067:2018 gives requirements and guidelines for this calculation and reporting, consistently with the LCA approach of ISO 14040 and ISO 14044.

The critical difference is this. A comprehensive LCA can evaluate more than one impact category. The product carbon footprint under ISO 14067 focuses only on the climate change category. The product carbon footprint is a narrower application of life cycle thinking with a carbon focus.

ISO 14067 also covers **partial carbon footprint of a product (partial CFP)** studies. In such a study, not the whole cradle-to-grave chain but a defined part is examined. In such a study the life cycle stages that are included must be stated clearly.

> **Attention: ISO 14067 does not regulate the communication of results (labels, declaration formats).** According to the ISO page, the standard excludes carbon offsetting and communication of results. There are separate standards such as ISO 14026 for communicating footprint information.

7.1 Product carbon footprint and corporate carbon footprint

Criterion	Product carbon footprint (ISO 14067)	Corporate GHG inventory (ISO 14064-1)
What is calculated	A specific product system	The emissions of an organization
Boundary	Defined life cycle boundary (product chain)	Reporting period, organizational and reporting boundaries
Unit	CO_2e per functional or declared unit	Total CO_2e for the reporting period
Perspective	Life cycle of the product	Activities of the organization

The emission of a single furnace or production process is a narrower piece of data than either. Data in the corporate inventory and in the product footprint can feed each other, but one does not replace the other.

Greenhouse gases are mostly expressed in results with the common unit carbon dioxide equivalent (CO_2e). Activity data, emission factors and corporate calculation methodology are the subject of later lessons (Lesson 15).

> **Current status (September 2026): ISO 14067.** ISO 14067:2018 is the valid edition and was confirmed in 2024. On the ISO page the standard is flagged as to be revised (14 October 2024) and a successor document, ISO/WD 14067.2, is under development. The 2018 edition remains valid until a new edition is published.

8. What is an EPD and what is it not? The ISO 14025 framework

An **Environmental Product Declaration (EPD)** is a communication tool that presents information on the environmental performance of a product in a standardized way under specific programme and category rules. The most important word is **declaration**. An EPD is not an award, a green badge or a superiority certificate saying the product is automatically eco-friendly.

ISO 14025 defines principles, requirements and guidance for EPD programmes and the declarations within them, and foresees the use of the ISO 14040 and ISO 14044 life cycle approach in developing EPDs.

> **Current status (September 2026): ISO 14025:2026.** The second edition of ISO 14025 was published in June 2026 (ISO 14025:2026, *Environmental statements and programmes for products — Environmental product declarations (EPDs)*). The first edition of 2006 was withdrawn on 24 June 2026. In the new edition the title no longer carries the term Type III environmental declarations. According to the International EPD System, the new edition defines an EPD as an independently verified, LCA-based environmental statement, places self-declared environmental claims (ISO 14021) and ecolabels (ISO 14024) outside the scope of EPDs, and puts more emphasis on independence, impartiality and conflict-of-interest management of programmes. Many EPDs and programme documents published today still refer to ISO 14025:2006. These documents are used during their own validity period. The transition timetable to the new edition depends on the programme operator.

8.1 How is an EPD created and who does what?

Role	Task
Programme operator	Manages the general rules, registration and publication system of the EPD programme
Declaration owner (manufacturer)	Prepares the LCA study and the EPD according to the relevant PCR
Independent verifier	Checks the conformity of the declaration with programme, PCR and methodology requirements. Must be a verifier accepted by the programme operator
Programme operator (publication)	Registers and publishes the declaration found conforming

Flow: programme rules and programme operator, PCR selection, LCA and EPD preparation, independent verification, registration and publication.

> **Attention:** The roles of the programme operator and the independent verifier must not be confused. The operator runs the programme. The verifier checks the individual declaration.

8.2 An EPD is not a product carbon footprint

The value of an EPD is not only in giving a single carbon number. Depending on the applicable rules, multiple environmental performance indicators, resource use and other relevant information over the life cycle of the product can be reported. While the product carbon footprint focuses only on the climate change category, an EPD presents a wider set of environmental information in a standard form within the framework of the PCR and programme rules.

8.3 Reading an EPD correctly

When we see an EPD, the first question is not whether the product is green. The first question is this: according to which rules, for which unit and system boundary, which indicators have been declared? Verification also does not confirm that a product is environmentally better than its competitors. Verification is a check that assures the conformity of the declaration with the relevant programme, PCR and methodology requirements.

8.4 Validity period

An EPD has a limited validity period. In the International EPD System and widely used EN 15804-based programmes, an EPD is generally valid for 5 years from the date of publication and must be verified again at the end of that period. In practice the end date may be earlier depending on the validity of the PCR or the programme rules. Every EPD states its publication and expiry dates. Before use, this date and the validity of the relevant PCR should be checked.

9. EPD programmes and programme operators

EPD programmes have general programme rules compatible with ISO 14025. Which programme to choose for the same product varies with the market, customer expectations and product group.

Programme	Note
International EPD System	International programme operated by EPD International AB. Its general rules are in the General Programme Instructions (GPI) document (current version GPI 5.0.1, 27 February 2025)
IBU (Institut Bauen und Umwelt e.V.)	Germany-based programme. Publishes its EPDs in accordance with DIN EN ISO 14025 and EN 15804
EPD Türkiye	Programme operating in Türkiye. By its own description it publishes EPDs compatible with ISO 14025 and EN 15804, is operated by Süratam Sürdürülebilirlik Danışmanlığı A.Ş. and works under a licence from the International EPD System
Other programmes	Programmes such as UL Solutions and ASTM also exist. When choosing, check which programme the target market recognizes

> **Attention:** The name of the programme is not a measure of quality. What matters is which PCR and which programme rules the EPD was prepared under, whether independent verification was carried out and the validity date.

10. PCR and c-PCR: Common rules of the game in the same product category

Product category rules (PCR) define the common methodological rules for preparing an EPD for a specific product category. They are needed because, if declarations in the same category are prepared with completely different assumptions, system boundaries and units, they cannot be meaningfully compared even if they look alike in a standard format.

A PCR can describe:

- The functional or declared unit to be used
- System boundaries
- Data quality and data use rules
- Which life cycle stages or modules are to be reported
- Specific scenarios
- Indicators to be reported

Details vary with the product category and the EPD programme. Principles for developing PCRs are defined in ISO/TS 14027.

10.1 A PCR is not the same as an ISO standard

ISO 14025 gives the general framework for EPD programmes and declarations. A PCR turns this general framework into more concrete rules for a specific product category.

10.2 Main PCR and complementary PCR (c-PCR)

In some product categories a **complementary PCR (c-PCR)** exists in addition to the main PCR. Thermal insulation products are a concrete example of this layered structure.

Layer	Document	Note
Programme rules	International EPD System GPI 5.0.1	General programme rules
Main PCR	PCR 2019:14 Construction products (EN 15804+A2), version 2.0.1	Valid until 2030-04-07. Compliant with EN 15804:2012+A2:2019/AC:2021. Version 1.3.4 ended on 20 June 2025

Complementary PCR	2019:14-c-PCR-005 Thermal insulation products (EN 16783)	In addition to the main PCR, for thermal insulation products. Registered and valid until 2030-04-07. The current version number should be checked in the programme library

> **Attention:** A PCR supports comparability, but by itself it does not mean that two EPDs are definitely directly comparable (Section 12).

11. EPD life cycle modules: The EN 15804 construction product example

The basic standard for preparing EPDs of construction products is **EN 15804** (Sustainability of construction works, environmental product declarations, core rules for the product category of construction products). The EN 15804 approach uses a modular structure running from A1 to D.

> **Attention:** This module system is not automatically applied to all EPDs in all sectors. It is used here as a familiar example for construction products.

Module	Stage	Content in the thermal insulation board example
A1	Product stage	Raw material supply and upstream processes (including processing of secondary material input)
A2	Product stage	Transport of raw materials to the place of production
A3	Product stage	Manufacture of the product and all related upstream processes
A4	Construction process stage	Transport of the product to the construction site
A5	Construction process stage	Construction and installation processes
B1–B7	Use stage	B1 use, B2 maintenance, B3 repair, B4 replacement, B5 refurbishment, B6 operational energy use, B7 operational water use (those relevant to the product)
C1	End-of-life stage	Deconstruction or demolition
C2	End-of-life stage	Transport to waste processing
C3	End-of-life stage	Waste processing for reuse, recovery and recycling
C4	End-of-life stage	Final disposal
D	Beyond the system boundary	Separate reporting of loads and benefits related to the potential for reuse, recovery or recycling

A1–A3 are reported together as the **product stage** and are often given as a single total.

> **Attention: Module D is not a recycling credit.** D is a separate methodological module and shows the loads and benefits outside the system boundary separately, according to specific rules. It is modelled according to the relevant PCR and is not added to the total of the other modules.

The benefit of the modular approach is that it makes visible what is reported in which part of the life cycle. One can look not only at a total number but also at whether the impact arises in the product stage, on site, in use or at end of life. **A module not being declared does not mean there is no environmental impact in that stage.** The declaration scope and the PCR must also be read.

> **Current status (September 2026): EN 15804 and ISO 21930.** In this check, EN 15804:2012+A2:2019 (with the AC:2021 corrigendum) was seen as the valid version. The A2 version aligned the impact indicators with the EU Environmental Footprint (EF) approach and split climate change into fossil, biogenic and land use change items. Whether a new revision has been published should be checked in the CEN catalogue. The current version of the standard and of programme PCRs should be used. Its international counterpart ISO 21930:2017 (core rules for EPDs of construction products) was confirmed in 2023 according to the ISO page and is under systematic review.

12. What should we check before comparing two EPDs?

The existence of EPDs for two products does not mean the two declarations can automatically be compared directly. Comparability comes not from the title of the document but from **methodological consistency**.

Check	Question
1. Function	Do the products fulfil the same or an equivalent function?
2. PCR and methodology	Are the PCR and methodology versions used compatible?
3. System boundary and modules	Do the reported life cycle modules represent the same scope?
4. Data	Are data quality, data period, geographical and technological representativeness similar?
5. Scenarios	Are the use and end-of-life scenarios consistent?
6. Unit	Do the units really express the same thing?

If one EPD reports only certain modules such as A1–A3 while another covers a wider scope, placing the totals side by side is not correct. If use or end-of-life scenarios differ, results differ especially in those stages.

The unit issue. For some products the **functional unit** is used because the full function can be defined in the life cycle context. For some intermediate or construction products, a **declared unit** expressing a certain mass, volume, area or product quantity is seen. Even when the unit looks the same, a comparison may still be problematic if the functions of the products differ.

> **Attention: The building-level principle for construction products.** According to the EN 15804 approach, EPDs of construction products are not a tool for ranking products on their own. The products should be assessed at building level, considering their use in the building and the whole life cycle of the building. The standard itself should be read for the exact text of this principle.

Reading an EPD is not just looking for the smallest number. It is understanding which unit, which boundary and scenario, and which PCR and data conditions the number belongs to.

13. LCA, product carbon footprint and EPD: Three concepts in one map

Concept	Scope	Basis	Output
LCA	The widest framework. Inputs, outputs and more than one potential environmental impact	ISO 14040, ISO 14044	Life cycle results for the selected impact categories
Product carbon footprint (PCF)	Keeps the LCA approach and focuses only on the climate change category. May also be a partial product carbon footprint	ISO 14067	CO_2e result per product
EPD	Opens LCA results to communication in a standard declaration form under a specific PCR and programme rules	ISO 14025, PCR, programme rules (EN 15804 for construction products)	An independently verified, published declaration

For an industrial organization the process works as follows:

1. The product and goal are defined. The functional or declared unit and the system boundary are determined.
2. Life cycle data are collected from the plant, suppliers and secondary sources.
3. If an LCA is being done, the relevant impact categories are assessed. If a product carbon footprint is being done, the focus is on the climate change category.
4. If the aim is to publish an EPD, the suitable PCR and the additional requirements of the EPD programme are followed, results are transferred to the declaration format, and verification and publication steps are completed.

The value of these tools is not only producing reports. Identifying hotspots can show improvement opportunities in product design or supplier selection. The product carbon footprint shows in which life cycle stages the climate impact is concentrated. The EPD offers customers and other stakeholders transparent product information under defined rules.

LCA, product carbon footprint and EPD are not synonyms. They are related tools that serve different purposes within the same life cycle thinking. The same basic life cycle data, with suitable goals and rules, can serve internal improvement decisions, a product carbon footprint study or EPD preparation in different ways.

14. Regulatory developments (September 2026)

Topic	Status	Note
ISO 14025:2026	Published in June 2026, the 2006 edition was withdrawn	See Section 8
ISO 14067	The 2018 edition is valid, revision work is under way	See Section 7
ISO 14040 / 14044	Confirmed in 2022, a task group exists for revision	See Section 3
EN 15804+A2	The verified current version is dated 2019 (AC:2021)	The CEN and ISO catalogues should be checked for a new revision
EU Construction Products Regulation (EU) 2024/3110	Entered into force on 7 January 2025 and has applied since 8 January 2026. Some provisions phase in at later dates and the old Regulation (EU) 305/2011 applies in parallel during a transition	Environmental sustainability requirements are to be set by product family. The Regulation foresees an approach for declaring environmental characteristics that is aligned with existing EPD standards and empowers the Commission on the digital product passport. Exact dates and product family requirements should be checked in the official source
EU Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), (EU) 2024/1781	Entered into force on 18 July 2024. The first working plan was published on 16 April 2025	Product-group ecodesign requirements and digital product passport (DPP) rules are set by delegated acts. Preparatory work has started for product groups such as textiles and steel. Life cycle based indicators (such as carbon and environmental footprint) may be used in product-group rules
EU Environmental Footprint (PEF)	The Commission Recommendation (EU) 2021/2279 of 2021 recommends Environmental Footprint methods for measuring and communicating the life cycle environmental performance of products and organizations	Defines elements such as the multi-impact approach, functional unit, system boundary, data quality and allocation. EN 15804+A2 aligned its impact indicators with this method
Directive (EU) 2024/825 on empowering consumers for the green transition	Applies from 27 September 2026	Restricts generic environmental claims (such as eco-friendly), carbon-neutral claims based on offsetting and self-created sustainability labels not based on a certification scheme. An EPD is not a claim label but a verified declaration. Accurate and provable wording is essential when communicating product carbon footprint results
EU Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (EU) 2024/1275	Calculation of life cycle global warming potential for new buildings is foreseen from 2028 (buildings over 1,000 m²) and from 2030 (all new buildings)	These dates should be checked in the official text. Product EPDs are used as inputs in the building-level calculation

> **Note for Türkiye:** For exporters in Türkiye, demand for EPDs and product carbon footprints in the EU market is increasing. The Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and the digital product passport are separate topics and are mentioned in this material only in their relation to EPDs. Implementation timetables may change and should be checked in the official source.

Exercises (with answers)

Exercise 1: Error hunt

Find the error in the following seven statements. Answers are given in the table.

Statement	Why it is a problem	Correct version
1. LCA is only a carbon calculation	Climate change is one impact category	LCA can evaluate multiple impact categories
2. Product carbon footprint and LCA are synonyms	PCF focuses only on climate change	PCF is a narrower, carbon-focused application of the LCA approach
3. Comparing two products at 1 kg each is enough	The function can be met with different amounts	The functional unit must be used

4. An EPD is an eco-friendly product certificate	An EPD is a declaration, not proof of superiority	An EPD is an independently verified environmental declaration prepared under specific rules
5. A PCR is an ISO standard	A PCR is a set of rules specific to a product category	ISO 14025 gives the general framework, a PCR gives concrete rules for a product category
6. Module D is a recycling credit	D is a separate methodological module	Loads and benefits beyond the system boundary are reported separately
7. If two products have EPDs, the totals can be compared directly	Modules, boundaries, units and scenarios may differ	The checklist in Section 12 is applied before comparison

Exercise 2: Functional unit calculation

Assume Material C has $\lambda = 0.035$ W/m·K and a density of 25 kg/m³. Find the thickness and the mass of 1 m² of surface for $R = 3.0$ m²·K/W.

Answer: $d = 3.0 \times 0.035 = 0.105$ m (105 mm). Mass $= 0.105 \times 25 = 2.625$ kg/m². This value lies between Material A (2.7 kg) and Material B (2.4 kg) and shows that a comparison on a kilogram basis alone cannot be made.

Exercise 3: Allocation sensitivity

In the two-product process in Section 5, how would the economic share change if the price of product B were 1 unit/kg instead of 3?

Answer: The revenues become 600 and 400, a total of 1,000. The share becomes 60% (60 MWh) for A and 40% (40 MWh) for B, the same as the mass-based result. The allocation result depends on the chosen relationship and the data. The method and assumption are therefore reported.

Exercise 4: EPD comparison check

One EPD declares only modules A1–A3, the other declares modules A1–C4 and D. Can we compare the product stage results of the two EPDs?

Answer: Placing the totals side by side is not correct because the scopes differ. However, since both EPDs give A1–A3 results separately, the A1–A3 columns alone can be compared with each other if function, PCR, methodology, data and unit are compatible. Because differences in use and end of life can change the total performance of the product, an A1–A3 comparison alone is insufficient for a decision.

Summary

- The life cycle approach does not stop at the factory gate. It makes important stages visible from raw materials through use and end of life.
- The system boundary and the functional unit are the basis for interpreting results. The same product name does not mean the same scope or the same function.
- LCA has four iterative phases: goal and scope, LCI, LCIA, interpretation. LCI builds the inventory of inputs and outputs, LCIA links these flows to potential impact categories.
- Data quality (time, geography, technology) and the allocation method affect the result. In allocation, avoid it first, then use physical relationships, and economic relationships last.
- LCA finds hotspots and makes the risk of burden shifting visible.
- The product carbon footprint (ISO 14067) is not the same as LCA. It focuses only on climate change, may also be a partial product carbon footprint, and is separate from the corporate GHG inventory.
- An EPD is not an eco-friendly product certificate. It is an independently verified environmental declaration prepared under specific rules. The current edition of ISO 14025 is ISO 14025:2026, published in June 2026.
- A PCR makes the unit, boundary, data and reporting rules consistent within the same product category. A c-PCR can be added to the main PCR.
- The EN 15804 modules (A1–A3, A4–A5, B, C, D) are for construction products. Module D is not a recycling credit and an undeclared module does not mean zero impact.
- Two EPDs are not compared just because they are EPDs. Function, PCR, boundary, data, methodology and scenarios are read together.
- An EPD is generally valid for 5 years. The date and PCR validity are checked.

Knowledge check (with answers)

1. Is LCA only a carbon calculation? Answer: No. Climate change is one impact category. Depending on goal and method, LCA can also evaluate other categories such as acidification, eutrophication, and water and resource use.

2. What is the difference between gate-to-gate, cradle-to-gate and cradle-to-grave approaches? Answer: Gate-to-gate covers a specific plant or process, cradle-to-gate covers the stages from raw materials to the factory gate, and cradle-to-grave additionally covers use and end of life.

3. Why is the functional unit needed? Answer: It ensures that the comparison is made on the function the product fulfils and with a common reference. A 1 kg versus 1 kg comparison is misleading if products meet the same function in different amounts. In the example, for R = 3.0 $m^2 \cdot K/W$ material A needs 2.7 kg/m^2 and material B needs 2.4 kg/m^2.

4. What is the difference between LCI and LCIA? Answer: LCI builds the inventory of inputs and outputs. LCIA links these flows to potential environmental impact categories using characterization methods.

5. What order does ISO 14044 follow for allocation? Answer: First avoid allocation (by division or system expansion), then partition by physical relationships, and lastly use other relationships (such as economic value). The method is justified.

6. What is burden shifting? Give an example. Answer: Improving one impact or stage while another impact or stage gets worse. For example, a solution that reduces the climate impact but increases water use.

7. What is the difference between product carbon footprint and corporate carbon footprint? Answer: The product carbon footprint (ISO 14067) addresses the climate impact of a specific product system over its life cycle. The corporate inventory (ISO 14064-1) addresses the emissions of an organization within its reporting period and boundaries.

8. Is an EPD an eco-friendly product certificate? What does verification confirm? Answer: No. An EPD is a declaration prepared under specific rules. Verification checks the conformity of the declaration with programme, PCR and methodology requirements. It does not confirm that the product is better than its competitors.

9. What are the roles of the programme operator, the independent verifier and the PCR? Answer: The programme operator manages the rules, registration and publication of the programme. The independent verifier checks the declaration. The PCR provides common methodological rules for the product category.

10. What is module D in EN 15804 and which misunderstanding is common? Answer: D is the module where loads and benefits related to the potential for reuse, recovery and recycling beyond the system boundary are reported separately. It is not a simple recycling credit and is not added to the other modules. Similarly, a module not being declared does not mean there is no impact in that stage.

Key concepts glossary (TR – EN)

Türkçe	English
yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD)	life cycle assessment (LCA)
yaşam döngüsü envanteri (LCI)	life cycle inventory (LCI)
yaşam döngüsü etki değerlendirmesi (LCIA)	life cycle impact assessment (LCIA)
yorumlama	interpretation
sistem sınırı	system boundary
kapıdan kapıya	gate-to-gate
beşikten kapıya	cradle-to-gate
beşikten mezara	cradle-to-grave
işlevsel birim	functional unit
referans akış	reference flow
beyan birimi	declared unit
birincil veri / ikincil veri	primary data / secondary data
tahsis	allocation
karakterizasyon	characterization
kritik etki noktası	hotspot
yük kaydırma	burden shifting
ürün karbon ayak izi	product carbon footprint (PCF, CFP)

kısmi ürün karbon ayak izi	partial carbon footprint of a product (partial CFP)
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
çevresel ürün beyanı (EPD)	Environmental Product Declaration (EPD)
ürün kategori kuralları (PCR)	product category rules (PCR)
tamamlayıcı ürün kategori kuralları (c-PCR)	complementary product category rules (c-PCR)
program operatörü	programme operator
bağımsız doğrulama	independent verification
eleştirel gözden geçirme	critical review
dijital ürün pasaportu	Digital Product Passport (DPP)
sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması (SKDM)	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)
çevresel ayak izi	Environmental Footprint (EF)

Sources and currency note

- ISO 14040:2006, *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*, Amd 1:2020. Confirmed on 17 June 2022 according to the ISO page. https://www.iso.org/standard/37456.html
- ISO 14044:2006, *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*, Amd 1:2017 and Amd 2:2020. Confirmed on 17 June 2022.
- ISO 14067:2018, *Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*. Confirmed in 2024, revision work under way (ISO/WD 14067.2). https://www.iso.org/standard/71206.html
- ISO 14025:2026, *Environmental statements and programmes for products — Environmental product declarations (EPDs)*, Edition 2, June 2026. ISO 14025:2006 (*Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures*) was withdrawn on 24 June 2026. https://www.iso.org/standard/87610.html
- ISO/TS 14027:2017, *Environmental labels and declarations — Development of product category rules*.
- ISO 21930:2017, *Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services*. https://www.iso.org/standard/61694.html
- EN 15804:2012+A2:2019 (AC:2021), *Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products*, CEN/TC 350.
- EN 16783, *Thermal insulation products — Product category rules (PCR) for factory-made and in-situ formed products for preparing environmental product declarations*, CEN/TC 88.
- EPD International AB, *General Programme Instructions for the International EPD System*, version 5.0.1 (27 February 2025). https://www.environdec.com
- International EPD System, *PCR 2019:14 Construction products (EN 15804+A2)*, version 2.0.1 (valid until 2030-04-07) and *2019:14-c-PCR-005 Thermal insulation products (EN 16783)* (valid until 2030-04-07). https://www.environdec.com/pcr-library
- Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), EPD programme. https://ibu-epd.com
- EPD Türkiye. https://epdturkey.org
- European Commission, *Recommendation (EU) 2021/2279 on the use of the Environmental Footprint methods*.
- European Parliament and Council, *Regulation (EU) 2024/3110 laying down harmonised rules for the marketing of construction products*, 27 November 2024.
- European Parliament and Council, *Regulation (EU) 2024/1781 establishing a framework for ecodesign requirements for sustainable products (ESPR)*.
- European Parliament and Council, *Directive (EU) 2024/825 as regards empowering consumers for the green transition*.
- European Parliament and Council, *Directive (EU) 2024/1275 on the energy performance of buildings*.
- SATSO-SUBÜ Training Program, Lesson 9 objectives and content description.

Currency note: Information is current as of September 2026. Standard versions, PCR validity dates and implementation timetables of EU regulations may change. In a real EPD or product carbon footprint study, ISO, CEN, programme operator and EU Official Journal sources must be checked again. The numerical examples in this material are training assumptions and are not real product data.