DERS 17: Uygulama 3: Taşıma, Hammadde, Atık ve Satın Alınan Hizmet Hesabı

Lesson 17: Application 3: Transport, Raw Material, Waste and Purchased Service Calculation

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	ISO 14064-1 Kategori 3 (ulaştırma) ve Kategori 4 (kuruluşun kullandığı ürün ve hizmetler) kaynakları için faaliyet verisinden tCO_2e sonucuna adım adım hesap: ton-km, kişi-km, hammadde, ambalaj, su, atık, satın alınan hizmet, eksik veri ve çifte sayım kontrolü
Örnek yılı	Birleşik Krallık 2026 faktörleri ve kurgusal tedarikçi verileri ile yöntem örneği (tüm sayılar eğitim verisidir, gerçek şirket verisi değildir)
İlgili dersler	Ders 15 (doğal gaz ve elektrik), Ders 16 (akaryakıt, araç, soğutucu ve yangın gazı), Ders 18 (ISO 14064-1 raporu ve doğrulama)
Bilgi güncelliği	Eylül 2026

Öğrenme çıktıları

Bu materyali tamamlayan katılımcı şunları yapabilir:

- Dolaylı emisyon kaynağını ISO 14064-1 Kategori 3 ya da Kategori 4 olarak sınıflandırır ve GHG Protocol Kapsam 3 numaralarını ISO numaralarıyla karıştırmaz.
- Taşımacılık verisini ton, mesafe ve mod olarak hazırlar, ton-km ve kişi-km faaliyet verisini hesaplar.
- Hammadde, ambalaj, su, atık ve hizmet için faaliyet verisini uygun faktörle eşleştirir ve birim iptalini her satırda gösterir.
- Bir faktörün sistem sınırını, yılını, coğrafyasını, birimini ve KIP temelini kontrol eder.
- Tedarikçi PCF veya EPD verisinin kurumsal envantere uygun olup olmadığını test eder.
- Atık hesabında atık türü ile gerçek işlem rotasını birlikte değerlendirir.
- Harcama temelli yöntemin sınırlarını açıklar ve eksik veriyi sıfır yazmadan belgelenmiş varsayımla yönetir.
- Çifte sayım risklerini bulur ve sık yapılan on hatayı düzeltir.

1. Dolaylı emisyonda zorluk formül değil, sınırdır

Ders 15 ve Ders 16'da büyük ölçüde kuruluşun kendi kayıtlarıyla çalıştık. Bu derste veri zinciri kuruluş sınırının dışına taşır. Tedarikçi üretimi, dış lojistik, personel servisi, su, atık ve bakım hizmeti gibi kaynaklarda emisyon başka bir kuruluşta oluşur.

Bu materyalde bu kaynakların, kuruluşun önceden belirlediği önemlilik kriterleri sonucunda önemli dolaylı emisyon olarak seçildiği varsayılır. Yani bütün dolaylı kaynakların aynı ayrıntıda hesaplanması gerektiği öğretilmez. Seçilmiş önemli kaynakların nasıl nicelendirileceği gösterilir.

Ana güçlük formül değil, faaliyet verisi ile faktörün aynı şeyi temsil etmesini sağlamaktır. Hammadde faktörü tedarikçi kapısında bitiyorsa fabrikaya taşıma Kategori 3'te ayrıca hesaplanabilir. Faktör teslimatı da kapsıyorsa aynı taşıma yeniden eklenmez.

Her hesap aynı sırayla ilerler:

1. Faaliyet verisi, kategori ve birimi belirle.
2. Faktörün sistem sınırını, yılını, coğrafyasını, teknolojisini ve KIP temelini kontrol et.
3. Hesabı yap ve birim iptalini göster.
4. Çifte sayım, veri kalitesi ve belirsizliği değerlendir.

1.1 Kaynakların ISO 14064-1 kategorileri

Kaynak	Bu derste örnek	ISO 14064-1 kategorisi

Üçüncü taraf girdi taşımacılığı	80 ton hammadde, 450 km	Kategori 3 (ulaştırmadan kaynaklanan dolaylı emisyonlar)
Personel servisi	35 çalışan, taşeron hizmeti	Kategori 3
Hammadde	200 ton polipropilen	Kategori 4 (kuruluşun kullandığı ürünlerden kaynaklanan dolaylı emisyonlar)
Ambalaj	12 ton karton	Kategori 4
Şebeke suyu ve dış atıksu arıtma	5.000 m³ ve 4.000 m³	Kategori 4
Atık bertarafı	20 ton düzenli depolama	Kategori 4
Atık taşıması	Kuruluşun seçtiği yönteme göre	Kategori 3 ya da Kategori 4, yalnızca birinde sayılır
Bakım hizmeti	300 servis ziyareti	Kategori 4

Kuruluşun kendi kontrolündeki araçla yaptığı taşıma doğrudan emisyondur (Kategori 1, Ders 16). Bu dersteki taşıma ve servis örnekleri üçüncü taraf hizmettir.

> **Dikkat: ISO kategori numaraları ile GHG Protocol Kapsam 3 numaraları aynı değildir.** GHG Protocol'de satın alınan ürün ve hizmetler Kapsam 3 Kategori 1, yukarı yönlü taşıma Kategori 4, faaliyetlerde oluşan atık Kategori 5, çalışanların işe gidiş gelişi Kategori 7'dir. ISO 14064-1'de ise taşıma Kategori 3, satın alınan ürün ve hizmetler Kategori 4'tür. Raporda hangi çerçevenin kullanıldığını açıkça yazın ve numaraları birbirinin yerine kullanmayın.

2. Örnek veri seti ve hesap sınırı

Aşağıdaki tüm değerler yöntem örneği içindir. Bunlar eğitim verisidir, gerçek şirket verisi ya da zorunlu değer değildir. Birleşik Krallık faktörleri yalnızca veri yapısını ve hesap mantığını göstermek için seçilmiştir.

Kalem	Faaliyet verisi	Faktör	Faktörün kaynağı ve notu
Girdi taşımacılığı	80 t × 450 km	0,10356 kg CO_2e/ton-km	UK Government GHG Conversion Factors 2026, Freighting goods, HGV (all diesel), ortalama doluluk. Eğitim varsayımı, Türkiye faktörü değildir
Personel servisi	35 kişi × 44 km/gün × 220 gün	0,03948 kg CO_2e/kişi-km	UK 2026, coach (şehirlerarası otobüs). Eğitim varsayımı, Türkiye faktörü değildir
Hammadde (polipropilen)	200 t	1,85 tCO_2e/t	Kurgusal tedarikçi PCF (beşikten tedarikçi kapısına). Eğitim varsayımı
Ambalaj (karton)	12 t	1.198,23866 kg CO_2e/t	UK 2026, Material use, board, primary material production
Şebeke suyu	5.000 m³	0,19130 kg CO_2e/m³	UK 2026, water supply
Dış atıksu arıtma	4.000 m³	0,17088 kg CO_2e/m³	UK 2026, water treatment
Atık (düzenli depolama)	20 t	520,58023 kg CO_2e/t	UK 2026, commercial and industrial waste, landfill
Bakım hizmeti	300 ziyaret	18 kg CO_2e/ziyaret	Kurgusal tedarikçi faktörü. Eğitim varsayımı

Faktörlerin tam ondalık değerleri hesapta korunur. Yuvarlama yalnızca son adımda yapılır.

Bu derste şunlar hesaba katılmaz:

- Doğal gaz, elektrik, doğrudan yakıt ve kaçak gaz hesapları (Ders 15 ve Ders 16).
- Satılan ürünlerin kullanım ve yaşam sonu emisyonları.
- EPD ve PCF oluşturma yöntemi. Yalnızca kurumsal envanterde doğru kullanım kontrolleri gösterilir.
- ISO 14064-1 rapor biçimi ve doğrulama prosedürü (Ders 18).
- Harcama temelli hizmet hesabı için Türkiye'ye ait TL bazlı bir emisyon çarpanı. Böyle bir çarpan bu materyalde verilmez.

Dikkat: Birleşik Krallık faktörleri Türkiye faktörü değildir. UK Government faktörleri Birleşik Krallık faaliyetleri için yayımlanır. Araç filosu, yakıt, şebeke ve su şirketi yapısı Türkiye'den farklıdır. Gerçek envanterde önce tedarikçiye özgü veriyi, sonra uygun Türkiye, ulusal ya da sektörel veriyi değerlendirin.

Dikkat: Hazır CO_2e faktörlerinin hepsi aynı KIP setine dayanmaz. 2026 metodolojisinde faktör gruplarının KIP temelleri farklıdır. Kullandığınız faktörün KIP temeli veri kalite kaydında ayrıca tutulmalıdır. Bu materyaldeki örnekleri toplayıp tek bir envanter rakamı gibi sunmayın (bkz. Bölüm 15).

Güncel durum (Eylül 2026): UK Government GHG Conversion Factors 2026, 11 Haziran 2026'da yayımlanmıştır. Flat file 31 Temmuz 2026'da, bazı sıfır görünen değerleri düzeltmek için güncellenmiştir (değişiklik hibrit araç ve otel konaklaması gibi satırları etkiler, bu derstekileri etkilemez). Yayımlanan resmî değişiklik raporuna göre su, atık ve malzeme kullanımı gruplarında büyük değişiklik yoktur. Buna karşılık coach faktörü düzeltilmiş doluluk verisi nedeniyle yaklaşık %42 ile %43 artmıştır. Bu yüzden eski yıllardan kalan bir coach faktörünü 2026 değeriyle karıştırmayın.

3. Taşımacılık verisini hazırlamak: ton, mesafe, mod

Örnek Sanayi A.Ş. yıl içinde bir tedarikçiden 80 ton hammadde alıyor. Malzeme tesise 450 km uzaklıktan üçüncü taraf kamyonla geliyor. Ton-km hesabı için iki fiziksel bilgi yeterlidir: taşınan yük ve o yükün taşındığı mesafe. Doğru faktörü seçmek için taşıma modu ve mümkünse araç sınıfı da gerekir.

```
ton-km = taşınan yükün tonu × yükün taşındığı mesafe (km)
```

Sık yapılan hatalar:

- Kamyonun azami kapasitesini taşınan gerçek miktar sanmak. 20 ton kapasiteli kamyon her seferde 20 ton taşımamış olabilir.
- Sevkiyatların toplam kilometresi ile yük-kilometreyi karıştırmak. Bir kamyonun kapasitesi ya da toplam rota mesafesi tek başına ton-km değildir.
- Faktörün birimini kontrol etmemek. kg CO_2e/ton-km ile kg CO_2e/araç-km farklı büyüklüklerdir. Birbirine dönüştürmeden kullanılmaz.

Veri dosyasında her sevkiyat için şu alanlar tutulabilir: tarih, tedarikçi, malzeme, tonaj, başlangıç ve bitiş noktası, mesafe, taşıma modu ve taşıyıcı. Mesafe taşıyıcı belgesinden gelmiyorsa kullanılan harita ya da rota kaynağı da kaydedilir.

- **Mesafe:** Kuş uçuşu mesafe kullanmayın. Gerçek karayolu rotası ya da taşıyıcının beyan ettiği sevk mesafesi daha uygundur.
- **Çok modlu taşıma:** Sevkiyat birden fazla aktarma ya da mod içeriyorsa her bacak ayrı satır olarak tutulur. Örneğin kamyonla limana, gemiyle başka ülkeye, yeniden kamyonla tesise gelen malzeme tek bir karayolu faktörüyle hesaplanmaz.
- **Kontrol sınırı:** Taşımayı kuruluşun kendi aracı yapıyorsa emisyon doğrudandır. Üçüncü taraf lojistik hizmeti bu derste Kategori 3 ulaştırma emisyonu olarak ele alınır.

4. Ton-km uygulaması: girdi taşıması

Adım 1: Faaliyet verisi

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
80	ton	× 450 km (ton ve km birimleri çarpım olarak ton-km olur)	36.000 ton-km

Adım 2: Emisyon

Faktör olarak UK 2026 şirket raporlama setindeki, ağır yük araçları (HGV, tümü dizel) için ortalama doluluk koşuluna ait doğrudan işletme faktörü kullanılır: 0,10356 kg CO_2e/ton-km.

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
36.000	ton-km	× 0,10356 kg CO_2e/ton-km (ton-km iptal olur)	3.728,16 kg CO_2e
3.728,16	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**3,728 tCO_2e**

```
80 t × 450 km = 36.000 ton-km
36.000 ton-km × 0,10356 kg CO₂e/ton-km = 3.728,16 kg CO₂e = 3,728 tCO₂e
```

Girdi taşıması (Kategori 3, yöntem örneği) sonucu: **3,728 tCO_2e**.

> **Dikkat: Bu faktör Birleşik Krallık araç filosunu ve kullanım koşullarını temsil eden bir eğitim örneğidir.** Türkiye için varsayılan ulusal faktör değildir. Türkiye operasyonunda kullanılacaksa taşıyıcıya özgü ya da uygun ulusal veri değerlendirilmelidir.

> **Sınır kontrolü: doğrudan işletme faktörü ile yukarı yönlü yakıt etkisi.** Bu yük taşımacılığı faktörü aracın doğrudan işletme emisyonunu temsil eder. Yakıtın çıkarılması, rafinerisi ve dağıtımı gibi yukarı yönlü etkiler UK setinde ayrı faktör grubundadır (WTT). Bu etkileri de hesaba katmak istiyorsanız kuruluşunuzun sınır kararına göre ayrıca ve bilinçli ekleyin. Zaten yukarı yönlü etkiyi içeren daha geniş bir yaşam döngüsü faktörü kullanıyorsanız aynı etkiyi ikinci kez eklemeyin.

Ne zaman ton-km ortalaması yerine başka veri kullanılır?

- Özel bir kamyonun gidiş dönüş araç kilometresi ve gerçek yakıt tüketimi biliniyorsa taşıyıcıya özgü veri ortalama faktörden daha temsil edici olabilir.
- Aynı rotada çok sayıda sevkiyat varsa her sevkiyat ayrı hesaplanıp toplanabilir. Tonaj ve mesafe gerçekten aynıysa toplulaştırmak da mümkündür.
- Farklı araç sınıfları ya da farklı doluluk koşulları varsa tek bir ortalama faktör bütün sevkiyatlara uygulanmaz.
- Soğutmalı taşıma ayrı bir sınıftır. Soğutma enerjisi ve ekipmanı faktör değerini değiştirir.

5. Personel servisi ve kişi-km

Personel servisinde aynı mantık kişi-km'ye uyarlanır. Örnekte 35 çalışan servisi kullanıyor. Kişi başına günlük toplam gidiş dönüş mesafesi 44 km, yılda 220 iş günü vardır.

Adım 1: Faaliyet verisi

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
35	kişi	× 44 km/gün × 220 gün (kişi ve gün birimleri kişi-km olarak kalır)	338.800 kişi-km

Adım 2: Emisyon

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
338.800	kişi-km	× 0,03948 kg CO_2e/kişi-km (kişi-km iptal olur)	13.375,824 kg CO_2e
13.375,824	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**13,376 tCO_2e**

```
35 × 44 × 220 = 338.800 kişi-km
338.800 × 0,03948 = 13.375,824 kg CO₂e = 13,376 tCO₂e
```

Personel servisi (Kategori 3, yöntem örneği) sonucu: **13,376 tCO_2e**.

> **Dikkat: Faktörün araç türü servisle uyuşmalıdır.** Bu örnekte coach (şehirlerarası otobüs) faktörü yalnızca yöntemi göstermek için seçilmiştir. Gerçek servis midibüs ya da minibüs ise uygun araç sınıfı faktörü ya da taşeronun kendi verisi değerlendirilmelidir.

> **Dikkat: Kişi-km her zaman en iyi veri değildir.** Servis firması gerçek yakıt tüketimini, araç kilometresini, araç tipini ve sefer sayısını güvenilir biçimde verebiliyorsa bu veri ortalama kişi-km faktöründen daha temsil edici olabilir.

Katılımcı sayısına dikkat. Servis kapasitesi 40 kişi diye her gün 40 kişinin seyahat ettiğini varsaymayın. Mümkünse turnike, servis listesi, anket ya da taşıyıcı kaydıyla fiili katılımı belirleyin. Eksik günleri sıfır kabul etmek yerine belgelenmiş bir tahminle tamamlayın.

6. Hammadde: tedarikçiye özgü ürün verisi

Hammadde tarafında veri kalitesi yükseldiğinde hesap basitleşebilir. Örnek Sanayi A.Ş. 200 ton polipropilen satın alıyor. Kurgusal tedarikçi aynı ürün için beşikten tedarikçi kapısına ürün karbon ayak izini ton ürün başına 1,85 tCO_2e olarak bildirmiş olsun.

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
200	t ürün	× 1,85 tCO_2e/t ürün (t ürün iptal olur)	**370 tCO_2e**

```
200 t × 1,85 tCO₂e/t = 370 tCO₂e
```

Hammadde (Kategori 4, kurgusal tedarikçi verisi) sonucu: **370 tCO_2e**.

> **Dikkat: 1,85 tCO_2e/t değeri gerçek bir piyasa faktörü değildir.** Tedarikçiye özgü veri kullanımını öğretmek için kurgusal bir eğitim varsayımıdır.

Bu sayıyı kullanmadan önce belgenin başlığına değil içeriğine bakın:

- Ürün sınıfı ve reçetesi satın aldığımız ürünle aynı mı?
- Beyan edilen birim ton ürün mü?
- Veri hangi yılı ve coğrafyayı temsil ediyor?
- Elektrik ve geri dönüştürülmüş içerik varsayımları neler?
- Tahsis yöntemi açıklanmış mı? Bağımsız doğrulama var mı?
- Sistem sınırı nedir? Faktör tedarikçi kapısında mı bitiyor, yoksa müşteriye teslim taşımasını da içeriyor mu?

Sistem sınırı en kritik sorudur. Teslim taşıması dahilse Bölüm 4'teki aynı sevkiyat Kategori 3'e tekrar eklenemez.

Tedarikçiye özgü veri avantaj ve risk taşır. Avantajı genel sektör ortalamasındaki teknoloji farklarını azaltmasıdır. Riski, verinin bazen yalnızca fabrikanın enerji kullanımını içermesidir. Hammadde üretimi, satın alınan elektrik, proses emisyonları ya da yukarı yönlü girdiler eksik bırakılmış olabilir. Bu nedenle tedarikçiye özgü ifadesi tek başına tam beşikten tedarikçi kapısına kapsam anlamına gelmez.

7. Ambalaj: ortalama veri yöntemi

Tedarikçiye özgü veri her kalemde bulunmayabilir. Bu durumda fiziksel miktar uygun ortalama malzeme faktörüyle eşleştirilir. Örnekte 12 ton karton ambalaj vardır. Faktör UK 2026 malzeme kullanımı setindeki board, primary material production kaydıdır: 1.198,23866 kg CO_2e/t.

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
12	t	× 1.198,23866 kg CO_2e/t (t iptal olur)	14.378,86392 kg CO_2e
14.378,86392	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**14,379 tCO_2e**

```
12 t × 1.198,23866 kg CO₂e/t = 14.378,86392 kg CO₂e = 14,379 tCO₂e
```

Ambalaj (Kategori 4, ortalama veri, yöntem örneği) sonucu: **14,379 tCO_2e**.

> **Dikkat: Faktörün sistem sınırını etiketten varsaymayın.** UK malzeme kullanımı faktörlerinin sınırı ham madde çıkarımı, birincil işleme, imalat ve satış noktasına kadar taşımayı kapsayacak biçimde tanımlanır. Ham madde çıkarımı, işleme, imalat ve ilgili taşıma aşamalarından hangilerinin içeride olduğunu veri kaynağından kontrol edin. Ayrı bir taşıma ya da işleme satırı eklerken çakışmayı önleyin.

> **Dikkat: Karton gibi biyojenik içerik taşıyan ürünlerde biyojenik karbon muhasebesi veri kaynakları arasında farklılaşabilir.** İki CO_2e faktörünü karşılaştırırken bu yaklaşımı da kontrol edin.

Bu UK ortalaması Türkiye üretim karışımı değildir. Gerçek envanterde tedarikçiye özgü, uygun Türkiye ya da sektörel veya coğrafi ve teknolojik olarak daha uygun ikincil veri varsa temsil gücünü karşılaştırın.

8. EPD ve PCF: dosyayı bulmak yetmez, uygunluğunu test edin

Bir EPD ya da ürün karbon ayak izi belgesi bulmak, verinin kurumsal envantere otomatik olarak uygun olduğu anlamına gelmez. Şu kontrolleri yapın:

Kontrol	Soru
Birim	Satın alma verisindeki birim ile beyan edilen ya da işlevsel birim aynı mı? Belge 1 m² ürün için sonuç veriyorsa ton satın alma verisiyle doğrudan çarpılamaz
Ürün eşleşmesi	Belgedeki ürün ve ürün sınıfı satın aldığımız ürünle aynı mı?
Sistem sınırı	Yalnız üretim aşamaları mı, tedarikçi kapısına kadar olan süreç mi, teslimat ve başka yaşam döngüsü aşamaları da var mı?
Coğrafya ve yıl	Veri hangi ülke ve yılı temsil ediyor?
Tahsis	Ortak ürünler arasında emisyon nasıl paylaştırılmış?
Doğrulama	Bağımsız doğrulama var mı?
KIP temeli	Hazır CO_2e sonucunun KIP temeli biliniyor ve kayıt altına alınıyor mu?

Teslimat taşıması belgenin sınırı içindeyse aynı taşıma Kategori 3'te tekrar hesaplanmaz.

> **Dikkat: Module D gibi sistem sınırı dışındaki potansiyel faydalar otomatik düşülmez.** EPD'de Module D bilgisi, satın alınan ürünün A1-A3 ya da eşdeğer üretim emisyonundan çıkarılacak bir kredi değildir. Amaç modülleri ezberlemek değil, envantere aldığınız sayının hangi ürünü, birimi ve sınırı temsil ettiğini kanıtlayabilmektir.

9. Su ve dış atıksu arıtma hizmeti

Örnekte 5.000 m³ şebeke suyu satın alınıyor ve 4.000 m³ atıksu dışarıdaki arıtma hizmetine gidiyor. Emisyon başka bir hizmet sağlayıcıda oluştuğundan bu iki kalem Kategori 4 hizmet emisyonu olarak değerlendirilebilir.

Kalem	Değer	Birim	İşlem	Sonuç
Su temini	5.000	m³	× 0,19130 kg CO_2e/m³ (m³ iptal olur)	956,50 kg CO_2e
Dış atıksu arıtma	4.000	m³	× 0,17088 kg CO_2e/m³ (m³ iptal olur)	683,52 kg CO_2e
Toplam			956,50 + 683,52	1.640,02 kg CO_2e
Toplam (ton)	1.640,02	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**1,640 tCO_2e**

```
5.000 m³ × 0,19130 = 956,50 kg CO₂e
4.000 m³ × 0,17088 = 683,52 kg CO₂e
Toplam = 1.640,02 kg CO₂e = 1,640 tCO₂e
```

Su ve dış atıksu (Kategori 4, yöntem örneği) sonucu: **1,640 tCO_2e**.

Dikkat: Kuruluş kendi arıtma tesisini kontrol ediyorsa doğrudan CH_4 ve N_2O başka bir hesap yoludur. Kuruluşun kendi kontrolündeki atıksu arıtma prosesindeki doğrudan emisyonları Kategori 4'e taşımayın.

Dikkat: Dış hizmet faktörünü yalnız fiziksel arıtma prosesi sanmayın. UK su faktörlerinin tanımı, su şirketinin ofis ve taşıma gibi işletme etkilerini de içerebilir. Aynı etkileri başka bir satırda tekrar eklemeyin. Bu faktörler Türkiye hizmet yoğunluğu değildir.

KIP temeli örneği. UK 2026 metodoloji raporu Tablo 1'de su temini ve arıtma faktör grubunun KIP temelini AR4 olarak listeler. Bu, 2026 hazır CO_2e faktörlerinin tamamını AR6 ya da tek bir set kabul etmemeniz gerektiğinin somut bir örneğidir. Kullandığınız grubun temelini her yıl Tablo 1'den kayıt altına alın.

10. Atık: miktar kadar bertaraf rotası da önemlidir

Atık hesabında yalnız tonaj yetmez. Atık türü ile gerçek bertaraf ya da geri kazanım rotası birlikte bilinmelidir. Atık = tek faktör yaklaşımı kullanılmaz. Örnek Sanayi A.Ş. 20 ton ticari ve endüstriyel atığı düzenli depolamaya gönderiyor.

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
20	t	× 520,58023 kg CO_2e/t (t iptal olur)	10.411,6046 kg CO_2e
10.411,6046	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**10,412 tCO_2e**

```
20 t × 520,58023 kg CO₂e/t = 10.411,6046 kg CO₂e = 10,412 tCO₂e
```

Atık bertarafı (Kategori 4, düzenli depolama, yöntem örneği) sonucu: **10,412 tCO_2e**.

Metodoloji tuzağı: UK atık faktörleri tam yaşam döngüsü karşılaştırması için tasarlanmış tek tip faktörler değildir. Bertaraf faktörleri özel muhasebe ve sistem sınırlarına sahiptir. Seçilen rotaya göre toplama ve taşıma gibi etkiler faktör sınırının içinde bulunabilir. Aynı taşıma ayrıca eklenirse çifte sayım oluşur.

Dikkat: Düşük bir geri dönüşüm faktörü geri dönüşümün toplam iklim faydası demek değildir. Faktörlerin çoğu yalnız toplama ve işlem noktasına teslim emisyonunu temsil edebilir. Bu değeri geri dönüşümün toplam emisyonu ya da otomatik bir kaçınılan üretim kredisi gibi yorumlamayın. Geri dönüşüm kredisini otomatik düşmeyin.

Kanıt zinciri:

- Atık taşıyıcısının fişi, kantar kaydı ve bertaraf ya da geri kazanım belgesi aynı atık akışını desteklemelidir.
- Geri dönüşüme gönderildi ifadesi atığın tamamının gerçekten geri dönüştürüldüğünü kanıtlamaz. Tesisin kabul ettiği işlem rotası ve mümkünse doğrulanmış işlem bilgisi kaydedilmelidir.
- Karışık atıkta bileşim bilinmiyorsa kullanılan ortalama faktörün belirsizliği ayrıca işaretlenmelidir.

Güncel durum (Eylül 2026): UK 2026 değişiklik raporuna göre atık bertarafı gruplarında büyük değişiklik yoktur. Bu materyaldeki düzenli depolama değerinin tam olarak 2026 tablosundan okunması için resmî flat file kontrol edilmelidir. Gerçek envanterde faktörün yılını ve sürümünü kayıt altına alın.

11. Atık taşıması: Kategori 3 mü, Kategori 4 mü?

Atık taşıması kategori sınırlarını öğretmek için iyi bir örnektir. TSE'nin ISO 14064-1 eğitim materyaline göre atıkların taşınmasından kaynaklanan emisyonlar, kullanılan sınıflandırmaya göre atık hizmeti içinde ya da ulaştırma kaynaklı dolaylı emisyonlar altında ele alınabilir. Amaç tek doğru kutuyu ezberletmek değildir. Kuruluş kendi metodolojisini belirledikten sonra aynı taşıma yalnızca bir yerde sayılmalıdır.

Durum	Doğru yaklaşım

Yüklenicinin kapsamlı hizmet faktörü atığın tesisten alınmasını ve bertaraf tesisine taşınmasını içeriyor	Aynı kilometreyi Kategori 3'e tekrar eklemeyin
Bertaraf faktörü yalnız işlem tesisindeki emisyonu kapsıyor, taşıma hariç	Nakliye ayrıca hesaplanabilir (Kategori 3 ya da Kategori 4'te, tek yerde)

Tutarlılık. Bir yıl atık taşımalarını Kategori 3'e, sonraki yıl aynı hizmeti Kategori 4'e taşırsanız toplam değişmese bile kategori trendleri bozulur. Sınıflandırma yaklaşımını ve değişiklik varsa gerekçesini raporlayın.

12. Satın alınan hizmet: tedarikçiye özgü faktör

Satın alınan hizmette doğal fiziksel birim bulmak zor olabilir. Bakım yüklenicisinin metodolojisi belgelenmiş ve ziyaret başına 18 kg CO_2e faktör sağladığını varsayalım. Böyle bir faktör, hizmete tahsis edilmiş yıllık tedarikçi emisyonunun yıllık servis ziyareti sayısına bölünmesiyle üretilebilir. Paya giren emisyonlar ve tahsis anahtarı açıklanmalıdır.

Değer	Birim	İşlem	Sonuç
300	ziyaret	× 18 kg CO_2e/ziyaret (ziyaret iptal olur)	5.400 kg CO_2e
5.400	kg CO_2e	÷ 1.000 kg/t	**5,4 tCO_2e**

```
300 ziyaret × 18 kg CO₂e/ziyaret = 5.400 kg CO₂e = 5,4 tCO₂e
```

Bakım hizmeti (Kategori 4, kurgusal tedarikçi verisi) sonucu: **5,4 tCO_2e**.

> **Dikkat: 18 kg CO_2e/ziyaret tamamen kurgusaldır ve yalnızca yöntemi göstermek içindir.** Gerçek piyasa faktörü değildir.

Faktörün sınırını yazılı olarak okuyun:

- Teknisyen seyahati ve yedek parçalar dahil mi?
- Merkez ofis enerjisi nasıl tahsis edilmiş?
- Sonuç tam hizmet ayak izi mi, yoksa tedarikçinin yalnız Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonlarının şirket payı mı? Bunlar aynı şeyi ölçmez.
- Yöntem, tahsis, yıl, sistem sınırı ve hazır CO_2e sonucunun KIP temeli açıklanmış mı?

13. Veri yöntemi seçimi: tedarikçi, ortalama, harcama

Satın alınan ürün ve hizmetlerde tek bir veri yöntemi yoktur. GHG Protocol Kapsam 3 hesap rehberi tedarikçiye özgü, hibrit, ortalama veri (fiziksel) ve harcama temelli yöntemleri tanımlar.

Temsil gücü için pratik değerlendirme sırası:

1. Tedarikçi bizim satın aldığımız ürün ya da hizmete özgü, sınırı ve metodolojisi açık veri sağlayabiliyor mu?
2. Değilse uygun Türkiye, ulusal ya da sektörel veri var mı?
3. O da yoksa coğrafi ve teknolojik olarak faaliyeti iyi temsil eden güvenilir ikincil veri bulunabilir mi?
4. Son aşamada, sınırları açıkça belirtilerek uluslararası ikame veri kullanılabilir.

Bu sıra ISO'nun zorunlu, katı bir hiyerarşisi değildir. Amaç faaliyeti en iyi temsil eden, izlenebilir veriyi seçmektir. Hangi aşamada olursanız olun sistem sınırı, yıl, birim, KIP temeli ve veri kalitesi ayrıca kontrol edilir.

Yöntem	Faaliyet verisi	Ne zaman	Dikkat
Tedarikçiye özgü	Ürün ya da hizmet başına tedarikçi faktörü	Tedarikçi sınırı ve metodolojisi belgeli veri veriyor	Kapsam tam beşikten kapıya mı, yoksa kısmi mi?
Ortalama veri (fiziksel)	ton, m^3, ton-km, kişi-km, ziyaret	Fiziksel miktar biliniyor	Coğrafya, teknoloji ve sınır uyumu
Harcama temelli	Satın alma tutarı (para birimi)	Veri eksik, hızlı tarama gerekiyor	Fiyat, kur, enflasyon ve sektör eşlemesi sonucu güçlü etkiler

Harcama temelli yöntemin sınırı. Yöntem satın alma tutarını ekonomik sektör emisyon yoğunluğuyla çarpar. Fiyat artışı, kur, enflasyon ve sektör sınıflandırması sonucu değiştirir. Aynı fiziksel ürüne daha fazla para ödemek emisyonun aynı oranda arttığı anlamına gelmez.

Basit bir gösterim: aynı miktar ve aynı hizmet için ödenen tutar fiyat artışıyla 100 birimden 115 birime çıkmış olsun. Faktör değişmezse harcama temelli sonuç 115 ÷ 100 = 1,15 kat, yani %15 artar. Fiziksel faaliyet aynı kaldığı hâlde envanter emisyonu yükselmiş görünür. Yıllar arası karşılaştırmada bu etki enflasyon ve para birimi düzeltmesi yapılmadan yorumlanamaz. Faktörün para birimi ve fiyat yılı, harcamanın para birimi ve fiyat yılıyla uyuşmalıdır.

> **Dikkat: Harcama temelli sonucu fiziksel hesapla aynı kesinlikte sunmayın.** Bu materyalde harcama temelli hizmet hesabı için Türkiye'ye ait TL bazlı bir emisyon çarpanı verilmez. Gerçek bir çalışmada kullanılacak çarpan, asıl kaynak sayfasından para birimi, fiyat yılı ve sektör eşlemesiyle birlikte alınmalıdır.

Veri geliştirme planı, hem emisyonu yüksek hem de belirsizliği yüksek kalemleri önceliklendirmelidir.

14. Eksik veri ve varsayım yönetimi

Dolaylı emisyon envanterinde eksik veri neredeyse kaçınılmazdır. Sorun eksik verinin olması değil, görünmez biçimde sıfıra çevrilmesidir. **Eksik veriyi sıfır yazmayın.**

Örnek. Bölüm 4'teki 80 tonluk girdi taşıması on iki ay boyunca eşit aylık sevkiyatlarla (80 ÷ 12 = 6,667 t/ay) gelsin ve 12 aylık lojistik kayıtlarının iki ayında mesafe bilgisi eksik olsun. Aynı tedarikçi, aynı çıkış ve aynı tesis rotası tekrar ediyorsa doğrulanmış diğer sevkiyatların mesafesini (450 km) ikame veri olarak kullanmak makuldür. Farklı tedarikçinin mesafesini gelişigüzel kopyalamak doğru değildir.

Adım	Hesap	Sonuç
Aylık ton-km (ikame mesafeyle)	6,667 t × 450 km	3.000 ton-km/ay
Aylık emisyon	3.000 × 0,10356	310,68 kg CO_2e/ay
Tahmin edilen kısım (2 ay)	2 × 310,68	621,36 kg CO_2e
Yıllık toplam	12 × 310,68	3.728,16 kg CO_2e
Tahmin payı	621,36 ÷ 3.728,16	%16,7

Her tahmin satırında en az üç şey kaydedin: kullanılan ikame veri, neden uygun olduğu ve toplam sonucun ne kadarını tahminlerin oluşturduğu. Yüksek emisyonlu bir hammaddenin %40'ı ikame faktörle hesaplanıyorsa bu, küçük bir ofis hizmetindeki %40 eksikten daha önemlidir.

Duyarlılık kontrolü. Artı ve eksi %20 yalnızca örnek bir duyarlılık bandıdır, istatistiksel güven ya da belirsizlik aralığı değildir. Yukarıdaki ikame mesafeyi bu bantta değiştirirsek tahmin edilen kısım 621,36 kg CO_2e ± 124,27 kg CO_2e olur. Yıllık toplam 3.603,89 ile 3.852,43 kg CO_2e arasında kalır, yani toplam yaklaşık ±%3,3 değişir. Bu kalem için ikame veri önceliği düşüktür. Aynı bandı 200 tonluk polipropilen örneğine uygularsak 370 tCO_2e sonucu 296 ile 444 tCO_2e arasına gider (±74 tCO_2e). Veri iyileştirmede öncelik bu kalemde olur. Faktör ya da faaliyet verisi için gerçek, belgelenmiş bir belirsizlik bilgisi varsa keyfi %20 yerine o bilgi kullanılmalıdır.

Eksik verinin türünü ayırın:

- Faaliyet miktarı eksik olabilir.
- Miktar vardır ama taşıma mesafesi yoktur.
- Faaliyet verisi tamdır ama emisyon faktörü uygun değildir.

Bu üç durumda aynı ikame veri yaklaşımı kullanılmaz. Tahmin edilen veri oranını yıllar boyunca izlemek, envanter kalitesinin gerçekten iyileşip iyileşmediğini gösterir. Belirsizlik hesabı bırakma gerekçesi değildir, ama belirsizliği saklamak da doğru değildir.

15. Sonuçların yorumu: örnekler neden tek rakamda toplanmadı

Kalem	Kategori	Faaliyet verisi	Faktör türü	Sonuç (tCO_2e)
Girdi taşıması	3	36.000 ton-km	UK 2026 ikincil, doğrudan	3,728
Personel servisi	3	338.800 kişi-km	UK 2026 ikincil	13,376
Hammadde (polipropilen)	4	200 t	Kurgusal tedarikçi PCF	370,000
Ambalaj (karton)	4	12 t	UK 2026 ikincil	14,379
Su ve dış atıksu	4	5.000 m^3 ve 4.000 m^3	UK 2026 ikincil	1,640
Atık (düzenli depolama)	4	20 t	UK 2026 ikincil	10,412

Bakım hizmeti	4	300 ziyaret	Kurgusal tedarikçi	5,400

Tablo satırları karşılaştırma içindir, bir toplam satırı bilerek yoktur.

> **Dikkat: Bu sonuçları tek bir rakamda toplayıp Örnek Sanayi A.Ş. için toplam dolaylı emisyon diye sunmayın.** Taşıma, su, atık ve ambalaj örneklerinde Birleşik Krallık 2026 ikincil faktörleri, hammadde ve bakım hizmetinde kurgusal tedarikçi verileri kullanılmıştır. Farklı coğrafya, yıl, KIP temeli ve sistem sınırlarından seçilmiş eğitim faktörlerini uyumluluğu kontrol etmeden toplamak dersin kalite kurallarına aykırıdır. Gerçek envanterde her kalem için faktör kaydı tutulur ve toplama ancak uyumluluk değerlendirmesinden sonra yapılır.

Tabloda göze çarpan bir nokta: kurgusal polipropilen kalemi diğerlerinden çok büyüktür. Bu, gerçek bir pazar ilişkisini göstermez. Yine de gerçek envanterde yüksek emisyonlu ve düşük veri kaliteli kalemler, veri geliştirme planının ilk sırasına konur. Bu sonuçların ISO 14064-1 envanter raporuna taşınması Ders 18'in konusudur.

16. Python ile doğrulama

Aşağıdaki kod bu materyaldeki tüm sayıları yeniden hesaplar.

```
from decimal import Decimal as D

# Ton-km
ton_km = D(80) * D(450)                      # 36000
tasima_kg = ton_km * D(10356) / D(10**5)           # 3728.16 kg

# Kisi-km
kisi_km = D(35) * D(44) * D(220)             # 338800
servis_kg = kisi_km * D(3948) / D(10**5)           # 13375.824 kg

# Hammadde
pp_t = D(200) * D(185) / D(100)                    # 370 t

# Ambalaj
karton_kg = D(12) * D(119823866) / D(10**5)          # 14378.86392 kg

# Su
su_kg = D(5000) * D(1913) / D(10**4)               # 956.5 kg
atiksu_kg = D(4000) * D(17088) / D(10**5)           # 683.52 kg

# Atik
atik_kg = D(20) * D(52058023) / D(10**5)             # 10411.6046 kg

# Hizmet
bakim_kg = D(300) * D(18)                    # 5400 kg

# Eksik veri ornegi
aylik_kg = (D(80) / D(12)) * D(450) * (D(10356) / D(10**5))   # 310.68
tahmin = 2 * aylik_kg                                # 621.36
pay = tahmin / (12 * aylik_kg)                       # 0.1667

for kg in [tasima_kg, servis_kg, karton_kg, su_kg + atiksu_kg, atik_kg, bakim_kg]:
    print(kg, kg / D(1000))
print(pp_t)
print(ton_km, kisi_km, aylik_kg, tahmin, pay)
```

Alıştırmalar (cevaplarıyla)

Alıştırma 1: Hata avcısı

Aşağıdaki on hatayı bulun ve düzeltin. Cevaplar tabloda verilmiştir.

Hata	Neden sorun	Doğrusu
1. Ton-km faktörünü araç kilometresiyle çarpmak	450 km × 0,10356 = 46,6 kg çıkar, yük hesaba girmez. Sonuç 80 kat düşük kalır	Önce 80 t × 450 km = 36.000 ton-km, sonra faktörle çarpın

2. UK faktörünü Türkiye ulusal varsayılanı saymak	Faktör Birleşik Krallık filosunu ve koşullarını temsil eder	Yöntem örneği olarak kullanın, gerçek envanterde uygun veriyi seçin
3. Yukarı yönlü yakıt etkisini ikinci kez eklemek	Doğrudan faktör zaten araç işletmesidir. Geniş yaşam döngüsü faktörü yukarı yönlü etkiyi içerir	Hangi sınırı seçtiyseniz etkiyi bir kez sayın
4. Tedarikçi PCF'si teslimatı içerirken taşımayı Kategori 3'e de eklemek	Aynı taşıma iki kez sayılır	PCF sınırını okuyun, teslimat içerideyse taşımayı eklemeyin
5. EPD birim ve ürün eşleşmesini kontrol etmemek ya da Module D faydasını düşmek	Birim uyuşmazlığı sonucu bozar, Module D sistem sınırı dışıdır	Birimi eşleştirin, Module D'yi otomatik düşmeyin
6. Atık türünü bilip bertaraf rotasını bilmeden tek faktör seçmek	Faktör rota ve sınıra göre farklıdır	Tür ve gerçek işlem rotasını belgeleyin
7. Düşük geri dönüşüm faktörünü toplam iklim faydası saymak	Faktör özel bir muhasebe sınırına sahiptir	Geri dönüşüm kredisini otomatik düşmeyin
8. Su faktörünü yalnız arıtma prosesi sanıp aynı tedarikçi etkilerini tekrar eklemek	Faktör ofis ve taşıma gibi etkileri içerebilir	Metodoloji sınırını okuyun, tekrar eklemeyin
9. Harcama temelli faktörde para birimi, fiyat yılı ve enflasyonu görmezden gelmek	Fiyat artışı fiziksel emisyon artışı değildir	Para birimi ve yıl uyumunu kontrol edin, sonucu kesin sunmayın
10. Eksik veriyi sıfır kabul etmek	Envanter eksik ve yanlış yönlü düşük çıkar	Uygun ikame veriyle tahmin edin, varsayımı belgeleyin

Alıştırma 2: Faaliyet verisi

Bir tedarikçiden 50 ton malzeme 300 km taşınıyor ve faktör 0,10356 kg CO_2e/ton-km. Sonuç kaç kg CO_2e'dir?

Cevap: 50 × 300 = 15.000 ton-km. 15.000 × 0,10356 = 1.553,4 kg CO_2e (1,553 tCO_2e).

Alıştırma 3: Çifte sayım

Bölüm 7'deki 12 ton karton faktörünün sınırı satış noktasına kadar taşımayı içeriyor. Aynı 12 ton için 450 km'lik ayrı bir kamyon taşıması Kategori 3'e eklenirse olası çifte sayım ne kadardır?

Cevap: 12 × 450 = 5.400 ton-km. 5.400 × 0,10356 = 559,224 kg CO_2e (yaklaşık 0,559 tCO_2e). Faktör sınırı gerçekten bu taşımayı içeriyorsa bu miktar iki kez sayılmış olur. Önce faktörün sınırı doğrulanmalıdır.

Alıştırma 4: Katılım verisi

Servis kapasitesi 40 kişidir, fiili katılım 35 kişidir. Kapasite esas alınırsa sonuç ne kadar fazla çıkar?

Cevap: 40 × 44 × 220 = 387.200 kişi-km, 387.200 × 0,03948 = 15.286,656 kg CO_2e. Doğru sonuç 13.375,824 kg CO_2e olduğundan fark 1.910,832 kg CO_2e (yaklaşık %14,3 fazla).

Özet

- Üçüncü taraf taşıma ve personel servisi ISO 14064-1 Kategori 3, hammadde, ambalaj, su, atık ve hizmet Kategori 4'tür. GHG Protocol numaraları farklıdır.
- Ton-km = ton × km. 80 t × 450 km = 36.000 ton-km ve 36.000 × 0,10356 = 3.728,16 kg CO_2e (3,728 tCO_2e).
- Kişi-km örneği: 35 × 44 × 220 = 338.800 kişi-km, × 0,03948 = 13.375,824 kg CO_2e (13,376 tCO_2e).
- Hammadde: 200 t × 1,85 tCO_2e/t = 370 tCO_2e (kurgusal tedarikçi verisi). Ambalaj: 12 t × 1.198,23866 = 14,379 tCO_2e.
- Su ve dış atıksu 1,640 tCO_2e, düzenli depolama 10,412 tCO_2e, bakım hizmeti 5,4 tCO_2e.
- Her faktörde sistem sınırı, yıl, coğrafya, birim ve KIP temeli kontrol edilir. Hazır CO_2e faktörlerinin tamamı aynı KIP setine dayanmaz.
- Tedarikçi PCF, EPD ve atık faktörlerinde teslimat, toplama ve taşıma etkilerini iki kez saymayın.
- Geri dönüşüm kredisi otomatik düşülmez. Harcama temelli sonuç fiziksel sonuç kadar kesin değildir.
- Eksik veri sıfır yazılmaz. İkame veri, gerekçe ve tahmin payı kaydedilir.
- Bu örnekler tek bir toplam rakamda birleştirilmez.

Bilgi kontrolü (cevaplarıyla)

1. 80 ton yük 450 km taşındıysa faaliyet verisi kaç ton-km'dir? Cevap: 36.000 ton-km.

2. Ton-km ile araç-km arasındaki fark nedir? Cevap: Ton-km taşınan yükü ve mesafeyi birlikte ölçer. Araç-km yüke bakmaz. Faktörlerin birimi kontrol edilir ve dönüştürülmeden kullanılmaz.

3. Girdi taşımasının 3.728,16 kg CO_2e sonucu hangi faktörle bulundu ve bu faktör Türkiye faktörü müdür? Cevap: UK 2026 HGV ortalama doluluk, doğrudan işletme faktörü 0,10356 kg CO_2e/ton-km. Hayır, Türkiye faktörü değildir, yöntem örneğidir.

4. Tedarikçi ürün faktörü teslimatı da kapsıyorsa aynı taşıma Kategori 3'te tekrar hesaplanır mı? Cevap: Hayır. Aynı taşıma iki kez sayılmaz.

5. 35 çalışan, günlük 44 km, 220 gün için kişi-km kaçtır? Cevap: 35 × 44 × 220 = 338.800 kişi-km.

6. Bir EPD bulmak verinin kullanılabilir olduğunu kanıtlar mı? Cevap: Hayır. Birim, ürün eşleşmesi, sistem sınırı, coğrafya, yıl, tahsis, doğrulama ve KIP temeli kontrol edilmelidir. Module D gibi sınır dışı faydalar otomatik düşülmez.

7. Düşük bir geri dönüşüm faktörü geri dönüşümün toplam iklim faydası mıdır? Cevap: Hayır. Faktörün özel muhasebe sınırı vardır. Geri dönüşüm kredisi otomatik düşülmez.

8. Atık bertarafında tek bir atık faktörü neden yetmez? Cevap: Atık türü ve gerçek işlem rotası birlikte bilinmelidir. Faktör rotaya ve sınıra göre değişir.

9. Harcama temelli yöntemde fiyat artışı emisyonu aynı oranda artırır mı? Cevap: Hayır. Aynı fiziksel ürün için daha fazla ödemek emisyonun aynı oranda arttığı anlamına gelmez. Para birimi, fiyat yılı, enflasyon ve sektör eşlemesi sonucu etkiler.

10. Hazır CO_2e faktörünün KIP temeli bilinmeden farklı bir veri setindeki sonuçla otomatik birleştirilir mi? Cevap: Hayır. KIP temeli, sistem sınırı, yıl ve coğrafya uyumu kontrol edilmeden toplanmaz.

Anahtar kavramlar sözlüğü (TR – EN)

Türkçe	English
ton-km / kişi-km	tonne-km / passenger-km
faaliyet verisi	activity data
emisyon faktörü	emission factor
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
küresel ısınma potansiyeli (KIP)	global warming potential (GWP)
Kategori 3 (ulaştırmadan kaynaklanan dolaylı emisyonlar)	Category 3 (indirect GHG emissions from transportation)
Kategori 4 (kuruluşun kullandığı ürünlerden kaynaklanan dolaylı emisyonlar)	Category 4 (indirect GHG emissions from products used by the organization)
ürün karbon ayak izi	product carbon footprint (PCF)
çevresel ürün beyanı (EPD)	Environmental Product Declaration (EPD)
tedarikçiye özgü veri	supplier-specific data
ortalama veri yöntemi	average-data method
harcama temelli yöntem	spend-based method
beşikten kapıya	cradle-to-gate
sistem sınırı	system boundary
yukarı yönlü emisyonlar	upstream emissions
çifte sayım	double counting
ikame veri	proxy data
duyarlılık analizi	sensitivity analysis
düzenli depolama	landfill
geri dönüşüm	recycling
sera gazı envanteri	GHG inventory

Kaynaklar ve güncellik notu

- ISO 14064-1:2018, *Greenhouse gases, Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals* (Kategori 3 ve Kategori 4 tanımları).
- ISO/TS 14064-4:2025, *Greenhouse gases, Part 4: Guidance for the application of ISO 14064-1* (kategori sınırları, nicelendirme, çifte sayım ve belirsizlik rehberi. Standarttaki örnek emisyon faktörleri açıklayıcıdır).
- GHG Protocol, *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions* (tedarikçiye özgü, hibrit, ortalama veri ve harcama temelli yöntemler, ulaşım ve atık hesapları).
- UK Government (DESNZ), *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2026*, 11 Haziran 2026 yayım, flat file 31 Temmuz 2026 güncellemesi. https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2026
- UK Government (DESNZ), *2026 Government greenhouse gas conversion factors for company reporting: Methodology paper* ve *Major changes* raporu (faktör gruplarının KIP temelleri Tablo 1'de, yük taşımacılığı faktörlerinde doğrudan ve yukarı yönlü ayrımı, malzeme, su ve atık sistem sınırları).
- TSE, TS EN ISO 14064-1 eğitim sunumu (Kategori 3 ve Kategori 4 kapsamı, atık taşımasının kategori seçiminde çifte sayımın önlenmesi).
- SATSO-SUBÜ Eğitim Programı, Ders 17 amaç ve içerik tanımı.

Güncellik notu: Bilgiler Eylül 2026 itibarıyladır. UK faktörleri Birleşik Krallık faaliyetleri için yayımlanır ve bu materyalde yalnızca yöntem örneğidir. Tedarikçi faktörleri kurgusaldır. Bu materyaldeki faktör değerleri resmî flat file ile karşılaştırılarak her yeni yayında yeniden kontrol edilmelidir. Gerçek envanterde Türkiye'ye ve raporlama yılına uygun tedarikçi ya da ulusal faktörlerin güncelliği ayrıca doğrulanmalıdır.

ENGLISH VERSION

LESSON 17: Application 3: Transport, Raw Material, Waste and Purchased Service Calculation

Program: Sustainability in Industry, Climate Change and Carbon Footprint Training (SATSO)

Overview	Description
Target audience	University students and technical and administrative staff in industrial organizations
Scope of this material	Step-by-step calculation from activity data to tCO_2e for ISO 14064-1 Category 3 (transportation) and Category 4 (products used by the organization) sources: tonne-km, passenger-km, raw material, packaging, water, waste, purchased service, missing data and double counting checks
Example year	Method example with UK 2026 factors and fictional supplier data (all numbers are training data, not real company data)
Related lessons	Lesson 15 (natural gas and electricity), Lesson 16 (fuels, vehicles, refrigerants and fire suppression gases), Lesson 18 (ISO 14064-1 report and verification)
Information current as of	September 2026

Learning outcomes

After completing this material, participants can:

- Classify an indirect emission source as ISO 14064-1 Category 3 or Category 4 and avoid confusing GHG Protocol Scope 3 numbers with ISO numbers.
- Prepare transport data as tonnes, distance and mode, and calculate tonne-km and passenger-km activity data.
- Match activity data for raw material, packaging, water, waste and services with a suitable factor and show unit cancellation in every line.
- Check the system boundary, year, geography, unit and GWP basis of a factor.
- Test whether supplier PCF or EPD data is suitable for an organizational inventory.
- Evaluate the waste type and the actual treatment route together in waste calculations.
- Explain the limits of the spend-based method and manage missing data with a documented assumption instead of writing zero.
- Find double counting risks and correct the ten common mistakes.

1. In indirect emissions the difficulty is the boundary, not the formula

In Lesson 15 and Lesson 16 we worked largely with the organization's own records. In this lesson the data chain moves beyond the organizational boundary. For supplier production, outbound and inbound logistics, employee shuttles, water, waste and maintenance services, the emission occurs in another organization.

This material assumes that these sources were selected as significant indirect emissions under criteria the organization set in advance. It does not teach that all indirect sources must be calculated in the same detail. It shows how to quantify the selected significant sources.

The main difficulty is not the formula. It is making sure the activity data and the factor represent the same thing. If a raw material factor ends at the supplier gate, transport to the plant can be calculated separately in Category 3. If the factor also covers delivery, the same transport is not added again.

Every calculation follows the same order:

1. Identify the activity data, the category and the unit.
2. Check the factor's system boundary, year, geography, technology and GWP basis.
3. Do the calculation and show unit cancellation.
4. Evaluate double counting, data quality and uncertainty.

1.1 ISO 14064-1 categories of the sources

Source	Example in this lesson	ISO 14064-1 category
Third-party inbound transport	80 tonnes of raw material, 450 km	Category 3 (indirect GHG emissions from transportation)
Employee shuttle	35 employees, subcontracted service	Category 3
Raw material	200 tonnes of polypropylene	Category 4 (indirect GHG emissions from products used by the organization)
Packaging	12 tonnes of cardboard	Category 4
Mains water and external wastewater treatment	5,000 m³ and 4,000 m³	Category 4
Waste disposal	20 tonnes to landfill	Category 4
Waste transport	Depends on the method the organization chooses	Category 3 or Category 4, counted in one place only
Maintenance service	300 service visits	Category 4

Transport by the organization's own controlled vehicles is a direct emission (Category 1, Lesson 16). The transport and shuttle examples in this lesson are third-party services.

> **Attention: ISO category numbers and GHG Protocol Scope 3 numbers are not the same.** In the GHG Protocol, purchased goods and services are Scope 3 Category 1, upstream transportation is Category 4, waste generated in operations is Category 5 and employee commuting is Category 7. In ISO 14064-1, transportation is Category 3 and purchased products and services are Category 4. State clearly in the report which framework you use and do not use the numbers interchangeably.

2. Example data set and calculation boundary

All values below are for the method example. They are training data, not real company data or mandatory values. The UK factors were chosen only to show the data structure and calculation logic.

Item	Activity data	Factor	Factor source and note
Inbound transport	80 t × 450 km	0.10356 kg CO_2e/tonne-km	UK Government GHG Conversion Factors 2026, Freighting goods, HGV (all diesel), average laden. Training assumption, not a Türkiye factor
Employee shuttle	35 persons × 44 km/day × 220 days	0.03948 kg CO_2e/passenger-km	UK 2026, coach. Training assumption, not a Türkiye factor
Raw material (polypropylene)	200 t	1.85 tCO_2e/t	Fictional supplier PCF (cradle to supplier gate). Training assumption
Packaging (cardboard)	12 t	1,198.23866 kg CO_2e/t	UK 2026, Material use, board, primary material production
Mains water	5,000 m³	0.19130 kg CO_2e/m³	UK 2026, water supply
External wastewater treatment	4,000 m³	0.17088 kg CO_2e/m³	UK 2026, water treatment
Waste (landfill)	20 t	520.58023 kg CO_2e/t	UK 2026, commercial and industrial waste, landfill
Maintenance service	300 visits	18 kg CO_2e/visit	Fictional supplier factor. Training assumption

The full decimal values of the factors are kept in the calculation. Rounding is done only in the last step.

The following are not included in this lesson:

- Natural gas, electricity, direct fuel and fugitive gas calculations (Lesson 15 and Lesson 16).
- Use-phase and end-of-life emissions of sold products.
- How to create an EPD or PCF. Only the checks for using them correctly in an organizational inventory are shown.
- ISO 14064-1 report format and verification procedure (Lesson 18).

- A TRY-based emission multiplier for spend-based service calculation. No such multiplier is given in this material.

> **Attention: UK factors are not Türkiye factors.** UK Government factors are published for UK activities. The vehicle fleet, fuel, grid and water company structure differ from Türkiye. In a real inventory, first evaluate supplier-specific data, then suitable Turkish, national or sector data.

> **Attention: Ready-made CO_2e factors are not all based on the same GWP set.** In the 2026 methodology the GWP bases of factor groups differ. The GWP basis of the factor you use should be kept separately in the data quality record. Do not add up the examples in this material and present them as a single inventory figure (see Section 15).

> **Current status (September 2026):** UK Government GHG Conversion Factors 2026 were published on 11 June 2026. The flat file was updated on 31 July 2026 to correct some values that displayed as zero (the change affects rows such as hybrid vehicles and hotel stays, not those used here). According to the published major changes report, there are no major changes in the water, waste and material use groups. By contrast, the coach factor rose by about 42% to 43% because of corrected occupancy data. Do not mix an older year's coach factor with the 2026 value.

3. Preparing transport data: tonnes, distance, mode

Example Industry Inc. buys 80 tonnes of raw material from a supplier during the year. The material arrives at the plant from 450 km away by third-party truck. Two physical pieces of information are enough for tonne-km: the load carried and the distance that load was carried. To choose the right factor, the transport mode and, if possible, the vehicle class are also needed.

```
tonne-km = tonnes of load carried × distance the load was carried (km)
```

> **Common mistakes:**
>
> - Taking the truck's maximum capacity as the actual quantity carried. A 20-tonne truck may not carry 20 tonnes on every trip.
> - Confusing the total kilometres of shipments with load-kilometres. A truck's capacity or total route distance alone is not tonne-km.
> - Not checking the factor's unit. kg CO_2e/tonne-km and kg CO_2e/vehicle-km are different quantities. They are not used without conversion.

The data file can hold these fields for each shipment: date, supplier, material, tonnage, start and end point, distance, transport mode and carrier. If the distance does not come from a carrier document, the map or route source used is also recorded.

- **Distance:** Do not use straight-line distance. The actual road route or the shipping distance declared by the carrier is more suitable.
- **Multimodal transport:** If a shipment involves several transfers or modes, each leg is kept as a separate row. For example, material that comes by truck to a port, by ship to another country and by truck again to the plant is not calculated with a single road factor.
- **Control boundary:** If the organization's own vehicle does the transport, the emission is direct. A third-party logistics service is treated in this lesson as a Category 3 transportation emission.

4. Tonne-km application: inbound transport

Step 1: Activity data

Value	Unit	Operation	Result
80	tonne	× 450 km (tonne and km combine as tonne-km)	36,000 tonne-km

Step 2: Emission

The factor is the direct operating factor from the UK 2026 company reporting set for heavy goods vehicles (HGV, all diesel), average laden condition: 0.10356 kg CO_2e/tonne-km.

Value	Unit	Operation	Result
36,000	tonne-km	× 0.10356 kg CO_2e/tonne-km (tonne-km cancels)	3,728.16 kg CO_2e
3,728.16	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**3.728 tCO_2e**

```
80 t × 450 km = 36,000 tonne-km
36,000 tonne-km × 0.10356 kg CO₂e/tonne-km = 3,728.16 kg CO₂e = 3.728 tCO₂e
```

Inbound transport (Category 3, method example) result: **3.728 tCO_2e**.

> **Attention: This factor is a training example representing the UK vehicle fleet and operating conditions.** It is not a default national factor for Türkiye. If used for a Türkiye operation, carrier-specific or suitable national data should be evaluated.

> **Boundary check: direct operating factor and upstream fuel effects.** This freight factor represents the vehicle's direct operating emission. Upstream effects such as fuel extraction, refining and distribution are in a separate factor group in the UK set (WTT). If you want to include them, add them separately and deliberately according to your organization's boundary decision. If you already use a broader life cycle factor that contains the upstream effect, do not add the same effect a second time.

When is other data used instead of the tonne-km average?

- If a dedicated truck's round-trip vehicle-km and actual fuel consumption are known, carrier-specific data can be more representative than the average factor.
- If there are many shipments on the same route, each shipment can be calculated separately and summed. If tonnage and distance are truly the same, aggregation is also possible.
- If there are different vehicle classes or different load conditions, a single average factor is not applied to all shipments.
- Refrigerated transport is a separate class. Cooling energy and equipment change the factor value.

5. Employee shuttle and passenger-km

For employee shuttles the same logic is adapted to passenger-km. In the example, 35 employees use the shuttle. The total daily round-trip distance per person is 44 km, and there are 220 working days a year.

Step 1: Activity data

Value	Unit	Operation	Result
35	persons	× 44 km/day × 220 days (person and day units remain as passenger-km)	338,800 passenger-km

Step 2: Emission

Value	Unit	Operation	Result
338,800	passenger-km	× 0.03948 kg CO_2e/passenger-km (passenger-km cancels)	13,375.824 kg CO_2e
13,375.824	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**13.376 tCO_2e**

```
35 × 44 × 220 = 338,800 passenger-km
338,800 × 0.03948 = 13,375.824 kg CO₂e = 13.376 tCO₂e
```

Employee shuttle (Category 3, method example) result: **13.376 tCO_2e**.

> **Attention: The vehicle type of the factor must match the shuttle.** In this example the coach (intercity coach) factor was chosen only to show the method. If the real shuttle is a midibus or minibus, the factor for the suitable vehicle class or the subcontractor's own data should be evaluated.

> **Attention: Passenger-km is not always the best data.** If the shuttle company can reliably provide actual fuel consumption, vehicle kilometres, vehicle type and number of trips, this data can be more representative than the average passenger-km factor.

Pay attention to participant numbers. Do not assume 40 people travel every day because the shuttle capacity is 40. If possible, determine actual participation with turnstile records, shuttle lists, surveys or carrier records. Fill missing days with a documented estimate instead of assuming zero.

6. Raw material: supplier-specific product data

When data quality rises, the calculation can become simpler. Example Industry Inc. buys 200 tonnes of polypropylene. Suppose a fictional supplier has reported the cradle-to-supplier-gate product carbon footprint of the same product as 1.85 tCO_2e per tonne of product.

Value	Unit	Operation	Result
200	t product	× 1.85 tCO_2e/t product (t product cancels)	**370 tCO_2e**

```
200 t × 1.85 tCO₂e/t = 370 tCO₂e
```

Raw material (Category 4, fictional supplier data) result: **370 tCO_2e**.

> **Attention: The value 1.85 tCO_2e/t is not a real market factor.** It is a fictional training assumption to teach the use of supplier-specific data.

Before using this number, look at the content of the document, not its title:

- Are the product class and recipe the same as the product we buy?
- Is the declared unit a tonne of product?
- Which year and geography does the data represent?
- What are the electricity and recycled content assumptions?
- Is the allocation method explained? Is there independent verification?
- What is the system boundary? Does the factor end at the supplier gate, or does it include delivery to the customer?

The system boundary is the most critical question. If delivery transport is included, the same shipment in Section 4 cannot be added again to Category 3.

Supplier-specific data carries advantages and risks. The advantage is that it reduces technology differences in the general sector average. The risk is that the data sometimes includes only the factory's energy use. Raw material production, purchased electricity, process emissions or upstream inputs may have been left out. So the phrase supplier-specific alone does not mean full cradle-to-supplier-gate coverage.

7. Packaging: average-data method

Supplier-specific data may not exist for every item. In that case the physical quantity is matched with a suitable average material factor. In the example there are 12 tonnes of cardboard packaging. The factor is the UK 2026 material use entry for board, primary material production: 1,198.23866 kg CO_2e/t.

Value	Unit	Operation	Result
12	t	× 1,198.23866 kg CO_2e/t (t cancels)	14,378.86392 kg CO_2e
14,378.86392	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**14.379 tCO_2e**

```
12 t × 1,198.23866 kg CO₂e/t = 14,378.86392 kg CO₂e = 14.379 tCO₂e
```

Packaging (Category 4, average data, method example) result: **14.379 tCO_2e**.

> **Attention: Do not assume the factor's system boundary from its label.** UK material use factors are defined to cover extraction, primary processing and manufacturing, and transport to the point of sale. Check from the data source which of raw material extraction, processing, manufacturing and related transport stages are inside. When adding a separate transport or processing row, prevent overlap.

> **Attention: For products with biogenic content such as cardboard, biogenic carbon accounting can differ between data sources.** When comparing two CO_2e factors, also check this approach.

This UK average is not a Turkish production mix. In a real inventory, if supplier-specific, suitable Turkish or sector data, or secondary data that is better geographically and technologically, is available, compare their representativeness.

8. EPD and PCF: finding the document is not enough, test its suitability

Finding an EPD or a product carbon footprint document does not mean the data is automatically suitable for the organizational inventory. Make these checks:

Check	Question
Unit	Does the unit in the purchase data match the declared or functional unit? If the document gives a result for 1 m^2 of product, it cannot be multiplied directly by tonnes purchased
Product match	Are the product and product class in the document the same as the product we buy?
System boundary	Does it cover production stages only, the process up to the supplier gate, or also delivery and other life cycle stages?
Geography and year	Which country and year does the data represent?
Allocation	How are emissions shared between co-products?
Verification	Is there independent verification?
GWP basis	Is the GWP basis of the ready-made CO_2e result known and recorded?

If delivery transport is inside the document boundary, the same transport is not calculated again in Category 3.

> **Attention: Potential benefits outside the system boundary, such as Module D, are not deducted automatically.** Module D information in an EPD is not a credit to subtract from the purchased product's A1-A3 or equivalent production emission. The aim is not to memorize modules but to be able to prove which product, unit and boundary the number you put in the inventory represents.

9. Water and external wastewater treatment service

In the example 5,000 m^3 of mains water is purchased and 4,000 m^3 of wastewater goes to an external treatment service. Because the emission occurs at another service provider, these two items can be treated as a Category 4 service emission.

Item	Value	Unit	Operation	Result
Water supply	5,000	m^3	× 0.19130 kg CO_2e/m^3 (m^3 cancels)	956.50 kg CO_2e
External wastewater treatment	4,000	m^3	× 0.17088 kg CO_2e/m^3 (m^3 cancels)	683.52 kg CO_2e
Total			956.50 + 683.52	1,640.02 kg CO_2e
Total (tonnes)	1,640.02	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**1.640 tCO_2e**

```
5,000 m³ × 0.19130 = 956.50 kg CO₂e
4,000 m³ × 0.17088 = 683.52 kg CO₂e
Total = 1,640.02 kg CO₂e = 1.640 tCO₂e
```

Water and external wastewater (Category 4, method example) result: **1.640 tCO_2e**.

Attention: If the organization controls its own treatment plant, direct CH_4 and N_2O follow a different calculation path. Do not move direct emissions from the wastewater treatment process under the organization's own control to Category 4.

Attention: Do not assume the external service factor covers only the physical treatment process. The definition of UK water factors can also include the water company's operating effects such as offices and transport. Do not add the same effects again on another row. These factors are not Türkiye service intensities.

GWP basis example. Table 1 of the UK 2026 methodology report lists the GWP basis of the water supply and treatment factor group as AR4. This is a concrete example of why you should not treat all 2026 ready-made CO_2e factors as AR6 or as a single set. Record the basis of the group you use from Table 1 every year.

10. Waste: the treatment route matters as much as the quantity

In waste calculation, tonnage alone is not enough. The waste type and the actual disposal or recovery route must be known together. A waste = single factor approach is not used. Example Industry Inc. sends 20 tonnes of commercial and industrial waste to landfill.

Value	Unit	Operation	Result
20	t	× 520.58023 kg CO_2e/t (t cancels)	10,411.6046 kg CO_2e
10,411.6046	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**10.412 tCO_2e**

```
20 t × 520.58023 kg CO₂e/t = 10,411.6046 kg CO₂e = 10.412 tCO₂e
```

Waste disposal (Category 4, landfill, method example) result: **10.412 tCO_2e**.

Methodology trap: UK waste factors are not uniform factors designed for full life cycle comparison. Disposal factors have their own accounting rules and system boundaries. Depending on the route, effects such as collection and transport can be inside the factor boundary. If the same transport is added separately, double counting occurs.

Attention: A low recycling factor does not mean the total climate benefit of recycling. Many factors may represent only the emission of collection and delivery to the processing point. Do not interpret this value as the total emission of recycling or as an automatic avoided production credit. Do not deduct a recycling credit automatically.

Chain of evidence:

- The waste carrier's receipt, the weighbridge record and the disposal or recovery document should support the same waste stream.
- The statement sent for recycling does not prove that all the waste was actually recycled. The treatment route accepted by the facility and, if possible, verified treatment information should be recorded.
- For mixed waste, if the composition is unknown, the uncertainty of the average factor used should be flagged separately.

Current status (September 2026): According to the UK 2026 major changes report, there are no major changes in the waste disposal groups. To confirm that the landfill value in this material exactly matches the 2026 table, the official flat file should be checked. In a real inventory, record the year and version of the factor.

11. Waste transport: Category 3 or Category 4?

Waste transport is a good example for teaching category boundaries. According to TSE's ISO 14064-1 training material, emissions from the transport of waste can be treated within the waste service or under transportation-related indirect emissions, depending on the classification used. The aim is not to memorize a single correct box. After the organization sets its own methodology, the same transport must be counted in only one place.

Situation	Correct approach
The contractor's comprehensive service factor includes collecting the waste from the plant and transporting it to the disposal facility	Do not add the same kilometres again to Category 3
The disposal factor covers only the emission at the treatment facility, transport excluded	Haulage can be calculated separately (in Category 3 or Category 4, in one place)

Consistency. If you put waste transport in Category 3 one year and the same service in Category 4 the next, category trends are distorted even if the total does not change. Report the classification approach and, if it changes, the reason.

12. Purchased service: supplier-specific factor

For purchased services it can be hard to find a natural physical unit. Suppose the maintenance contractor has a documented methodology and provides a factor of 18 kg CO_2e per visit. Such a factor can be produced, for example, by dividing the annual supplier emission allocated to the service by the number of annual service visits. The emissions included in the share and the allocation key should be explained.

Value	Unit	Operation	Result
300	visits	× 18 kg CO_2e/visit (visit cancels)	5,400 kg CO_2e
5,400	kg CO_2e	÷ 1,000 kg/t	**5.4 tCO_2e**

```
300 visits × 18 kg CO₂e/visit = 5,400 kg CO₂e = 5.4 tCO₂e
```

Maintenance service (Category 4, fictional supplier data) result: **5.4 tCO_2e**.

> **Attention: 18 kg CO_2e/visit is entirely fictional and only for showing the method.** It is not a real market factor.

Read the factor's boundary in writing:

- Are technician travel and spare parts included?
- How is head office energy allocated?
- Is the result the full service footprint, or only the company's share of the supplier's Scope 1 and Scope 2 emissions? These do not measure the same thing.
- Are the method, allocation, year, system boundary and the GWP basis of the ready-made CO_2e result explained?

13. Choosing the data method: supplier, average, spend

There is no single data method for purchased products and services. The GHG Protocol Scope 3 calculation guidance defines supplier-specific, hybrid, average-data (physical) and spend-based methods.

A practical order for evaluating representativeness:

1. Can the supplier provide data specific to the product or service we buy, with a clear boundary and methodology?
2. If not, is there suitable Turkish, national or sector data?
3. If not, can reliable secondary data that represents the activity well geographically and technologically be found?
4. As a last step, international proxy data can be used, with its limits clearly stated.

This order is not a mandatory, rigid ISO hierarchy. The aim is to choose the traceable data that best represents the activity. At whatever stage you are, the system boundary, year, unit, GWP basis and data quality are checked separately.

Method	Activity data	When	Caution
Supplier-specific	Supplier factor per product or service	The supplier provides data with a documented boundary and methodology	Is the coverage full cradle-to-gate or partial?
Average data	tonnes, m^3, tonne-km,	The physical quantity is known	Geography, technology and boundary match

(physical)	passenger-km, visits		
Spend-based	Purchase amount (currency)	Data is missing, quick screening is needed	Price, exchange rate, inflation and sector mapping strongly affect the result

The limit of the spend-based method. The method multiplies the purchase amount by an economic sector emission intensity. Price rises, exchange rates, inflation and sector classification change the result. Paying more for the same physical product does not mean the emission rose in the same proportion.

A simple illustration: suppose the amount paid for the same quantity and the same service rises from 100 units to 115 units because of price increases. If the factor does not change, the spend-based result rises by a factor of 115 ÷ 100 = 1.15, that is 15%. The inventory emission appears to rise while the physical activity stays the same. Year-on-year comparison cannot be interpreted without correcting for inflation and currency. The currency and price year of the factor must match the currency and price year of the spend.

> **Attention: Do not present a spend-based result with the same certainty as a physical calculation.** This material gives no TRY-based emission multiplier for spend-based service calculation. A multiplier to be used in a real study should be taken from the original source page together with its currency, price year and sector mapping.

The data improvement plan should prioritize items that have both high emissions and high uncertainty.

14. Missing data and assumption management

Missing data is almost unavoidable in an indirect emission inventory. The problem is not that data is missing but that it is silently turned into zero. **Do not write zero for missing data.**

Example. Suppose the 80-tonne inbound transport in Section 4 arrives over twelve months in equal monthly shipments (80 ÷ 12 = 6.667 t/month) and distance information is missing in two of the 12 months of logistics records. If the same supplier, the same origin and the same plant route repeat, using the distance of other verified shipments (450 km) as proxy data is reasonable. Copying another supplier's distance at random is not correct.

Step	Calculation	Result
Monthly tonne-km (with proxy distance)	6.667 t × 450 km	3,000 tonne-km/month
Monthly emission	3,000 × 0.10356	310.68 kg CO_2e/month
Estimated part (2 months)	2 × 310.68	621.36 kg CO_2e
Annual total	12 × 310.68	3,728.16 kg CO_2e
Estimated share	621.36 ÷ 3,728.16	16.7%

For every estimated row, record at least three things: the proxy data used, why it is suitable, and how much of the total result the estimates make up. If 40% of a high-emission raw material is calculated with a proxy factor, this is more significant than 40% missing in a small office service.

Sensitivity check. Plus and minus 20% is only an example sensitivity band, not a statistical confidence or uncertainty interval. If we vary the proxy distance above within this band, the estimated part becomes 621.36 kg CO_2e ± 124.27 kg CO_2e. The annual total stays between 3,603.89 and 3,852.43 kg CO_2e, so the total changes by about ±3.3%. The proxy priority for this item is low. If we apply the same band to the 200-tonne polypropylene example, the 370 tCO_2e result goes between 296 and 444 tCO_2e (±74 tCO_2e). Data improvement priority lies with this item. If real, documented uncertainty information exists for the factor or the activity data, it should be used instead of an arbitrary 20%.

Separate the type of missing data:

- The activity quantity may be missing.
- The quantity exists but the transport distance does not.
- The activity data is complete but the emission factor is not suitable.

The same proxy approach is not used in these three cases. Tracking the share of estimated data across years shows whether inventory quality is really improving. Uncertainty is not a reason to stop calculating, but hiding uncertainty is not right either.

15. Interpreting results: why the examples were not summed

Item	Category	Activity data	Factor type	Result (tCO_2e)
Inbound transport	3	36,000 tonne-km	UK 2026 secondary, direct	3.728
Employee shuttle	3	338,800 passenger-km	UK 2026 secondary	13.376
Raw material (polypropylene)	4	200 t	Fictional supplier PCF	370.000
Packaging (cardboard)	4	12 t	UK 2026 secondary	14.379
Water and external wastewater	4	5,000 m^3 and 4,000 m^3	UK 2026 secondary	1.640
Waste (landfill)	4	20 t	UK 2026 secondary	10.412
Maintenance service	4	300 visits	Fictional supplier	5.400

The table rows are for comparison. There is deliberately no total row.

> **Attention: Do not add these results into a single figure and present it as the total indirect emission of Example Industry Inc.** UK 2026 secondary factors were used for the transport, water, waste and packaging examples, and fictional supplier data for raw material and maintenance service. Adding up training factors selected from different geographies, years, GWP bases and system boundaries without checking compatibility violates the quality rules of this lesson. In a real inventory a factor record is kept for every item, and summing is done only after a compatibility assessment.

One point stands out in the table: the fictional polypropylene item is much larger than the others. This does not show a real market relationship. Even so, in a real inventory items with high emissions and low data quality go to the top of the data improvement plan. Carrying these results into the ISO 14064-1 inventory report is the subject of Lesson 18.

16. Verification with Python

The code below recalculates all the numbers in this material.

```
from decimal import Decimal as D

# Tonne-km
ton_km = D(80) * D(450)                      # 36000
tasima_kg = ton_km * D(10356) / D(10**5)           # 3728.16 kg

# Passenger-km
kisi_km = D(35) * D(44) * D(220)             # 338800
servis_kg = kisi_km * D(3948) / D(10**5)           # 13375.824 kg

# Raw material
pp_t = D(200) * D(185) / D(100)                    # 370 t

# Packaging
karton_kg = D(12) * D(119823866) / D(10**5)          # 14378.86392 kg

# Water
su_kg = D(5000) * D(1913) / D(10**4)               # 956.5 kg
atiksu_kg = D(4000) * D(17088) / D(10**5)           # 683.52 kg

# Waste
atik_kg = D(20) * D(52058023) / D(10**5)             # 10411.6046 kg

# Service
bakim_kg = D(300) * D(18)                    # 5400 kg

# Missing data example
aylik_kg = (D(80) / D(12)) * D(450) * (D(10356) / D(10**5))   # 310.68
tahmin = 2 * aylik_kg                                # 621.36
pay = tahmin / (12 * aylik_kg)                       # 0.1667

for kg in [tasima_kg, servis_kg, karton_kg, su_kg + atiksu_kg, atik_kg, bakim_kg]:
    print(kg, kg / D(1000))
print(pp_t)
print(ton_km, kisi_km, aylik_kg, tahmin, pay)
```

Exercises (with answers)

Exercise 1: Error hunt

Find and correct the ten errors below. Answers are given in the table.

Error	Why it is a problem	Correct approach
1. Multiplying the tonne-km factor by vehicle kilometres	450 km × 0.10356 = 46.6 kg, the load is not counted. The result is 80 times too low	First 80 t × 450 km = 36,000 tonne-km, then multiply by the factor
2. Treating a UK factor as a national default for Türkiye	The factor represents the UK fleet and conditions	Use it as a method example, choose suitable data in a real inventory
3. Adding the upstream fuel effect a second time	The direct factor is already vehicle operation. A broad life cycle factor contains the upstream effect	Count the effect once, under whichever boundary you chose
4. Adding transport to Category 3 when the supplier PCF already includes delivery	The same transport is counted twice	Read the PCF boundary, do not add transport if delivery is inside
5. Not checking EPD unit and product match, or deducting the Module D benefit	A unit mismatch distorts the result, Module D is outside the system boundary	Match the unit, do not deduct Module D automatically
6. Choosing a single factor when the waste type is known but the treatment route is not	The factor differs by route and boundary	Document the type and the actual treatment route
7. Reading a low recycling factor as the total climate benefit	The factor has a specific accounting boundary	Do not deduct a recycling credit automatically
8. Treating the water factor as the physical treatment process only and adding the same supplier effects again	The factor can include effects such as offices and transport	Read the methodology boundary, do not add again
9. Ignoring currency, price year and inflation in a spend-based factor	A price rise is not a physical emission rise	Check currency and year match, do not present the result as precise
10. Treating missing data as zero	The inventory comes out incomplete and biased low	Estimate with suitable proxy data, document the assumption

Exercise 2: Activity data

50 tonnes of material is carried 300 km from a supplier and the factor is 0.10356 kg CO_2e/tonne-km. What is the result in kg CO_2e?

Answer: 50 × 300 = 15,000 tonne-km. 15,000 × 0.10356 = 1,553.4 kg CO_2e (1.553 tCO_2e).

Exercise 3: Double counting

The boundary of the 12-tonne cardboard factor in Section 7 includes transport to the point of sale. If a separate 450 km truck transport for the same 12 tonnes is added to Category 3, how much is the possible double counting?

Answer: 12 × 450 = 5,400 tonne-km. 5,400 × 0.10356 = 559.224 kg CO_2e (about 0.559 tCO_2e). If the factor boundary really includes this transport, this amount is counted twice. The boundary of the factor should be confirmed first.

Exercise 4: Participation data

Shuttle capacity is 40 people and actual participation is 35. If capacity is used, how much higher is the result?

Answer: 40 × 44 × 220 = 387,200 passenger-km, and 387,200 × 0.03948 = 15,286.656 kg CO_2e. The correct result is 13,375.824 kg CO_2e, so the difference is 1,910.832 kg CO_2e (about 14.3% higher).

Summary

- Third-party transport and the employee shuttle are ISO 14064-1 Category 3. Raw material, packaging, water, waste and services are Category 4. GHG Protocol numbers are different.
- Tonne-km = tonnes × km. 80 t × 450 km = 36,000 tonne-km, and 36,000 × 0.10356 = 3,728.16 kg CO_2e (3.728 tCO_2e).

- Passenger-km example: 35 × 44 × 220 = 338,800 passenger-km, × 0.03948 = 13,375.824 kg CO_2e (13.376 tCO_2e).
- Raw material: 200 t × 1.85 tCO_2e/t = 370 tCO_2e (fictional supplier data). Packaging: 12 t × 1,198.23866 = 14.379 tCO_2e.
- Water and external wastewater 1.640 tCO_2e, landfill 10.412 tCO_2e, maintenance service 5.4 tCO_2e.
- For every factor, the system boundary, year, geography, unit and GWP basis are checked. Ready-made CO_2e factors are not all based on the same GWP set.
- Do not count delivery, collection and transport effects twice in supplier PCF, EPD and waste factors.
- A recycling credit is not deducted automatically. A spend-based result is not as precise as a physical result.
- Missing data is not written as zero. The proxy data, the reason and the estimated share are recorded.
- These examples are not combined into a single total.

Knowledge check (with answers)

1. If 80 tonnes of load is carried 450 km, how many tonne-km is the activity data? Answer: 36,000 tonne-km.

2. What is the difference between tonne-km and vehicle-km? Answer: Tonne-km measures the load and the distance together. Vehicle-km ignores the load. The units of factors are checked and they are not used without conversion.

3. Which factor gave the 3,728.16 kg CO_2e result for inbound transport, and is it a Türkiye factor? Answer: The UK 2026 HGV average laden direct operating factor of 0.10356 kg CO_2e/tonne-km. No, it is not a Türkiye factor, it is a method example.

4. If the supplier product factor also covers delivery, is the same transport calculated again in Category 3? Answer: No. The same transport is not counted twice.

5. What is passenger-km for 35 employees, 44 km a day, 220 days? Answer: 35 × 44 × 220 = 338,800 passenger-km.

6. Does finding an EPD prove the data is usable? Answer: No. The unit, product match, system boundary, geography, year, allocation, verification and GWP basis must be checked. Out-of-boundary benefits such as Module D are not deducted automatically.

7. Is a low recycling factor the total climate benefit of recycling? Answer: No. The factor has a specific accounting boundary. A recycling credit is not deducted automatically.

8. Why is a single waste factor not enough in waste disposal? Answer: The waste type and the actual treatment route must be known together. The factor changes with the route and the boundary.

9. In the spend-based method, does a price rise increase the emission in the same proportion? Answer: No. Paying more for the same physical product does not mean the emission rose in the same proportion. Currency, price year, inflation and sector mapping affect the result.

10. Can a ready-made CO_2e factor with an unknown GWP basis be automatically combined with results from a different data set? Answer: No. It is not summed without checking GWP basis, system boundary, year and geography compatibility.

Key terms glossary (TR – EN)

Türkçe	English
ton-km / kişi-km	tonne-km / passenger-km
faaliyet verisi	activity data
emisyon faktörü	emission factor
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
küresel ısınma potansiyeli (KIP)	global warming potential (GWP)
Kategori 3 (ulaştırmadan kaynaklanan dolaylı emisyonlar)	Category 3 (indirect GHG emissions from transportation)
Kategori 4 (kuruluşun kullandığı ürünlerden kaynaklanan dolaylı emisyonlar)	Category 4 (indirect GHG emissions from products used by the organization)
ürün karbon ayak izi	product carbon footprint (PCF)
çevresel ürün beyanı (EPD)	Environmental Product Declaration (EPD)

tedarikçiye özgü veri	supplier-specific data
ortalama veri yöntemi	average-data method
harcama temelli yöntem	spend-based method
beşikten kapıya	cradle-to-gate
sistem sınırı	system boundary
yukarı yönlü emisyonlar	upstream emissions
çifte sayım	double counting
ikame veri	proxy data
duyarlılık analizi	sensitivity analysis
düzenli depolama	landfill
geri dönüşüm	recycling
sera gazı envanteri	GHG inventory

Sources and currency note

- ISO 14064-1:2018, *Greenhouse gases, Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals* (Category 3 and Category 4 definitions).
- ISO/TS 14064-4:2025, *Greenhouse gases, Part 4: Guidance for the application of ISO 14064-1* (guidance on category boundaries, quantification, double counting and uncertainty. The example emission factors in the standard are illustrative).
- GHG Protocol, *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions* (supplier-specific, hybrid, average-data and spend-based methods, transport and waste calculations).
- UK Government (DESNZ), *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2026*, published 11 June 2026, flat file update 31 July 2026. https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2026
- UK Government (DESNZ), *2026 Government greenhouse gas conversion factors for company reporting: Methodology paper* and *Major changes* report (GWP bases of factor groups in Table 1, direct and upstream split in freight factors, material, water and waste system boundaries).
- TSE, TS EN ISO 14064-1 training presentation (Category 3 and Category 4 scope, avoiding double counting in choosing the category for waste transport).
- SATSO-SUBÜ Training Program, Lesson 17 objective and content description.

Currency note: Information is as of September 2026. UK factors are published for UK activities and are only method examples in this material. Supplier factors are fictional. The factor values in this material should be compared with the official flat file and rechecked at each new release. In a real inventory, the currency of supplier or national factors suitable for Türkiye and the reporting year should be verified separately.