

Emisyon Hesaplama Kılavuzu



Ekim 2025

Feragatname

Bu belge yalnızca bilgilendirme amaçlıdır ve öncelikle kurum içinde uzmanlığa sahip olmayan küçük kuruluşlara yardımcı olmak amacıyla sera gazı (GHG) emisyonlarının hesaplanmasına ilişkin kılavuzluk sağlar. Belge, Avrupa kimya endüstrisi için Modül 5 dahil olmak üzere Küresel Lojistik Emisyon Konseyi (GLEC) Çerçevesinde özetlenen metodolojiyi açıklığa kavuşturmayı ve hesaplamaları örneklerle gösterirken yaygın hataları vurgulamayı amaçlamaktadır. Bilgiler iyi niyetle sağlanmıştır ve doğru olduğuna inanılmaktadır, ancak bunların eksiksizliği, uygulanabilirliği veya belirli bir amaca uygunluğu konusunda hiçbir garanti verilmemektedir. Bu belge, resmi GLEC Çerçevesi, geçerli standartlar veya yasal gerekliliklerin incelenmesinin yerine geçmez.

Emisyon Hesaplama Kılavuzu

Belgenin tanıtımı ve amacı	4
1. Terimlerin tanımlamaları	5
2. Sera gazı emisyonlarının hesaplanma süreci	6
2.1. Hesaplama adımlarına ilişkin genel kılavuz	6
2.2. Kimyasal Taşımacılık Zincirlerinin Görsel Temsili:	7
2.3. Karşılaştırma ve değerlendirme için emisyon yoğunluğunun önemi:	8
2.4. Kurgusal/Hayali bir şirketin ele alınması	8
3. Emisyon yoğunluğu hesaplama sürecinin adımlarına ilişkin rehberlik	9
3.1. Adım 1: TOC/HOC faaliyetini tanımlayın	9
3.1.2. Taşımacılık faaliyetlerinizi Taşımacılık İşletme Kategorileri (TOC) ve/veya Merkez İşletme Kategorileri (HOC) olarak sınıflandırın:	10
3.1.3. TCE düzeyinde ton-kilometre veya eşdeğeri cinsinden faaliyet bilgilerini elde edin	13
3.1.3.1. Ağırlık	13
3.1.3.2. Mesafe:	14
3.1.3.3. Alt yüklenicilik:	14
3.2. Adım 2: TOC/HOC ile sera gazı emisyonlarını hesaplayın	15
3.2.1. Yakıt ve enerji tüketimini ilgili TOC/HOC'ye atayın	16
3.2.2. Kendi faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonları hesaplanması	16
3.2.3. Alt yüklenicilik:	17
3.3. Adım 3: TOC/HOC yoğunluğunu hesaplayın	18
3.4. Adım 4: Toplam Taşımacılık Zinciri emisyonlarını hesaplayın	22
Raporlayan şirket için:	22
Spesifik bir müşteri için:	22
4. Hesaplama ve raporlamada kaçınılması gereken yaygın hatalar	23
4.1. Verilerle ilgili hususlar	23
4.2. TOC seçimi	23
4.3. Faaliyet hesaplaması	23
4.4. Alt yüklenicilik	24
4.5. Standart format kullanarak tarihsel raporlama	24
4.6. Sevkiyat başına taşımacılık emisyonları:	24
4.6. Yük tanımı:	25
4.7. Boş çalıştırma "Empty running":	25
5. Değer zincirinde sera gazı emisyonlarının hesaplanması	25
5.1. GHG emisyonlarının raporlanması:	25
5.2. Sera gazı emisyonlarını tek bir kapsam veya müşteriye atfetmek	25
5.3. GHG emisyonlarının modellenmesi	26
5.4. GHG emisyon hesaplaması ile ilgili veri alışverişi	26
6. Önerilen sera gazı emisyon azaltma girişimleri	26

Belgenin tanıtımı ve amacı

Orijinal Cefic/ECTA (Avrupa Kimya Endüstrisi Konseyi / Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği) Emisyon Ölçüm Kılavuzu Mart 2011'de yayınlanmıştır. O tarihten bu yana, emisyon raporlaması alanında birçok değişiklik olmuştur ve bu nedenle kılavuzun güncellenmesi gerekmektedir. Avrupa Standardı EN 16258:2012 2012 yılında yayınlanmış ve ardından 2016 yılında Küresel Lojistik Emisyon Konseyi (GLEC) Çerçevesi getirilmiştir.

Cefic¹ ve ECTA², 2021 yılında Smart Freight Centre³ ile işbirliği yaparak Avrupa kimya endüstrisi için GLEC Çerçevesi Modül 5'i geliştirmiştir. Bu Modül 5'te kapsanan GHG emisyon hesaplamasının kapsamı, kimya endüstrisi tedarik zinciri ile doğrudan ilgili nakliye ve lojistik faaliyetlerini içermektedir.

Ana odak noktası, şirketlerin sözleşme gereği sorumlu olduğu nakliye ve lojistik operasyonlarıdır; bunlar öncelikle bitmiş ürünlerin müşterilere nakliyesidir. SQAS'ın 2022 revizyonuna Modül 5'e göre emisyon raporlamasının dahil edilmesiyle, kimya endüstrimizdeki herkes hesaplama ve raporlama gerekliliklerine daha aşina hale gelmektedir.

Sera gazı emisyon muhasebesi kendi başına bir amaç değildir ve “ölçülen şey yapılır” ifadesine katılıyorsak, hesaplamaları ve mevcut sera gazı emisyon düzeyini anlamayı, Avrupa iklim hedeflerine ulaşmak için hayati önem taşıyan azaltma girişimlerinin başlangıç noktası olarak ele alabiliriz.

Lojistik emisyon hesaplama metodolojilerinin daha fazla standardizasyonu için yapılan çalışmalar, 2023 yılında yeni ISO standardının (ISO 14083:2023) yayınlanmasına ve buna uygun olarak GLEC çerçevesinin (GLEC 3.0)⁴ revize edilmesine yol açmıştır. Ayrıca, Avrupa'da kimyasal madde taşımacılığına yönelik GLEC Modül 5 de buna uygun olarak revize edildi. Bu, farklı Taşımacılık İşletme Kategorileri içindeki bir Taşımacılık Zincirinden kaynaklanan emisyonları ölçmeyi hedeflediğimiz için terminolojide bazı değişikliklere yol açtı. Taşımacılık Zinciri, “yükün son üretim veya dönüşüm noktasından, taşımacılıkla ilgili olmayan ilk işleme ulaştığı noktaya kadar olan mesafe” olarak tanımlanmaktadır.

SQAS anketleri revize edildi ve Eylül 2025'ten itibaren değerlendirmelerde kullanılmaya başlandı.

Başlangıçta, bu kılavuzun kapsamı ağırlıklı olarak karayolu yük taşımacılığı ve hem paketlenmiş hem de dökme yük taşımacılığını kapsayan intermodal yolculuklara odaklanacaktır. Sonraki sürümlerde, GLEC Modül 5 metodolojisi ile uyumlu olarak demiryolu, iç su yolları ve kısa deniz yolculukları hakkında daha fazla ayrıntı eklenecektir.

Bu kılavuzun temel amacı, metodolojiyi açıklığa kavuşturmak ve kendi bünyesinde uzman bulunmayan küçük kuruluşlara yardımcı olmaktır. Kılavuz, **GLEC Modül 5** dahil olmak üzere **GLEC Çerçevesi**'ni okuma ve tanıma ihtiyacının yerini almaz, ancak hesaplamaları basit örneklerle açıklamayı ve süreçteki bazı yaygın tuzakları vurgulamayı amaçlar.

¹ <https://cefic.org/>

² <https://www.ecta.com/>

³ <https://smartfreightcentre.org/>

⁴ https://smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com/documents/GLEC_FRAMEWORK_v3_UPDATED_02_04_24.pdf

1. Terimlerin tanımlamaları

- 1.1. Taşımacılık İşletme Kategorisi (TOC): TOC, belirli bir dönemde benzer özelliklere sahip bir grup taşımacılık operasyonudur. Aksi belirtilmedikçe ve ilgili raporda açıklanmadıkça, bu dönem genellikle bir takvim yılıdır.
- 1.2. Taşımacılık Zinciri Unsurları (TCE): Bir taşımacılık zinciri, sera gazı emisyonları ayrı ayrı hesaplanan taşımacılık zinciri unsurlarına bölünebilir. Bu kılavuzda 4 TCE'yi ele alacağız: karayolu taşımacılığı, demiryolu taşımacılığı, su yolu taşımacılığı ve hub operasyonları. Bir TCE, tek bir araçla taşınan veya tek bir hub üzerinden geçiş yapan yük olarak tanımlanabilir.
- 1.3. Taşıma Zinciri: Kimya endüstrisinin taşıma zinciri, yükleme yerinden (üretim tesisi) nihai müşteriye teslimata kadar tüm lojistik faaliyetlerini içerir.
- 1.4. Boş sefer: Boş seferler, son boşaltma yerinden bir sonraki yükleme yerine kadar boş ekipmanla gerçekleştirilen tüm taşıma ve hub operasyonlarıdır. Tipik boş sefer faaliyetleri arasında temizlik, ekipman yeniden konumlandırma ve konteyner deposu faaliyetleri bulunur. Boş bir konteynerin nakliyesi veya elleçlenmesi başka bir hizmet sağlayıcıya hizmet olarak sunuluyorsa (ör. taşıma hizmet), bu faaliyet kendi başına bir sevkiyat (yani bir nakliye zinciri unsuru) olarak kabul edilir ve dolayısıyla boş sefer olarak değerlendirilmez.
- 1.5. Kuyudan depoya emisyonlar veya enerji tedarik emisyonları: Ulaşım yakıtının (benzin, dizel, elektrik, doğal gaz) üretim anından yakıt tedarik anına kadar salınan sera gazları.
- 1.6. Tank-tekerlek/uyanma veya ulaştırma faaliyetleri emisyonları: Ulaştırma yakıtının araca aktarıldığı andan (şarj veya yakıt ikmal istasyonunda) boşaltıldığı ana kadar (hareket halindeyken yakıt veya elektriğin tüketimi) salınan sera gazları.
- 1.7. Merkez İşletme Kategorisi (HOC): HOC, belirli bir dönemde (belirtilmedikçe genellikle bir takvim yılı) benzer özelliklere sahip bir grup merkez işletmesidir. Merkez işletme kategorilerine örnek olarak depo faaliyetleri, terminal faaliyetleri, temizleme istasyonları ve depo faaliyetleri verilebilir.
- 1.8. Kuyudan tekerleğe/uyanma: Yakıtın tüm yaşam döngüsünü ifade eder ve Kuyudan Depoya ve Depodan Tekerleğe emisyonları olarak ikiye ayrılır. Kuyudan Depoya (WTT) emisyonları, yakıtın rafine edilmesi ve dağıtımından kaynaklanan tüm emisyonlardır. Depodan Tekerleğe (TTW) emisyonları, yakıtın tüketiminden kaynaklanır. Bunlar birlikte bir TCE'nin toplam emisyonlarını oluşturur.
- 1.9. CO₂ eşdeğeri: İklim üzerinde etkisi olan birden fazla gazın emisyonlarını ölçmek için kullanılır. Karbondioksit tek sera gazı değildir, diğerleri arasında CH₄ Metan; CFC'ler Kloroflorokarbonlar; HFC'ler Hidroflorokarbonlar ve daha fazlası bulunur. Sera gazı emisyonları ile ilgili kılavuz, CO₂ eşdeğeri emisyonlara atıfta bulunur.
- 1.10. Birincil veriler: Doğrudan ölçümden elde edilen nicel bir değer veya doğrudan ölçüme dayalı bir hesaplama. Birincil veriler, sera gazı emisyonlarını hesaplarken en iyi seçenek olarak kabul edilir ve sera gazı emisyonlarına dönüştürülen sera gazı kaynaklarına (tütilen yakıt miktarı, sıvan soğutucu akışkan) dayalı olmalıdır. Sonuç, ilgili ulaştırma faaliyeti ile sera gazı emisyon yoğunluğu olarak hesaplanabilir.
- 1.11. İkincil veriler: Birincil veriler olmayan, varsayılan emisyon faktörlerini, hesaplanmış verileri veya yayınlanmış veritabanlarından alınan verileri içerebilen veriler. İkincil veriler, ulaştırma faaliyeti ile tam olarak eşleşmemesi nedeniyle birincil verilere göre daha düşük kalitede kabul edilir. İkincil veriler her zaman sınıflandırma ve TOC arasında en yakın eşleşmeye göre seçilmelidir.
- 1.12. Mutlak Emisyonlar: Mutlak emisyonlar, raporlayan şirketin toplam lojistik emisyonlarını metrik ton CO₂ eşdeğeri olarak ifade eder.

- 1.13. Emisyon Yoğunluğu:** Emisyon yoğunluğu, ton-kilometre başına (ulaşım için) veya ton çıkış başına (merkez operasyonları için) gram veya kg CO₂ eşdeğeri olarak ifade edilir. Bu, söz konusu emisyonlara neden olan belirli sera gazı faaliyetiyle ilişkili sera gazı emisyonlarının miktarını belirtir. Emisyon yoğunluğu birincil verilerden hesaplanabilir, ancak varsayılan emisyon faktörleri aracılığıyla da sağlanabilir.

2. Sera gazı emisyonlarının hesaplanma süreci

2.1. Hesaplama adımlarına ilişkin genel kılavuz

GHG emisyon hesaplama süreci her zaman ekonomik faaliyet ile ilgili emisyon yoğunluğunun birleştirilmesinden oluşur. GHG emisyon hesaplaması, hesaplamayı desteklemek için Taşımacılık Zinciri Unsurları (TCE) ve Taşımacılık İşletme Kategorileri (TOC) veya Merkez İşletme Kategorileri (HOC) kullanır.

Taşımacılık Zinciri veya TC, malları menşe yerinden varış yerine taşımak için kullanılan taşımacılık modları ve lojistik operasyonlarının sırasını ifade eder.

Taşımacılık Zinciri Elemanları veya TCE, bir taşımacılık zincirinin tek tek elemanlarını veya segmentlerini ifade eder. Bir taşımacılık zincirinin tüm tek tek TCE emisyonlarının toplamı, taşımacılık zincirinin toplam emisyonlarına eşit olmalıdır. Bir taşımacılık zinciri, üretim tesisinin yükleme yerinde başlar ve malların müşterinin boşaltma yerinde teslim edilmesiyle sona erer. Bu nedenle, bir nakliye zinciri birden fazla mod ve ara merkez adımından oluşabilir. Yüklemeden önce temizlik veya boşaltmadan önce ısıtma gerekiyorsa, bu faaliyet de nakliye zincirinin bir parçası olacaktır. Kaliteli GHG emisyon muhasebesi sağlamak için, bir kuruluşun TCE düzeyinde faaliyet bilgilerine (işlenen ton veya taşınan ton-kilometre) sahip olması gerekir.

$$\text{TC} = \text{TCE}_1 + \text{TCE}_2 + \text{TCE}_3$$

Total GHG TCE1 GHG TCE2 GHG TCE3 GHG

Şekil 1: Bir nakliye zincirinin toplam sera gazı emisyonlarının hesaplanması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

Taşımacılık İşletme Kategorileri veya TOC, benzer özelliklere sahip ve dolayısıyla benzer emisyon yoğunluğu profiline sahip taşımacılık zinciri unsurlarını ifade eder. TOC, bu TCE gruplarının emisyon yoğunluğunu yansıtır. Lojistik merkezleri için eşdeğer tanım, Merkez İşletme Kategorileri veya HOC'dir. Bir taşımacılık zincirindeki belirli bir TCE adımının emisyonunu hesaplamak için, TCE faaliyeti ilgili TOC veya HOC yoğunluğu ile çarpılır.

$$\text{TCE}_1 = \text{TCE}_1 \times \text{TOC}_1$$

TCE GHG Activity Intensity

Şekil 2: TCE emisyonlarının hesaplanması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

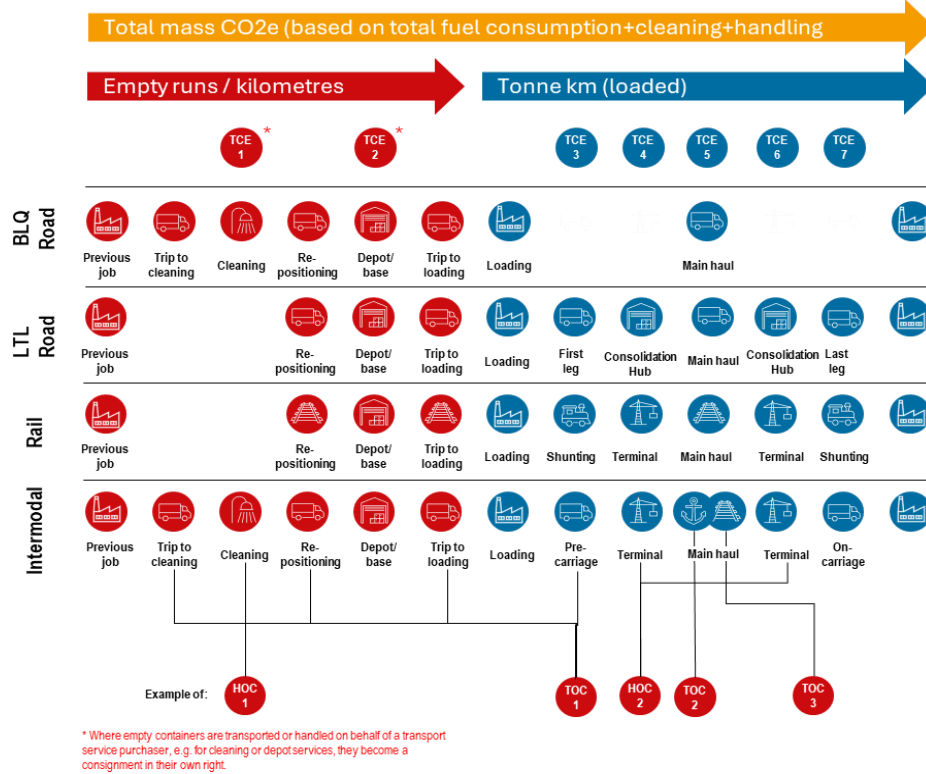
Daha ayrıntılı bir düzeyde birincil verileri elde etme kapasitesi olarak tanımlanan organizasyon olgunluğu, emisyon yoğunluğunun daha ayrıntılı olmasıyla sonuçlanır. Yeni başlayan organizasyonlar için TOC detaylılığı sınırlı olabilir. Kimya endüstrisi için yönlendirme, Modül 5'in 3. seviyesinde minimum TOC kategorizasyonuna sahip olmayı öngörür. 3. seviye, mal türü (dökme/paketlenmiş) ve nakliye ekipmanı türü (tank konteyner, tank kamyon, FTL, LTL...) ve sıcaklık (ortam sıcaklığı, sıcaklık kontrollü) bazında ayrıntılı bilgi anlamına gelir.

Olgun kuruluşlar için TOC, kendi operasyonları için ürün seviyesinde veya nakliye güzergahında olabilir.

Bir nakliye zincirinin mutlak emisyonlarını, farklı nakliye zinciri unsurlarının toplamı olarak hesaplamak için emisyon yoğunluğunu ilgili faaliyet bilgileriyle birleştirmemiz gerekecektir. Bunun için nakliye işletme kategorilerini kullanarak doğru kategorizasyon yapmamız gerekir.

Bir sonraki bölümde, eylemi açıklamak için örneklerle her adımı inceleyeceğiz.

2.2. Kimyasal Taşımacılık Zincirlerinin Görsel Temsili:



Şekil 3: Kimyasal lojistikte tipik TCE'ye genel bakış. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA) tarafından oluşturulmuştur, (2025). © Smart Freight Centre'dan uyarlanmıştır: GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 150, Boş sefer örnekleri ve bunların emisyon hesaplamasıyla ilişkisi.

Kimyasal taşıma zinciri, çok sayıda paydaş ve tedarik zinciri faaliyeti ile oldukça karmaşık olabilir. Taşıma faaliyet kategorilerini hesaplamak için, emisyonlar gidiş-dönüş perspektifinden, yani yükleme yerinden müşteriye kadar olan faaliyetler ile boş seferler ve ara faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar dikkate alınmalıdır. İlgili kimyasal tedarik zinciri faaliyetleri, nakliye faaliyetleri (ana etap, ön ve son nakliye) ve hub işletme faaliyetlerinden (depo faaliyetleri, konteyner terminali faaliyetleri, konteyner deposu operasyonları, konteyner temizliği ve ısıtma) oluşur; bu faaliyetlere, bu hub'lara gidiş-geliş seferleri ve boş ekipmanın yeniden konumlandırılması da dahildir.

Boş sefer faaliyetinin TCE olarak işaretlendiği durumlarda, bu faaliyetin belirli bir HOC ile bağımsız bir hizmet (ör. temizlik, alt yüklenici tarafından boş konteyner deposu) olarak gerçekleştirildiği anlamına gelir. Temizlik veya ısıtma faaliyetleri, müşteriye veya ürüne bağlı olarak gerekli olabileceği veya olmayabileceği için nakliye operasyonu kategorisine dahil edilmemelidir. Boş konteyner deposundan kaynaklanan emisyonlar, nakliye hizmetinin ayrılmaz bir parçası ise, ilgili nakliye TOC'sine entegre edilebilir.

2.3. Karşılaştırma ve değerlendirme için emisyon yoğunluğunun önemi:

TOC veya HOC yoğunluğunun emisyon yoğunluğu, nakliye emisyon yönetiminin temel parametrelerinden biridir. Emisyon yoğunluğu, müşterilerin belirli bir tedarik zinciri faaliyeti için çeşitli hizmet sağlayıcıların emisyon yönetim performansını karşılaştırmasına olanak tanır.

TOC/HOC emisyon yoğunluğunu belirleme süreci, aşağıda açıklanan çok aşamalı bir süreçtir:



Şekil 4: TOC ve HOC yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 34, TOC veya HOC'nin GHG emisyon yoğunluğunun hesaplanması.

Emisyon yoğunluğu, geçen yıl içinde belirli bir TOC veya HOC içindeki toplam emisyonları ve bu kategori içindeki ton-kilometre cinsinden ekonomik faaliyeti birleştirir.

2.4. Kurgusal/Hayali bir şirketin ele alınması

Emisyon hesaplama adımlarını açıklamak için pratik bir yardımcı sağlamak amacıyla, kılavuzda özel olarak tasarlanmış bir dizi nakliye faaliyeti gerçekleştiren hayali bir şirket kullanılacaktır.

Lojistik şirketi, önceki takvim yılında aşağıdaki siparişleri ilgili verilerle gerçekleştirmiş olup, şu anda sera gazı hesaplamasını yapmaktadır.

Order	Kg	Product	bulk/packed	Temp Control	From	To	Distance km (SFD for subcontracted)	Mode	transport type	own / subcontracted operation	Cleaning of the tank ?
Order 1	16800	P-12	bulk	T°-controlled	I	L	300	road	tank truck	Subcontracted	no
Order 2	21700	P-4	bulk	Ambient	U	H	1300	road	silo truck	Own operation	no
Order 3	14400	P-11	bulk	T°-controlled	S	A	1800	road	tank truck	Subcontracted	no
Order 4	20100	P-10	bulk	Ambient	A	E	400	road	tank container	Own operation	no
Order 5	26800	P-6	bulk	Ambient	Q	X	700	road	tank container	Subcontracted	no
Order 6	25700	P-10	bulk	Ambient	N	Q	300	road	tank container	Own operation	yes
Order 7	25900	P-18	bulk	Ambient	J	A	900	road	tank truck	Own operation	no
Order 8	27600	P-1	bulk	Ambient	F	Q	1100	road	silo truck	Own operation	yes
Order 9	14800	P-18	bulk	Ambient	W	K	1200	road	tank truck	Own operation	yes
Order 10	22400	P-9	bulk	Ambient	N	X	1000	road	tank container	Subcontracted	yes

Tablo 1: Hayali nakliye şirketinin sipariş özeti. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

3. Emisyon yoğunluğu hesaplama sürecinin adımlarına ilişkin rehberlik

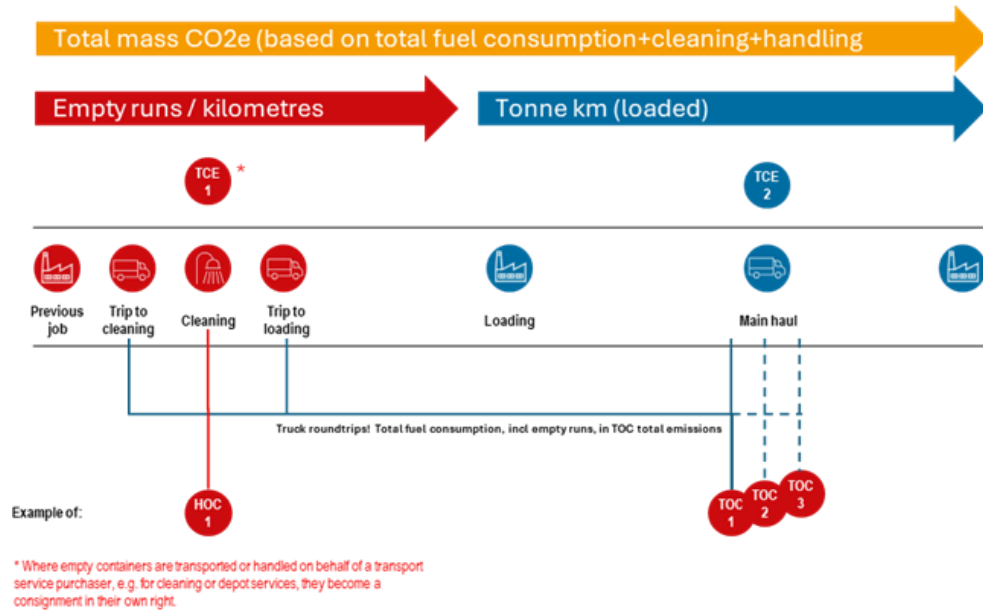
Bir sonraki bölümde, kılavuzda emisyon yoğunluğu hesaplamalarını tamamlamak için her bir süreç adımıyla ilgili daha ayrıntılı bilgiler verilecektir.

3.1. Adım 1: TOC/HOC faaliyetini tanımlayın

3.1.1. Taşıma Zincirinin Taşıma Zinciri Elemanlarını (TCE) Belirleyin

Lojistik hizmet sağlayıcıları için ilk adım, kimyasal taşımacılık zincirini farklı lojistik faaliyetlerine bölmektir. Bu adımda, kuruluş Taşımacılık Zincirini ayrı Taşımacılık Zinciri Elemanlarına bölmeli ve geçen yıl için her bir TCE ile ilişkili nakliye siparişi başına faaliyeti elde etmelidir.

Her sevkiyat için taşımacılık zinciri, yükleme yerinde (gönderici) başlar ve müşterinin boşaltma yerinde (alıcı) sona erer. Zincir boyunca bir veya daha fazla aktarma yapılabilir. Taşımacılık zinciri elemanı (TCE), tek bir araçla taşınan veya tek bir merkezden geçen taşıma zincirinin bir bölümüdür. Mallar, taşıma zincirinin tamamı boyunca aynı yükleme biriminde kalmayabilir.



Şekil 5: Toplu taşıma zincirinin TCE'si. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

TCE sadece yüklü faaliyetleri dikkate alır. Tek istisna, boş konteynerlerin veya paletlerin bir nakliye hizmeti alıcısı adına (yani alt yüklenici faaliyeti olarak) taşınmasıdır, örneğin taşıma amaçlı veya boş konteyner depolama hizmetleri veya temizlik için. Bu durumda bunlar kendi başlarına bir sevkiyat haline gelirler.

Faaliyet ton-kilometre cinsinden ifade edilir ve belirli bir mesafe boyunca taşınan ağırlık (veya eşdeğeri) ile ifade edilir.

Örnekte, her siparişin yüklü bir nakliye yolculuğu vardır ve tek aşamalı bir süreçtir. Kurgusal şirket tarafından gerçekleştirilen 10 adet yüklü nakliye TCE'si vardır.

Yüklü nakliye siparişlerine ek olarak, yüklü nakliye faaliyetinden önce temizlik yapılan 4 sipariş olduğunu da belirtmek isteriz. Temizlik faaliyeti, gidiş-dönüş nakliyeye emisyon eklediği ancak nakliye faaliyetlerinden doğrudan kaynaklanmadığı için ayrı bir TCE olarak kaydedilir.

Taşımacılık faaliyetini hesaplamak için, siparişin ağırlığını veya yükünü mesafe ile birleştiririz.

3.1.2. Taşımacılık faaliyetlerinizi Taşımacılık İşletme Kategorileri (TOC) ve/veya Merkez İşletme Kategorileri (HOC) olarak sınıflandırın:

GHG emisyon hesaplamasının doğru ve ilgili olmasını sağlamak için, benzer nakliye faaliyetlerini veya TCE'yi ilgili Taşımacılık İşletme Kategorilerine (TOC) atamak önemlidir.

Taşımacılık İşletme Kategorisi (TOC): TOC, belirli bir dönemde benzer özelliklere sahip bir grup taşımacılık faaliyetidir. Aksi belirtilmedikçe ve ilgili raporda açıklanmadıkça, bu dönem genellikle bir takvim yılıdır. TOC, birincil verileri kullanarak benzer türdeki faaliyetlerin emisyon yoğunluğunu tanımlamak için kullanılır. TOC'nizi daha fazla ayırt edemiyorsanız, nihai TOC, veri ölçüm yeteneklerinize göre belirlenmiştir. Bir kategori içindeki operasyonel özellikler mümkün olduğunca benzer olmalıdır. SQAS değerlendirmeleri için, karayolu taşımacılığına ilişkin kılavuz, GLEC Modül 5 TOC seviyelerine (bkz. şekil 6) uygun olarak en azından paketlenmiş ve dökme taşımacılık ile taşıma ekipmanı türü (seviye 3) arasında bir ayırım yapılmasını öngörmektedir. TOC tanımı, kendi operasyonları ile alt yüklenici operasyonları arasında ayırım yapmaz. Yalnızca müşteri kendi hizmetleri ile alt yüklenici hizmetleri arasında seçim yapabiliyorsa, her iki hizmetin emisyon yoğunluğu şeffaf olacak şekilde farklı TOC'lere ayrılabilir.

Road transport TOC characteristics

Transport operation category		Empty running (% of total distance)	Typical load (tonnes)	Emission intensity (g CO ₂ e/t-km)		
				WTT	TTW	WTW
Bulk goods – Level 3						
Tank truck	Ambient	19	21	18	57	75
	Temperature controlled	19	21	20	64	84
	Dedicated, ambient	50	21	27	82	109
	Dedicated, temperature controlled	50	21	30	92	122
Hopper/silo	Ambient	22	26	16	51	67
	Temperature controlled	22	26	18	57	75
	Dedicated, ambient	50	26	22	70	92
	Dedicated, temperature controlled	50	26	25	78	103
Tank container	Ambient	19	24	17	52	69
	Temperature controlled	19	24	19	58	77
	Dedicated, ambient	50	24	24	74	98
	Dedicated, temperature controlled	50	24	27	83	110

Şekil 6: Kimyasal toplu taşımacılık varsayılan değerleri. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 143, Karayolu taşımacılığı TOC özellikleri, Toplu mallar – Seviye 3.

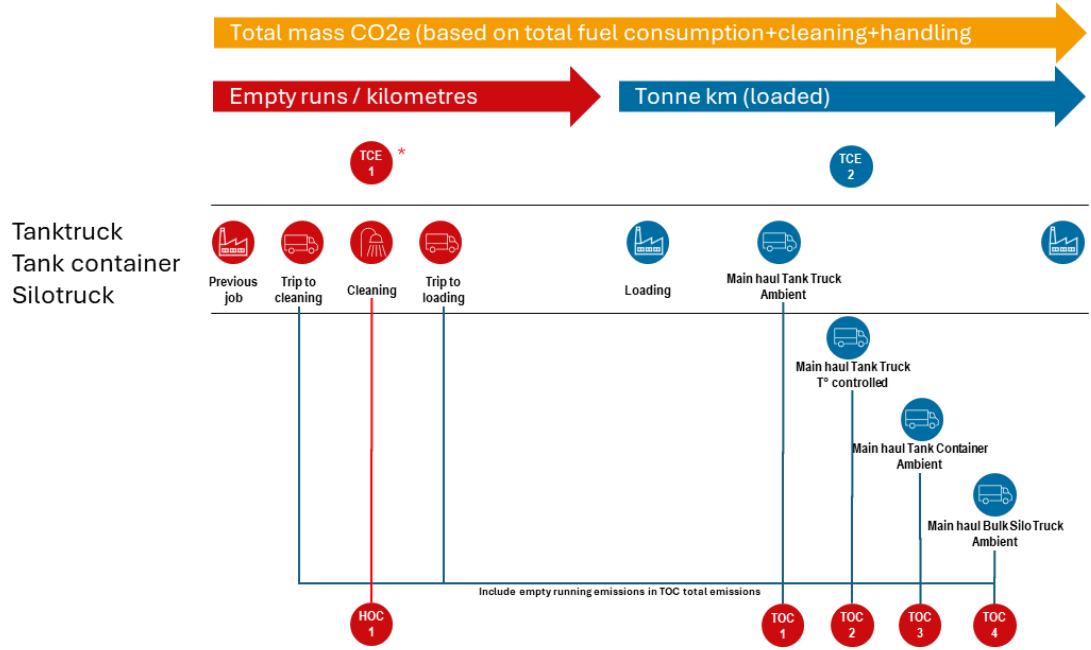
TOC örnekleri arasında şunlar sayılabilir: Paketlenmiş mallar (seviye 1), tam kamyon yükü (seviye 2), ortam sıcaklığında veya sıcaklık kontrollü (seviye 3); Dökme mallar (seviye 1), tank konteyner (seviye 2), sıcaklık kontrollü (seviye 3). TOC, bir nakliye güzergâhı, bir müşteri veya belirli bir kamyon türü için tanımlanabilir. Bu, ayrıntı düzeyi 4 olarak kabul edilecektir.

Ayrıntı düzeyinin, o nakliye işletme kategorisine kadar yakıt tüketimi, kat edilen kilometre ve taşınan tonajın kesin veya güvenilir bir şekilde atanmasını gerektirdiğini hatırlatmak önemlidir. Ayrıntılar şunları içermelidir:

1. Geçmiş hesaplama dönemi (1 yıl) boyunca söz konusu TOC kategorisi için tüketilen toplam yakıt veya elektrik miktarı.
2. Aynı geçmiş dönemde taşınan ve yüklenen yük (müşteri siparişi başına) kilometreleri veya işlenen kilometreler.

Taşımacılık İşletme Kategorileri, sera gazı emisyon yoğunluğu verilerinde tutarlılığı sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bir kuruluş tüm TCE'leri kendi varlıklarıyla işletiyorsa, gerekli bilgilerin tam ayrıntılarına sahip olabilir. Bir kuruluş kendi varlıklarını işletmiyorsa, alt yüklenicilerinden aldığı TOC yoğunluğu verilerini veya GLEC Modül 5'teki varsayılan faktörleri kullanarak nakliye zinciri emisyonlarını yine de hesaplayabilir.

Kurgusal şirketin kılavuz örneğinde, aşağıdaki TOC ve HOC'leri not ediyoruz/altını çiziyoruz:



Şekil 7: Kurgusal şirket için TOC ve HOC seçimi. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

GLEC Modül 5, Tablo 3'e göre, bu şirketin TOC ve HOC'si şu şekilde olacaktır:

Mod	Toplu/paketlenmiş	Taşımacılık Türü	Sıcaklık Kontrolü	TOC
Karayolu	Toplu	Tanker	Ortam sıcaklığı	TOC 1
			Kontrollü sıcaklık	TOC 2
		Tank Konteyner	Ortam sıcaklığı	TOC 3
		Silo Tanker	Ortam sıcaklığı	TOC 4
Tank temizliği				HOC 1

Tablo 2: Kurgusal şirket için TOC ve HOC tanımı. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

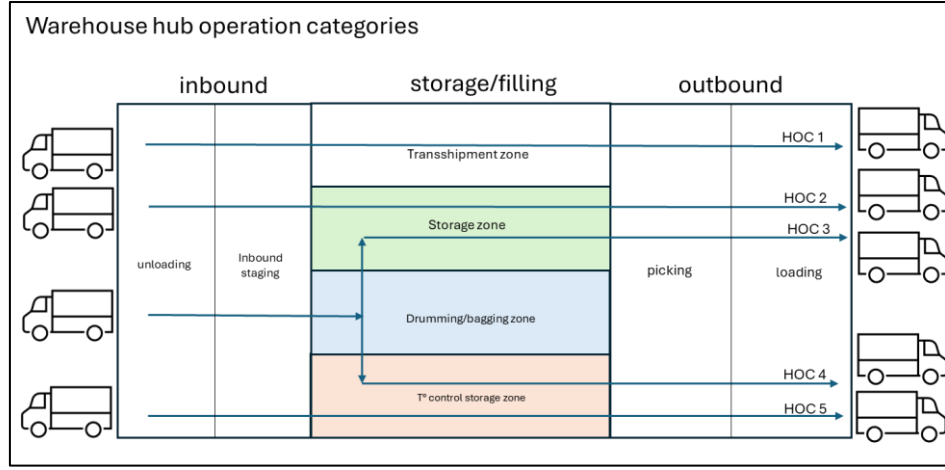
Yük taşımayan veya boş taşımacılık faaliyetlerinin TOC bilgilerinin elde edilmesinde belirli bir süreci izlediğini belirtmek önemlidir.

Taşımayla ilgili boş kilometreler, ilgili TOC'nin toplam faaliyetine **dahil edilmez**.

Boş taşımacılığın emisyonları, ilgili TOC'nin toplam emisyonlarına **dahil edilir**.

Depo operasyonları için, HOC'nin depodaki enerji tüketimi payı dikkate alınarak farklılaştırılmasını bekliyoruz. Bu, sıcaklık koşulları, depo operasyonlarının türü, depolama veya aktarma ile tanımlanabilir. Aşağıdaki farklılaştırma, beklenen minimum düzeyde olmalıdır:

- Aktarma (çapraz yükleme) – ortam sıcaklığında
- Aktarma (çapraz yükleme) – sıcaklık kontrollü
- Depolama (boşaltma ve yükleme dahil) – ortam sıcaklığında
- Depolama (boşaltma ve yükleme dahil) – sıcaklık kontrollü
- Paketleme ve depolama – ortam sıcaklığında
- Paketleme ve depolama – sıcaklık kontrollü



Şekil 8: Depo HOC'leri örneği. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

3.1.3. TCE düzeyinde ton-kilometre veya eşdeğeri cinsinden faaliyet bilgilerini elde edin

Organizasyon, bir veya birden fazla TCE'ye dayalı olarak Taşımacılık ve Merkez İşletme Kategorilerini belirlemiştir. Bir sonraki adım, TOC düzeyinde faaliyet bilgilerini elde etmektir. Bu adım, TCE faaliyetleri ve her bir TOC ile bağlantılı TCE'ler mevcut olduğu sürece oldukça basittir.

TOC/HOC düzeyinde faaliyeti hesaplamak için, o TOC/HOC'nin her bir TCE parçasının faaliyeti birleştirilmelidir.

Faaliyet, ton-kilometre veya ton cinsinden ifade edilir ve belirli bir mesafe boyunca taşınan ağırlıktan oluşur.

3.1.3.1. Ağırlık

Nakliye işlemleri için:

Sadece taşınan malların net ağırlığı (genellikle yük olarak adlandırılır) dikkate alınır; bu ağırlık, nakliyeciden sağlanan ürün ambalajını içerir, ancak operatör tarafından kullanılan ek ambalaj veya elleçleme ekipmanını içermez, yani malların yükleme yerinde sunulduğu ve (ara) varış noktasında boşaltılması beklenen haliyle. Operatör tarafından sağlanan ek nakliye ambalajları veya ekipmanları (ör. istifleme malzemesi, ambalaj malzemesi veya konteyner) dahil edilmez.

Her nakliye operasyonu için, taşınan tonaj, o operasyon için fiilen kat edilen kilometre ile çarpılır. Geçen yılki tüm bireysel ton-kilometrelerin toplamı, toplam TOC faaliyetidir.

Konteyner taşımacılığı durumunda ve nakliye operatörünün yükü belirlemesinin zor olduğu durumlarda (örneğin, intermodal demiryolu operatörü), ton yerine TEU kullanılabilir. TOC'nin sonucu TEU-kilometre olarak ifade edilir. Nakliyeciden, TEU'yu nakliye siparişinin tam tonajıyla çarpmakla yükümlüdür.

Hub operasyonları için:

Sadece taşınan malların net ağırlığı dikkate alınır; bu, nakliyeciden sağlanan ürün ambalajı dahil olmak üzere yük olarak adlandırılır. Hub operasyon faaliyeti, hub veya merkezden çıkan gönderilerin tonajına, yani **giden ağırlığa göre ölçülür**. Depo operasyonları, yüklenen ürünlerin tonajı ile hesaplanır. Temizlik faaliyetleri temizlik sayısı ile, ısıtma faaliyetleri ise ısıtma sayısı ile hesaplanır.

3.1.3.2. Mesafe:

Mesafe, nakliyeciyeye malların teslim edildiği noktadan, yani göndericiden ayrıldığı andan itibaren ölçülür ve başka bir nakliyeciyeye veya alıcıya teslim edildiği anda sona erer.

Bir kategori içindeki toplam faaliyeti hesaplamak için SQAS, her sipariş için gerçekte kat edilen kilometreyi ifade eden gerçek mesafeyi gerektirir.

Ancak, gerçek kilometreler mevcut değilse, örneğin bir alt yüklenici bu verileri sağlayamıyorsa, en kısa uygulanabilir mesafe (SFD) ile mesafe ayarlama faktörü (DAF) çarpılarak kullanılabilir.

En kısa mümkün mesafe (SFD): Bir aracın fiziksel kısıtlamaları, yol türü ve topografya gibi gerçek çalışma koşulları dikkate alınarak iki yer arasındaki en kısa pratik rota. Genellikle rota planlama yazılımı kullanılarak bulunur.

Mesafe Ayarlama Faktörü (DAF): DAF, farklı taşıma modlarına özeldir ve TCE'nin orijinal rotadan sapma olasılığına dayanır. Bu, raporlama dönemi boyunca yol çalışmaları, trafik sıkışıklığı veya rota değişikliklerinden kaynaklanabilir. Karayolu taşımacılığı için DAF 1,05'tir (ekstra mesafe %5). Demiryolu ve iç su yolları için DAF 1'e eşittir (SFD de gerçek mesafeye yakın kabul edilir).

3.1.3.3. Alt yüklenicilik:

Alt yüklenicilik kullanıldığında, emisyon hesaplama süreci iç verilerle aynı adımları izler. Ancak, veriler raporlayan şirketin iç verilerinden farklı olabilir. Alt yüklenicinin gerekli verileri raporlamasını sağlamak için ek adımlar gereklidir. Alt yükleniciler, TOC (taşımacılık faaliyetleri) veya HOC katkıları nedeniyle sonucu etkileyebilir. TOC faaliyeti için, alt yüklenici yüklü taşımalarından sorumluysa, faaliyet verileri gereklidir.

Alt yüklenici verilerinin ayrıntınlığı ve doğruluğu, raporlanabilir TOC'yi etkileyeceğinden özel dikkat gösterilmelidir. Alt yüklenici birincil verileri sağlayamazsa, mesafe bilgileri muhtemelen SFD (kısa uygulanabilir mesafe) kullanılarak modellenmiş ve DAF (mesafe ayarlama faktörü) ile düzeltilmiş veriler olacaktır.

Kılavuz örneğinde, faaliyeti hesaplamak için önceki takvim yılının raporunu kullanıyoruz. Örneğin, Sipariş 1 için taşınan yük (ton cinsinden) ile karşılık gelen kat edilen mesafe (kilometre cinsinden) birleştirilerek ton-kilometre (tkm) toplamı elde edilir. Sipariş 1'in alt yükleniciye verilen bir sipariş olduğu ve gerçek mesafeler veya yakıt tüketimi hakkında hiçbir birincil veri paylaşılmadığına dikkat edin. Bu nedenle, SFD mesafe hesaplamasını kullanmalıyız.

Dolayısıyla Sipariş 1 için hesaplama şudur: $16.8 \times (300 \times 1.05) = 5,292$ tkms

Order	Kg	Product	bulk/packed	Temp Control	From	To	Distance km (SFD for subcontracted)	Mode	transport type	own / subcontracted operation	Cleaning of the tank ?
Order 1	16800	P-12	bulk	T°-controlled	I	L	300	road	tank truck	Subcontracted	no
Order 2	21700	P-4	bulk	Ambient	U	H	1300	road	silos truck	Own operation	no
Order 3	14400	P-11	bulk	T°-controlled	S	A	1800	road	tank truck	Subcontracted	no
Order 4	20100	P-10	bulk	Ambient	A	E	400	road	tank container	Own operation	no
Order 5	26800	P-6	bulk	Ambient	Q	X	700	road	tank container	Subcontracted	no
Order 6	25700	P-10	bulk	Ambient	N	Q	300	road	tank container	Own operation	yes
Order 7	25900	P-18	bulk	Ambient	J	A	900	road	tank truck	Own operation	no
Order 8	27600	P-1	bulk	Ambient	F	Q	1100	road	silos truck	Own operation	yes
Order 9	14800	P-18	bulk	Ambient	W	K	1200	road	tank truck	Own operation	yes
Order 10	22400	P-9	bulk	Ambient	N	X	1000	road	tank container	Subcontracted	yes

Tablo 3: Kurgusal şirket için faaliyet hesaplaması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025)

3.2. Adım 2: TOC/HOC ile sera gazı emisyonlarını hesaplayın

Bu adımda, kuruluş belirli bir TOC'nin toplam GHG emisyonlarını hesaplayacaktır.

Rehber, mevsimsellik veya diğer etkileyici faktörlerin değişkenliğini azaltmak için temsil edici bir geçmiş dönemdeki emisyonları hesaplamayı önermektedir. SQAS değerlendirmeleri için 1 yıllık bir dönem varsayıyoruz, böylece geçmişteki hava durumu, sürücü ve trafik etkilerindeki değişiklikler yeterince düzeltilmiş oluyor.

Bu konuda izlenecek yaklaşım, kuruluşunuzun olgunluk düzeyine bağlı olacaktır. Satın alınan toplam yakıt litresi, filodaki kamyon türlerine göre ortalama yakıt tüketimi veya telematik sistemler veya yakıt ikmali kayıtları aracılığıyla izlenen gerçek tüketime dayalı olabilir.

Raporlama yapan şirket, yakıtı araç başına ve TOC başına (ör. paketli veya dökme taşıma ve ortam sıcaklığında veya sıcaklık kontrollü taşıma) veya HOC (temizlik ve ısıtma gibi) başına gerçek tüketilen litre olarak elde etmeyi hedeflemelidir.

Aracın boş olduğu ve üsse döndüğü, boş konteynerleri taşıdığı, temizlik veya bir sonraki yükleme yerine seyahat ettiği durumlarda kullanılan yakıtı da dahil etmeyi unutmayın.

Boş çalıştırma, sera gazı emisyon muhasebesinin kritik bir bileşenidir ve yüksek öncelikli bir azaltma aracıdır.

Raporlayan şirket, TOC/HOC düzeyinde ve tercihen birincil verilere dayalı bir emisyon raporu elde etmek için alt yüklenicilerle gerekli anlaşmaları yapmalıdır. Alt yüklenici tarafından emisyon raporu sağlanmayan alt yüklenici faaliyetleri durumunda, GLEC Modül 5'teki ilgili TOC faaliyetlerinin varsayılan faktörlerini kullanarak, kısa uygulanabilir mesafe ve taşınan ürün miktarını temel alarak emisyonu hesaplayabilirsiniz.

Taşımacılık işletme kategorisi (TOC) veya merkez işletme kategorisi (HOC) için gerçek yakıt tüketimi bilindiğinde, o yakıt için emisyon faktörünü kullanarak her yakıt için ilgili sera gazı emisyonlarını hesaplayabilirsiniz. Emisyon faktörlerinin zamanla değişebileceğini ve bölgeye göre farklılık gösterebileceğini bilmelisiniz, bu nedenle her zaman en güncel emisyon faktörlerini kullandığınızdan emin olun. GLEC çerçevesine dahil olan emisyon faktörlerine ilişkin bağlantılar bu kılavuzun 8. bölümünde yer almaktadır.

Toplam (veya mutlak) emisyonlar normalde ton veya kg CO₂e cinsinden raporlanır.

3.2.1. Yakıt ve enerji tüketimini ilgili TOC/HOC'ye atayın

Bu adımda, tüm yakıt ve enerji tüketimini emisyon kaynağına göre birleştireceğiz. Amaç, emisyon kaynağı ile ilgili TCE ve dolayısıyla ilgili TOC arasında bir korelasyon kurmaktır.

Rehber örnekte, hayali şirket nakliye türüne göre yakıt ve enerji tüketimini elde edebilmiştir. İdeal olan, tüketim bilgilerini daha ayrıntılı bir düzeyde, örneğin varlık (asset) veya kamyon düzeyinde elde etmektir. Bu detaylılık, raporlayan şirketin sipariş, TCE, TOC ve emisyon kaynağı arasında daha doğru bir korelasyon kurmasını sağlayacaktır. Gerçekte, tek bir TOC içinde farklı yöntemlerin kombinasyonları mümkündür.

Kendi operasyonlarımız için, nakliye türüne göre aşağıdaki bilgileri belirliyoruz:

Kendi Kamyonlarımız – Yakıt Tüketimi		
Taşımacılık Türü	Yakıt Türü	Geçen Seneki Toplam
Tanker	Dizel biyoyakıt karışımı %7	750 litre
Silo Tanker	LNG	600 kg
Tank Konteyner	Dizel biyoyakıt karışımı %7	300 litre

Tablo 4: Kurgusal şirketin yakıt tüketimi (kendi varlıkları). Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

Bu, kendi operasyonları için yakıt tüketiminin TOC'lere aşağıdaki şekilde atanabileceği anlamına gelir

- TOC1: karayolu dökme tankeri ortam: 750 litre Dizel B7
- TOC3: karayolu dökme tank konteyneri ortam (kendi operasyonları): 300 litre Dizel B7
- TOC4: karayolu dökme silo tankeri ortam: 600 kg LNG

TOC2, T° kontrollü karayolu dökme tankeri tamamen alt yükleniciye verilmiştir ve emisyon hesaplaması 4.2.3'te açıklanmıştır. TOC3 de kısmen alt yükleniciye verilmiştir. TOC3 toplam emisyonlarını hesaplamak için, kendi operasyonlarımızdan kaynaklanan emisyonlar alt yüklenici hizmetlerinden kaynaklanan emisyonlara eklenecektir.

3.2.2. Kendi faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonları hesaplanması

Kendi faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar, TOC veya HOC başına tüketilen yakıt ve enerjinin ilgili enerji emisyon yoğunluğu faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanır.

Biyoyakıt karışımları da dahil olmak üzere en yaygın yakıtların enerji emisyon yoğunluğu faktörleri GLEC çerçevesinin 3. bölümünde bulunabilir. Enerji emisyon yoğunluğu faktörleri Ecoinvent ve diğer önde gelen veritabanlarına göre sık sık güncellendiğinden, her zaman en son GLEC yayınına doğrulayın.

Rehber örnekte, bu işlem aşağıdaki emisyonlara yol açmaktadır.

$$\text{TOC1: } 750\text{l DizelB7} \times 0,836 \text{ (yoğunluk)} \times 3,96 \text{ kg CO}_{2e} / \text{kg} = 2483 \text{ kg CO}_{2e}$$

Energy carrier	Lower heating value MJ/kg	Density kg/l	Volumetric energy density MJ/l	GHG emission (energy provision / WTT) g CO _{2e} /MJ	GHG emission (operational/TTW) g CO _{2e} /MJ	GHG emission (total/WTW) g CO _{2e} /MJ	GHG emission (energy provision/ WTT) kg CO _{2e} /kg	GHG emission (operational/TTW) kg CO _{2e} /kg	GHG emission (total/WTW) kg CO _{2e} /kg
Diesel-Biofuel Blends Emission factors: Europe									
100% Diesel	42.8	0.832	35.6	22.6	75.3	97.8	0.97	3.22	4.19
99% Diesel, 1% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.7	74.5	97.2	0.97	3.19	4.15
98% Diesel, 2% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.8	73.8	96.6	0.97	3.15	4.12
95% Diesel, 5% Biodiesel	42.5	0.835	35.5	23.1	71.6	94.7	0.98	3.04	4.03
93% Diesel, 7% Biodiesel	42.4	0.836	35.4	23.4	70.1	93.4	0.99	2.97	3.96
90% Diesel, 10% Biodiesel	42.2	0.838	35.4	23.7	67.9	91.6	1.00	2.86	3.87
80% Diesel, 20% Biodiesel	41.6	0.844	35.1	24.9	60.4	85.3	1.04	2.52	3.55
50% Diesel, 50% Biodiesel	39.9	0.862	34.4	28.4	38.2	66.6	1.13	1.52	2.66
100% Biodiesel (50 % rapeseed, 40 % used cooking oil, 10 % soybean)	37.0	0.892	33.0	34.2	1.2	35.4	1.27	0.0429	1.31

Şekil 9: Hayali şirket için TOC1 emisyon hesaplaması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 87, Biyoyakıt Karışımı.

$$\text{TOC4: } 600\text{kg LNG} \times 3,99 \text{ kg CO}_{2e} / \text{kg} = 2394 \text{ kg CO}_{2e}$$

Emission factors: European sources									
Energy carrier	Example application	Lower heating value MJ/kg	Density kg/l	GHG emission (operational/TTW) g CO _{2e} /MJ	GHG emission (total/WTW) g CO _{2e} /MJ	GHG emission (operational/TTW) kg CO _{2e} /kg	GHG emission (total/WTW) kg CO _{2e} /kg	Non-CO ₂ GHG emissions (operational/TTW) g CO _{2e} /MJ	Biogenic GHG emissions (operational/TTW) g CO _{2e} /g
Liquefied Natural Gas (LNG)	Europe spark ignition truck	48.0	n.a.	57.4	83.1	2.75	3.99	0.93	n.a.
Bio-CNG (40% maize, 40% manure, 20% biowaste)	Europe spark ignition truck	50.0	n.a.	0.9	25.7	0.05	1.28	0.93	2.86
Bio-LNG (40% maize, 40% manure, 20% biowaste)	Europe spark ignition truck	50.0	n.a.	0.9	29.8	0.05	1.49	0.93	2.86
Liquefied Natural Gas (LNG)	otto diesel fuel ship (medium speed)	48.0	n.a.	77.6	96.1	3.73	4.81	20.33	n.a.
Liquefied Natural Gas (LNG)	otto diesel fuel ship (slow speed)	48.0	n.a.	67.5	86.0	3.24	4.13	10.20	n.a.

^a Factors based on long distance/heavy duty road transport only, as LNG is not recommended for light duty/urban distribution.

- GHG emission factors for biofuels can vary considerably according to feedstock mix and process. Certified waste stream feedstocks can lead to low or even negative emission factors under certain circumstances; emission factors need to be carefully checked in such circumstances to avoid unintended consequences and overstatement of emission reduction benefits.
- Bio-LNG and bio-CNG based on GHG reduction threshold to qualify under the Renewable Energy Directive II (RED II).²
- Emission factors sourced from ecoinvent v3.9.1 and the European electricity emission factor above are the only ones confirmed to include fuel and energy production infrastructure in the WTT element as this is a new requirement.
- Electricity emission factor above is from a different source to that used to calculate EU rail default emission intensities as we are unable to quote the IEA values here.

Şekil 10: Hayali şirket için TOC4 emisyon hesaplaması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 78, Emisyon faktörleri: Avrupa kaynakları.

3.2.3. Alt yüklenicilik:

Alt yüklenicilik kullanıldığında, emisyon hesaplama süreci iç verilerle aynı adımları izler. Ancak, veriler raporlayan şirketin iç verilerinden farklı olabilir. Alt yüklenicinin gerekli verileri raporlamasını sağlamak için ek adımlar gereklidir. Alt yükleniciler, TOC (nakliye faaliyetleri) veya HOC katkıları nedeniyle sonucu etkileyebilir. TOC için: alt yüklenici boş ve/veya yüklü taşımadan sorumluysa, emisyon verileri gereklidir. Alt yüklenici verilerinin ayrıntınlığı ve doğruluğu, raporlanabilir TOC'yi etkileyeceğinden, bu konuya özellikle dikkat gösterilmelidir.

HOC emisyon yoğunluğu, bir merkez operasyon kategorisindeki toplam emisyonların o kategorideki faaliyet birimlerine bölünmesiyle hesaplanır.

Emisyon yoğunluğu normalde ton veya birim başına gram CO₂e cinsinden raporlanır.

Örneğimizde, TOC emisyon yoğunlukları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır TOC1 – karayolu dökme tankeri ortam (kendi)

- Toplam emisyonlar: 2,483 kg CO₂e
- Toplam faaliyet: 41,070 ton-km
- TOC1 yoğunluğu: 60,46 g CO₂e/tonne-km

TOC1 : road bulk tanktruck ambient			
own activity	41070 tonne-km		
emissions own	750 *0,836*3,96		2483 kg CO ₂ e
TOC 1 intensity	60,46 g CO ₂ e/tonne-km	=(2483/41070)*1000	

Own trucks - fuel consumption		
Type of transport	fuel type	total last year
Tank truck	diesel biofuel blend 7%	750 liter
silob truck	LNG	600 kg
Tank container	diesel biofuel blend 7%	300 liter

Row Labels	Sum of tonkm	Sum of tonkm act
silob truck	58570	58570
Ambient	58570	58570
Own operation	58570	58570
Order 2	28210	28210
Order 8	30360	30360
tank container	56910	58968
Ambient	56910	58968
Own operation	15750	15750
Order 4	8040	8040
Order 6	7710	7710
Subcontracted	41160	43218
Order 10	22400	23520
Order 5	18760	19698
tank truck	72030	73578
Ambient	41070	41070
Own operation	41070	41070
Order 7	23310	23310
Order 9	17760	17760
T ^o -controlled	30960	32508
Subcontracted	30960	32508
Order 1	5040	5292
Order 3	25920	27216

Şekil 12: Hayali bir şirket için TOC1 (karayolu dökme tankeri ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

Energy carrier	Lower heating value MJ/kg	Density kg/l	Volumetric energy density MJ/l	GHG emission (energy provision / WTT) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (operational/ TTW) g CO ₂ e /MJ	GHG emission (total/WTW) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (energy provision/ WTT) kg CO ₂ e/kg	GHG emission (operational/ TTW) kg CO ₂ e/kg	GHG emission (total/WTW) kg CO ₂ e/kg
Diesel-Biofuel Blends Emission factors: Europe									
100% Diesel	42.8	0.832	35.6	22.6	75.3	97.8	0.97	3.22	4.19
99% Diesel, 1% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.7	74.5	97.2	0.97	3.19	4.15
98% Diesel, 2% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.8	73.8	96.6	0.97	3.15	4.12
95% Diesel, 5% Biodiesel	42.5	0.835	35.5	23.1	71.6	94.7	0.98	3.04	4.03
93% Diesel, 7% Biodiesel	42.4	0.836	35.4	23.4	70.1	93.4	0.99	2.97	3.96
90% Diesel, 10% Biodiesel	42.2	0.838	35.4	23.7	67.9	91.6	1.00	2.86	3.87
80% Diesel, 20% Biodiesel	41.6	0.844	35.1	24.9	60.4	85.3	1.04	2.52	3.55
50% Diesel, 50% Biodiesel	39.9	0.862	34.4	28.4	38.2	66.6	1.13	1.52	2.66
100% Biodiesel (50 % rapeseed, 40 % used cooking oil, 10 % soybean)	37.0	0.892	33.0	34.2	1.2	35.4	1.27	0.0429	1.31

Şekil 13: Hayali bir şirket için TOC1 (karayolu dökme tankeri ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 87, Biyoyakıt Karışımları

TOC3 – karayolu dökme tank konteyneri ortam (kendi + alt yüklenici)

- Toplam emisyonlar: 993 kg CO₂e (kendi) + 2.840,04 kg CO₂e (alt yüklenici) = 3.833 kg CO₂e
- Toplam faaliyet: 15.750 ton-km (kendi) + 43.218 ton-km (DAF ile alt yüklenici) = 58968 ton-km
- TOC3 yoğunluğu: 65 g CO₂e / ton-km

TOC3: road bulk tankcontainer ambient			
own activity	15750 tonne-km (act.)		
subc act	41160 * 1,05 (DAF)	43218 tonne-km	
total activity	58968 tonne-km	=15750 +43218	
emissions own	300 *0,836*3,96	993 kg CO ₂ e	
emissions subc	41160 *69 gCO ₂ e/tonne-km	2840,04 kg CO ₂ e	
total emissions	3833 kg CO ₂ e	=993+2840,04	
TOC3 intensity	65,00 g CO ₂ e/tonne-km		

Own trucks - fuel consumption		
Type of transport	fuel type	total last year
Tank truck	diesel biofuel blend 7%	750 liter
silto truck	LNG	600 kg
Tank container	diesel biofuel blend 7%	300 liter

Row Labels	Sum of tonkm	Sum of tonkm act
silto truck	58570	58570
Ambient	58570	58570
Own operation	58570	58570
Order 2	28210	28210
Order 8	30360	30360
tank container	56910	58968
Ambient	56910	58968
Own operation	15750	15750
Order 4	8040	8040
Order 6	7710	7710
Subcontracted	41160	43218
Order 10	22400	23520
Order 5	18760	19698
tank truck	72030	73578
Ambient	41070	41070
Own operation	41070	41070
Order 7	23310	23310
Order 9	17760	17760
T*-controlled	30960	32508
Subcontracted	30960	32508
Order 1	5040	5292
Order 3	25920	27216

Şekil 14: Hayali bir şirket için TOC3 (karayolu tanker ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimyasal Taşımacılık Derneği (ECTA), (2025).

Energy carrier	Lower heating value MJ/kg	Density kg/l	Volumetric energy density MJ/l	GHG emission (energy provision / WTT) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (operational/ TTW) g CO ₂ e /MJ	GHG emission (total/WTW) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (energy provision/ WTT) kg CO ₂ e/kg	GHG emission (operational/ TTW) kg CO ₂ e/kg	GHG emission (total/WTW) kg CO ₂ e/kg
Diesel-Biofuel Blends Emission factors: Europe									
100% Diesel	42.8	0.832	35.6	22.6	75.3	97.8	0.97	3.22	4.19
99% Diesel, 1% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.7	74.5	97.2	0.97	3.19	4.15
98% Diesel, 2% Biodiesel	42.7	0.833	35.6	22.8	73.8	96.6	0.97	3.15	4.12
95% Diesel, 5% Biodiesel	42.5	0.835	35.5	23.1	71.6	94.7	0.98	3.04	4.03
93% Diesel, 7% Biodiesel	42.4	0.836	35.4	23.4	70.1	93.4	0.99	2.97	3.96
90% Diesel, 10% Biodiesel	42.2	0.838	35.4	23.7	67.9	91.6	1.00	2.86	3.87
80% Diesel, 20% Biodiesel	41.6	0.844	35.1	24.9	60.4	85.3	1.04	2.52	3.55
50% Diesel, 50% Biodiesel	39.9	0.862	34.4	28.4	38.2	66.6	1.13	1.52	2.66
100% Biodiesel (50 % rapeseed, 40 % used cooking oil, 10 % soybean)	37.0	0.892	33.0	34.2	1.2	35.4	1.27	0.0429	1.31

Şekil 15: Hayali bir şirket için TOC3 (karayolu tanker ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 87, Biyoyakıt Karışımları.

TOC4 – karayolu dökme tankeri ortam (kendi)

- Toplam emisyonlar: 2.394 kg CO₂e
- Toplam faaliyet: 58.570 ton-km
- TOC3 yoğunluğu: 40,87 g CO₂e/ton-km

TOC4: road bulk silo truck ambient			
own activity	58570 tonne-km		
emissions own	600 *3,99 kg CO ₂ e/kg	2394 kg CO ₂ e	
TOC4 intensity	40,87 g CO ₂ e/tonne-km	=(2394/58570)*1000	

Own trucks - fuel consumption		
Type of transport	fuel type	total last year
Tank truck	diesel biofuel blend 7%	750 liter
silo truck	LNG	600 kg
Tank container	diesel biofuel blend 7%	300 liter

Row Labels	Sum of tonkm	Sum of tonkm act
silo truck	58570	58570
Ambient	58570	58570
Own operation	58570	58570
Order 2	28210	28210
Order 8	30360	30360
tank container	56910	58968
Ambient	56910	58968
Own operation	15750	15750
Order 4	8040	8040
Order 6	7710	7710
Subcontracted	41160	43218
Order 10	22400	23520
Order 5	18760	19698
tank truck	72030	73578
Ambient	41070	41070
Own operation	41070	41070
Order 7	23310	23310
Order 9	17760	17760
T^o-controlled	30960	32508
Subcontracted	30960	32508
Order 1	5040	5292
Order 3	25920	27216

Şekil 16: Hayali bir şirket için TOC4 (karayolu dökme silo tankeri ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: Cefic ve Avrupa Kimya

Emission factors: European sources

Energy carrier	Example application	Lower heating value MJ/kg	Density kg/l	GHG emission (operational/TTW) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (total/WTW) g CO ₂ e/MJ	GHG emission (operational/TTW) kg CO ₂ e/kg	GHG emission (total/WTW) kg CO ₂ e/kg	Non-CO ₂ GHG emissions (operational/TTW) g CO ₂ e/MJ	Biogenic GHG emissions (operational/TTW) in g CO ₂ e/g	Source
Liquefied Natural Gas (LNG)	Europe spark ignition truck	48.0	n.a.	57.4	83.1	2.75	3.99	0.93	n.a.	ifeu, iftras & Fraunhofer IML, 2024 ¹⁸
Bio-CNG (40% maize, 40% manure, 20% biowaste)	Europe spark ignition truck	50.0	n.a.	0.9	25.7	0.05	1.28	0.93	2.86	ifeu, iftras & Fraunhofer IML, 2024 ¹⁸
Bio-LNG (40% maize, 40% manure, 20% biowaste)	Europe spark ignition truck	50.0	n.a.	0.9	29.8	0.05	1.49	0.93	2.86	ifeu, iftras & Fraunhofer IML, 2024 ¹⁸
Liquefied Natural Gas (LNG)	otto dual fuel ship (medium speed)	48.0	n.a.	77.6	96.1	3.73	4.61	20.33	n.a.	IMO MEPC 81 ²⁸
Liquefied Natural Gas (LNG)	otto dual fuel ship (slow speed)	48.0	n.a.	67.5	86.0	3.24	4.13	10.20	n.a.	IMO MEPC 81 ²⁸

Şekil 17: Hayali bir şirket için TOC4 (karayolu dökme silo tankeri ortam) emisyon yoğunluğunun hesaplanması. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Framework v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 78, Emisyon faktörleri: Avrupa kaynakları.

3.4. Adım 4: Toplam Taşımacılık Zinciri emisyonlarını hesaplayın

Kuruluş, artık taşıma ve merkez faaliyet düzeyinde her bir TCE için emisyon yoğunluklarını belirlemiştir.

Raporlayan şirket için:

Taşıma zincirinin veya kuruluşun toplam emisyonlarını hesaplamak için, her bir taşıma zinciri unsurunun toplamı alınacaktır.

TOC	Operatör	CO2e	TKM	Emisyon Yoğunluğu
TOC 1	Kendi	2,483.00	41070	60.46
TOC 2	Alt	2,601.00	32508	80.01
TOC 3	Alt	2,840.00		
TOC 3	Kendi	993.17		
TOC 3	Kombine	3,476.17	58968	58.95
TOC 4	Kendi	2,394.00	58570	40.87
TOPLAM	Kombine	14,787.34	191116	77.37

Hesaplama adımları, 2 kritik ölçütü sonuçlanır: şirket faaliyetlerinin emisyon yoğunluğu ve önceki takvim yılı boyunca şirketin toplam mutlak emisyonları.

Spesifik bir müşteri için:

Spesifik bir müşteri için nakliye zincirinin toplam emisyonlarını hesaplamak için, o müşterinin nakliye siparişleriyle ilgili her bir nakliye zinciri unsurunun toplamı alınır. Örneğimizde, sipariş 2, 4 ve 5'in o müşteri adına gerçekleştirildiğini varsayıyoruz.

Sipariş	TOC	TKM	Emisyon Yoğunluğu	CO2e
Sipariş 2	TOC 4	28210	40.87	1,153.06
Sipariş 4	TOC 3	8040	58.95	473.96
Sipariş 5	TOC 3	19698	58.95	1,161.20
Toplam	Kombine	14,787.34	191116	77.37

Hesaplama adımları, 2 kritik ölçütü sonuçlanır: şirket faaliyetlerinin emisyon yoğunluğu ve önceki takvim yılı boyunca şirketin toplam mutlak emisyonları.

4. Hesaplama ve raporlamada kaçınılması gereken yaygın hatalar

4.1. Verilerle ilgili hususlar

Şirketlerin faaliyetlerinden sistematik olarak operasyonel veriler toplamaları teşvik edilir. Veriler ne kadar ayrıntılı olursa, emisyon hesaplamaları da o kadar kesin ve güvenilir olur. Bu nedenle birincil veriler her zaman tercih edilir ve şirketler bu amaçla veri kullanılabilirliğini iyileştirmek için çalışmalıdır. SQAS değerlendirmeleri için 1 yıllık bir hesaplama dönemi varsayıyoruz, böylece geçmişteki hava durumu, sürücü ve trafik etkileri yeterince dahil edilir.

Birincil veriler, belirli bir TOC veya HOC için gerçekte kat edilen kilometre, nakledilen gerçek tonaj, litre cinsinden gerçek yakıt tüketimi anlamına gelir. Bu, ortalama veya birden fazla TOC kategorisi için toplu tüketimi ifade etmez.

4.2. TOC seçimi

TOC yoğunluğu en kritik adımlardan biridir, çünkü TOC'nin yanlış seçilmesi, emisyon hesaplamalarının yanlış olmasına ve genellikle emisyonların fazla hesaplanmasına neden olur. En yaygın hatalar, TOC'nin çok yüksek seviyede olması ve yeterince ayrıntılı olmamasıdır. Kılavuzda, Modül 5 TOC'lerin en az seviye 3'e ulaşılması önerilmektedir. Bu, uygun bir ayrıntı düzeyinin kullanılmasını sağlayacaktır.

4.3. Faaliyet hesaplaması

Ton-kilometreyi doğru hesaplamak için, her bir sevkiyatın ağırlığını (ton cinsinden) sevkiyatın kat ettiği mesafeyle (kilometre cinsinden) çarpmanız gerekir. Bu işlem her sevkiyat için ayrı ayrı yapılmalı ve ardından sonuçlar toplanarak toplam ton-kilometre elde edilmelidir.

İnsanların sıkça yaptığı hata, önce tüm ağırlıkları ve mesafeleri toplamak, ardından bu toplamaları birbiriyle çarpmaktır. Örneğin, 10 ton ile 5 tonu toplarsanız 15 ton, 100 kilometre ile 200 kilometreyi toplarsanız 300 kilometre elde edersiniz. 15 ton ile 300 kilometreyi çarparsanız 4.500 ton-kilometre elde edersiniz, bu da yanlıştır ve gerçek nakliye faaliyetini önemli ölçüde abartır.

Bu hata, her tonun toplam mesafenin tamamı boyunca taşındığını varsayar, ancak tüm sevkiyatlar tam olarak aynı rotayı izlemedikçe bu doğru değildir. Bu hatayı önlemek için, her sevkiyat için ton-kilometreyi ayrı ayrı hesaplayın ve ardından bunları birbirine ekleyin.

4.4. Alt yüklenicilik

Alt yüklenici faaliyetleri için, faaliyet verileri ile yoğunluk birleştirilirken bazı hususlar dikkate alınmalıdır. Varsayılan bir değere dayalı toplam emisyonların hesaplanması için, faaliyet SFD cinsinden ifade edilmelidir (DAF kullanılmamalıdır). Karma hizmetlerin (kendi + alt yüklenici faaliyeti) toplam faaliyetinin hesaplanması için, alt yüklenici faaliyeti DAF ile düzeltililecektir:

- Actual distance x actual intensity = OK
- SFD x default factor = OK
- SFD x DAF x actual intensity = OK
- SFD x actual intensity = Not OK

4.5. Standart format kullanarak tarihsel raporlama

Raporlama, amaçlanan nakliyecisi için bir nakliye zinciri ögesi (TCE) içinde gerçekleştirilen TOC/HOC düzeyinde, verilerin kaynağına göre (birincil veriler ve varsayılan faktörler) farklılaştırılarak yapılabilir. Raporlama, kendi (TOC veya HOC) faaliyetlerinden ve alt yüklenici faaliyetlerinden kaynaklanan tüm emisyonları içermelidir.

Nakliyecisiyle ilişkili emisyonları hesaplamak için, mutlak emisyonlar ve ekonomik faaliyetler TOC/HOC tarafından o nakliyecisiye tahsis edilerek hesaplanmalıdır. Ayrıntılı düzeyde veri mevcut değilse, ekonomik faaliyet, kat edilen mesafe, taşınan yük veya diğer değişkenlere göre yapısal bir oran belirlenmelidir.

ISO uyumlu raporlama formatına ilişkin bir örnek aşağıda gösterilmiştir:

Example of road transport reporting

Item	GHG intensity (WTW) CO ₂ e kg/tkm	Customer specific tkm	WTW GHG emission (kg CO ₂ e)
Ambient groupage transport	0.0617	28,600	160.42
Total emissions kg CO ₂ e			160.42
Input data type	100% primary data		
Mode coverage	Road		
Data verification statement	Data has not been independently verified by a 3rd party		
Period covered	March 2021		

Şekil 18: ISO uyumlu raporlama formatı örneği. Kaynak: GLEC Çerçevesi. Kaynak: © Smart Freight Centre, GLEC Çerçevesi v3.1 sürümü, revize edilmiş ve güncellenmiş (2024), sayfa 158, Karayolu taşımacılığı raporlama örneği, Tablo 19.

4.6 Sevkiyat başına taşımacılık emisyonları:

Birden fazla sevkiyat içeren TOC'ler için, sevkiyat başına taşımacılık emisyonları, yalnızca o nakliyecisiye ait ekonomik faaliyet kullanılarak hesaplanmalı, toplam ekonomik faaliyet kullanılarak hesaplanmamalıdır.

4.6. Yük tanımı:

Yük, nakliyeciden sağlanan ürün ve ürün paketi olarak kabul edilir; konteyner, rmrk veya operatör tarafından sağlanan diğer ekipmanlar dahil edilmemelidir.

4.7. Boş alıştırma "Empty running":

Boş alıştırma, standart nakliye zincirine dahil değildir. Bu nedenle, ekonomik faaliyet TOC faaliyet hesaplamasına dahil edilmez, tüketilen yakıt ve dolayısıyla nihai emisyon yoğunluğu üzerindeki etkisi, TOC emisyon yoğunluğu hesaplamasına dahil edilir.

5. Değer zincirinde sera gazı emisyonlarının hesaplanması

5.1. GHG emisyonlarının raporlanması:

GHG emisyonları, raporlamanın amacı ve raporlayan şirkete bağlı olarak çeşitli şekillerde raporlanabilir. Doğrudan emisyonları dolaylı emisyonlardan veya kapsam 1, 2 ve 3'ten ayırmak için GLEC erevesi, toplam GHG emisyonlarını ulaşım veya merkez faaliyetlerinin işletilmesi için enerji kullanımıyla ilgili emisyonlar ve bu enerjinin sağlanmasıyla ilgili emisyonlar olarak ikiye ayırır.

Taşıma faaliyetlerinin emisyonları "tank to wheel" (TTW) emisyonlarını, taşıma faaliyeti için kullanılan enerjinin sağlanmasına ilişkin emisyonlar ise "well to tank" (WTT) emisyonlarını oluşturur. Avrupa kaynakları için yakıt bazında ayrıntılı döküm GLEC 3.0, sayfa 77'de bulunabilir.

Bir taşımacılık şirketi için, "tank to wheel" emisyonları doğrudan emisyonlar veya kapsam 1 olarak kabul edilirken, "well to tank" emisyonları dolaylı veya kapsam 3 emisyonlar olarak kabul edilir.

Herhangi bir varlığa sahip olmayan bir nakliye şirketi için, kuyudan tekerleğe/uyanma emisyonları dolaylı emisyonlar veya kapsam 3 emisyonlar olarak kabul edilir.

Eksiksiz emisyon raporları, emisyon yoğunluğu, toplam emisyonlar, veri kaynağı, birincil verilerin veya varsayılan faktörlerin kullanımı ve raporlama dönemini içermelidir.

5.2. Sera gazı emisyonlarını tek bir kapsam veya müşteriye atfetmek

Raporlayan şirket belirli bir zaman dilimi için toplam sera gazı emisyonlarının hesaplamasını tamamlayıp standart formatta raporladıktan sonra, emisyonlar tek bir kapsam veya müşteriye atfedilebilir. Bu adımı tamamlamak için, rapor boyunca tutarlı bir metodolojiye sahip olmak ve mevcut en ayrıntılı veri düzeyinde hesaplamayı tamamlamak çok önemlidir.

İstenen kapsam veya müşterinin emisyon payı, istenen kapsam veya müşterinin mesafe, ağırlık veya ton-kilometredeki göreceli payının, TCE veya TOC ayrıntı düzeyinde şirketin toplam emisyonlarıyla çarpılmasıyla hesaplanır. Raporlama, TCE veya TOC düzeyinde veya toplam sera gazı emisyonları için toplu düzeyde yapılabilir. Metodoloji olarak seçilen seçenek, tüm atıflar için kullanılacak ve çift hesaplamayı önlemek için değiştirilemez.

Atfedilen mutlak emisyonları yoğunluk değerine dönüştürmek için, tüm TCE veya TOC veri noktaları için istenen kapsamın veya müşterinin ton-kilometresi bilinmelidir.

5.3. GHG emisyonlarının modellenmesi

Tarihsel bir dönem için sera gazı emisyon hesaplaması tamamlandıktan sonra, TCE veya TOC düzeyinde ileriye dönük bir görünüm modellenenebilir. Bu çalışmayı tamamlarken, gelecekteki faaliyetlerdeki tarihsel faaliyetlerden kaynaklanan değişikliklerin modelde yer almayacağı dikkate alınmalıdır. Modelleme, gelecekteki sera gazı emisyon ayak izini anlamak için kullanılabilir. Nakliyeciler için bu, alternatif seçenekleri değerlendirmek için kullanılabilir; nakliye operatörleri için ise değer önerileri sunmak için kullanılabilir.

Modelleme, tarihsel bir raporun TOC düzeyindeki GHG emisyon yoğunluğu değerleri kullanılarak yapılır. Yeterli doğruluğu sağlamak için TOC, modelleme faaliyetine özgü ve ayrıntılı olmalıdır. Kullanılan GHG emisyon yoğunluğu rakamları, en az bir takvim yılına kadar uzanan önemli bir zaman dilimine ait olmalıdır. Varsayılan faktörler mevcuttur, ancak bunlar şirket veya işletmeye özgü değildir. Birincil verilere dayanan GHG emisyon yoğunluğu rakamları en iyi olarak kabul edilir.

5.4. GHG emisyon hesaplaması ile ilgili veri alışverişi

Ortak sera gazı emisyon azaltma fırsatlarını belirlemek için veri alışverişi teşvik edilmektedir. Veri alışverişi, nakliye veya merkez emisyonlarının ürün sera gazı emisyon ayak izine dahil edilmesini sağlamak için standart bir format izlemelidir. Bazı örnekler arasında iLeap ve Exchange Network sayılabilir. Daha fazla bilgi [Smart Freight Centre](#) web sitesinde bulunabilir.

6. Önerilen sera gazı emisyon azaltma girişimleri

Fırsatlar	Açıklama	Uygulama için dikkate alınması gereken hususlar	İlgili kişiler/ taraflar
A. Modal dönüşüm	Daha “çevreci” ulaşım araçlarına geçiş		
1. Toplu Karayolu Taşımacılığından Tek Vagonlu (SW) Demiryolu Taşımacılığına Geçiş	Toplu karayolu taşımacılığı, tek vagonlu demiryolu tank vagonlarıyla taşıma ile değiştirilmiştir.	Sevkiyat ve teslimat noktasında doğrudan demiryolu bağlantısının mevcudiyeti. Sevkiyat ve teslimat noktasında yeterli depolama kapasitesinin mevcudiyeti. Müşterinin daha büyük miktarlarda teslimat almaya istekli olması. SW demiryolu hizmetinin sıklığı ve güvenilirliği. Nakliye süresi. Maliyet. Ürün kısıtlamaları.	- Gönderici - Alıcı - LSP

2. Karayolundan intermodal kısa mesafe deniz taşımacılığına (SS) geçiş	Karayolu taşımacılığı, intermodal kısa deniz/karayolu taşımacılığı (karayolu-SS-karayolu) ile değiştirilir; bu sistemde mallar, mesafenin büyük bir kısmında ro-ro feribotları veya konteyner gemileriyle deniz yoluyla taşınır. Karayolundan SS'ye ve tersi yönde transfer, intermodal deniz terminallerinde gerçekleştirilir. Demiryolu bağlantısı mevcutsa, ilk ve son kilometre karayolu yerine demiryolu ile de yapılabilir.	Availability of an intermodal sea terminal close to the point of origin and the point of destination. Frequency and reliability of intermodal SS service. Availability of sufficient intermodal SS capacity. Transit time. Cost. Product constraints	- Gönderici - Alıcı - LSP
3.Karayolundan intermodal mavnalı/karayolu taşımacılığına geçiş	Karayolu taşımacılığı, intermodal mavnalı/karayolu taşımacılığı (karayolu-mavnalı-karayolu) ile değiştirilir; bu sistemde mallar, mesafenin büyük bir kısmında konteynerler içinde mavnalı ile taşınır. Karayolundan mavnalıya ve mavnalıdan karayoluna aktarım, intermodal mavnalı/karayolu terminallerinde gerçekleştirilir.	Menşe noktasına ve varış noktasına yeterince yakın intermodal mavnalı/karayolu terminallerinin mevcudiyeti. Intermodal mavnalı hizmetinin sıklığı ve güvenilirliği. Yeterli intermodal mavnalı kapasitesinin mevcudiyeti. Nakliye süresi. Maliyet. Ürün kısıtlamaları.	- Gönderici - Alıcı - LSP
4. Karayolundan intermodal kısa mesafe deniz taşımacılığına (SS) geçiş	Karayolu taşımacılığı, intermodal kısa deniz/karayolu taşımacılığı (karayolu-SS-karayolu) ile değiştirilir; bu sistemde mallar, mesafenin büyük bir kısmı ro-ro feribotları veya konteyner gemileriyle deniz yoluyla taşınır. Karayolundan SS'ye ve tersi yönde transfer, intermodal deniz terminallerinde gerçekleştirilir. Demiryolu bağlantısı mevcutsa, ilk ve son kilometre karayolu yerine demiryolu ile de yapılabilir.	Menşe noktasına ve varış noktasına yeterince yakın intermodal mavnalı/karayolu terminallerinin mevcudiyeti. Intermodal mavnalı hizmetinin sıklığı ve güvenilirliği. Yeterli intermodal mavnalı kapasitesinin mevcudiyeti. Nakliye süresi. Maliyet. Ürün kısıtlamaları.	- Gönderici - Alıcı - LSP
B. Tedarik Zinciri Yönetimi	Tedarik zinciri yönetimini iyileştirerek toplam ton-km'yi azaltın		

5. Ürün değiştirme düzenlemeleri	Aynı ürünün üreticileri, uzun mesafeli nakliye ihtiyacını ortadan kaldırmak için, kendi üretim tesislerine yakın bölgelerde bulunan birbirlerinin müşterilerine ürün teslim etmeyi kabul ederler.	Ticari tarafların ürün takası yapmaya istekli olması. Ürün özellikleri ve kalitelerinin standartlaştırılması ihtiyacı. Maliyet tasarrufunu kanıtlama yeteneği. Rekabet kurallarına uyum.	- Gönderici - Alıcı
6. Aylık sipariş-fatura döngülerini gevşetin	Çoğu kimya şirketi, her ayın sonunda fatura keserek müşterilerine ayın başında sipariş vermeleri için teşvik sağlar. Bu durum, ürün akışlarının hacminde büyük farklılıklara neden olarak nakliye şirketlerinin araç kapasitelerini verimli bir şekilde yönetmelerini zorlaştırır. Dönen kredi sistemine geçilmesi ile lojistik varlıkların ortalama kullanım oranı iyileştirilebilir.	Kimya endüstrisi ve müşteri tabanında, kurumsal kültürde köklü bir değişime ve satış ve finans departmanlarında uzun süredir yerleşik olan geleneklerin gevşetilmesine ihtiyaç vardır.	- Gönderici - Alıcı
7. Doğrudan teslimatları en üst düzeye çıkarın	Daha büyük sevkiyatların distribütörlerin depolarını ve harici depoları atlayarak üretim tesisinden doğrudan müşterilere ulaşmasına izin verin. Bu, tedarik zincirindeki bir halkayı ortadan kaldırarak elleçlemeyi azaltır ve toplam ton-km'yi düşürür.	Yüksek araç yük faktörleri korunmalıdır. Satış distribütör tarafından gerçekleştirildiğinde distribütörle anlaşma yapılmalıdır.	- Gönderici - Distribütör
8. Geliştirilmiş rotalar/güzergah	Ürünlerin, hem intermodal terminaller, depolar ve tank temizleme istasyonları aracılığıyla tedarik zinciri düzeyinde hem de karayolu ve demiryolu ağlarında optimal olmayan şekilde yönlendirilmesi, gereksiz ton-km'lere neden olabilir.	Daha gelişmiş lojistik planlama ve araç rotalama araçları kullanın. Tehlikeli kimyasallar söz konusu olduğunda, daha dikkatli rotalama da kaza riskini azaltır. Nakliye süresi. Maliyet etkileri	- Gönderici - LSP

C. Boş sürüş oranını azaltarak araç kullanımını artırın	Arka yükü olan araçların oranını artırarak boş dönüşleri veya uzun yeniden konumlandırma yolculuklarını önleyin.		
9. Yükleme ve boşaltma zaman aralıklarının esnekleştirilmesi	Nakliyeciler ve LSP'leri arasında dikey işbirliği yaparak yükleme ve boşaltma işlemlerini kolaylaştırmak ve boş seferleri azaltmak için nakliye planlamasını optimize etmek.	Tesisin çalışma saatlerinin optimizasyonu (örneğin 16 saat). Esnek zaman aralığı rezervasyon sistemlerinin uygulanması. Sürücülerin kendi yüklerini yükleme/boşaltma imkanı sağlanması.	- Gönderici - LSP
10. Teslimat tarihlerinin esnekliği	Boş seferleri azaltmak için, x gün önce veya sonra yükleme veya teslimat fırsatlarını değerlendirmek (tedarik zincirinin özellikleri bu tür bir işlemi mümkün kılıyorsa).	Yükleme noktasında ve boşaltma noktasında yeterli stok bulunması gerekir.	- Gönderici - LSP - Alıcı
11. Önemli noktalarda tank temizleme istasyonlarının kullanılabilirliğini artırın	SQAS tarafından değerlendirilen tank temizleme istasyonlarının coğrafi dağılımının iyileştirilmesi ile, nakliye şirketleri araçlarını boşaltma noktasının yakınında temizleyebilecek ve boşaltma noktasına yakın geri yükler bulabileceklerdir. Bu sayede araçların boş seferleri azalacaktır.	Coğrafi kapsama alanındaki boşlukları doldurmak için temizlik istasyonlarına yatırım yapılması.	- Tank temizleme istasyonları - Taşıyıcı
12. Önceden yüklenmiş ürünlerin kara listelerini azaltın	Bazı ürünler için kimya şirketleri, ürün kontaminasyonu riskini en aza indirmek amacıyla belirli ürünleri önceki tank yükü olarak kabul etmemektedir.	Kimya şirketleri, önceki yüklerin kara listelerini mümkün olduğunca kısa tutmalı ve yalnızca yüksek kirlenme riski olan ürünler için bu listeyi muhafaza etmelidir. Tank temizlik gerekliliklerinin iyileştirilmesi ile belirli önceki yüklerin yasaklanması gerekliliği ortadan kaldırılabilir.	- Gönderici

13. Lojistik hizmet sağlayıcıları arasında yatay işbirliği	Lojistik hizmet sağlayıcıları arasında yatay işbirliği, geri yükleme fırsatlarından yararlanma olasılığını artırmak için.	LSP'lerin işbirliği yapma istekliliği. İşbirliği için maliyet teşviki. İşbirliğinin hizmet kalitesini etkilemeyeceğine dair nakliyecilerin güveni. Ekipmanların uyumluluğu.	- LSP
14. Özel filoların ortak kullanımı (tanker ve silo taşımacılığı)	Kimyasal nakliyeciler arasında yatay işbirliği yaparak, boş konumlandırmayı en aza indirmek için ürünlere özel tank filolarının ortak kullanımını sağlamak.	Ürün uyumluluğu konusunda nakliyeciler arasında yapılan anlaşma.	- Gönderici - LSP
D. Yük kapasitesini artırarak araç kullanımını artırın			
15. Maksimum izin verilen araç ağırlıklarını artırın	Bazı ülkelerde karayolu araçlarının maksimum ağırlığı 40 ton ile sınırlandırılmışken, diğer ülkelerde 44 ton veya daha fazlasına izin veren ulusal istisnalar bulunmaktadır.	44T için ulusal istisnalar tüm Avrupa ülkelerinde uygulanmalıdır. Maksimum araç ağırlığı Avrupa düzeyinde 44T olarak uyumlaştırılmalıdır.	- Ulusal ve Avrupa otoriteleri/yetkilileri
16. Teslimat noktalarında depolama kapasitesini artırın	Optimum araç yükleme, kısmen müşterilerin tesislerindeki silo ve tankların depolama kapasitesi ile sınırlıdır.	Depolama kapasitesini artırmak için mevcut altyapı. Müşterilerin ek depolama kapasitesi oluşturmak için yapacağı yatırımlar. Depolama kapasitesini artırmak için izin alınması gerekliliği. Müşteriler için artan işletme sermayesi (stok).	- Gönderici - Alıcı
17. Satıcı Tarafından Yönetilen Envanter (VMI) veya Nakliyeciler Tarafından Yönetilen Envanter (HMI)	VMI veya HMI sisteminde, tedarikçi/nakliyeciler, belirli anlaşılmış sınırlar dahilinde müşterilerin stoklarını yenilemekten sorumludur. Bu, üreticiye/nakliyecilere tedarik zinciri üzerinde daha fazla kontrol sağlar ve nakliye kapasitesinin daha verimli bir şekilde yönetilmesini mümkün kılar.	Müşteriler ve tedarikçiler/nakliyeciler sistemler ve ayrıntılı düzenlemeler üzerinde anlaşmaya varmalıdır. Bunu yönetmek için deneyim, ekipman ve sistemlerin (telemetrik) mevcudiyeti.	- Gönderici - Alıcı - LSP

E. Araçların yakıt verimliliği	Kilometre başına tüketilen yakıt miktarını azaltmak		
18. Araç tasarımını iyileştirin	Araçların yakıt verimliliği, motorun yakıt verimliliği, araç boş ağırlığı, aracın aerodinamik profili ve düşük dirençli lastiklerin kullanımı gibi araç tasarımının iyileştirilmesi ile önemli ölçüde artırılabilir.	Ekipman iyileştirmelerinin maliyet-fayda analizi. Mevcut araç parkının ömrü. Değişim ve yatırım için teşvikler.	- LSP - Araç üreticisi
19. Araç bakımını iyileştirin	Teknik arızalar, bir kamyonun optimum yakıt verimliliğinde çalışmasını engelleyebilir: bunlar arasında lastiklerin yetersiz şişirilmesi, aksların yanlış hizalanması ve motor ayarının kötü olması sayılabilir. Daha düzenli ve kapsamlı bakım, yakıt tüketimini azaltacaktır.	Geliştirilmiş bakımın maliyet-fayda analizi. Daha düzenli bakımın ekipman kullanılabilirliği üzerindeki etkisi.	- LSP
20. Araç kullanımını iyileştirin (eko-verimli sürüş)	Araçların çalışması, sürücü eğitimi, hızların düşürülmesi, sürücü teşvik programları vb. ile iyileştirilebilir. Sürücü eğitimi, sürüş davranışını ve yakıt tüketimini izleyen akıllı elektronik sistemler ile desteklenebilir.	Farklı önlemlerin maliyet-fayda analizi. Hizmet düzeyleri üzerindeki potansiyel etki.	- LSP
F. Yakıtın karbon yoğunluğu			
21. Karbon yoğunluğu daha düşük enerji kaynaklarını kullanın	Karbon yoğunluğu daha düşük alternatif yakıtların (örneğin biyoyakıt) kullanımını artırın.	Yeterli maliyet avantajı. Teknoloji ve uygun ekipmanın mevcudiyeti.	- LSP - Gönderici

GLEC Çerçevesi'ne buradan erişebilirsiniz:

<https://www.smartfreightcentre.org/en/our-programs/emissions-accounting/global-logistics-emissions-council/calculate-report-glec-framework/>

Bu kılavuz, aşağıdaki kurumların ve kişilerin katkılarıyla hazırlanmıştır:



Tobias Kaufmann
Head SHEQ & Training



Joost Naessens
Cefic HSE, Responsible Care and Supply Chain
Director Transport & Logistics



Jens Bogaert
Global Supply Chain Sustainability Leader



Steve Rowland
Responsible Care Director



Thijs Van Oosterhout
SHEQ manager/ DGSA

Herhangi bir sorunuz varsa, lütfen iletişime geçiniz:



Joost Naessens
Cefic HSE, Responsible Care and Supply Chain
Director Transport & Logistics
jna@cefic.be



Steve Rowland
Responsible Care Director
steve.rowland@ecta.com