
Ürün Karbon Ayak İzi Raporu (ISO 14067) (Otomotiv Sektörü)

2025



ULUDAĞ İHRACATÇI BİRLİKLERİ

AR-GE ŞUBESİ

İÇİNDEKİLER

1. GENEL BİLGİLER.....	3
2. TERİMLER / TANIMLAR.....	4
3. KISALTMALAR.....	8
4. İLKELER.....	9
5. ÜRÜN KARBON AYAK İZİ (ÜKA) HESAPLANMASI	9
6. ÜRÜN SİSTEMLERİNİN GENEL KAVRAMLARI	10
6.1. Bir Ürün Karbon Ayak İzi Çalışmasının Amacı	10
6.2. Bir Ürün Karbon Ayak İzi Çalışmasının Kapsamı	10
6.3. ÜKA için yaşam döngüsü envanter analizi	16
6.4 ÜKA veya kısmi ÜKA İçin Etki Değerlendirmesi.....	26
6.5 ÜKA'nın veya kısmi ÜKA'nın Yorumlanması.....	26
7. ÜRÜN KARBON AYAK İZİ ÇALIŞMA RAPORU	27
7.1 Genel.....	27
7.2 ÜKA Çalışma Raporundaki SG Değerleri	27
7.3 ÜKA Çalışma Raporu İçin Gerekli Bilgiler	28
8.KRİTİK GÖZDEN GEÇİRME.....	29
9. KULLANILAN VERİ TABANLARI	29
10. ÖRNEK PROGRAMLAR	30
KAYNAKÇA	30



1. GENEL BİLGİLER

Ürün karbon ayak izi, mal ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca oluşan sera gazı (GHG) emisyonlarını ölçmektedir. Malzeme edinimi, ön işleme, üretim, dağıtım, depolama, kullanım ve kullanım ömrü sonuna kadar olan tüm süreçleri kapsamaktadır. Ölçü birimi CO2 eşdeğeri kilogramdır.

Günümüzde ürün düzeyindeki sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında çok çeşitli metodolojiler kullanılmaktadır.

- Sektörler arası metodolojiler, örneğin ürünler için GHG protokolü ve ISO 14067;
- Sektöre özgü metodoloji, örneğin Ürün Çevresel Ayak İzi Kategori Kuralları (PEFCR);
- Ürüne özgü standartlar, örneğin Ürün Kategori Kuralları (PCR).



Yaşam Döngüsü Değerlendirme (LCA) Tanımı

Bir ürün veya hizmetin üretimi, tüketimi ve bertarafı gibi tüm aşamalarında ortaya çıkan **çevresel etki ve kirliliklerin** ISO 14040 standardına uygun olarak hesaplandığı bilimsel bir yöntemdir.

Ürün Karbon Ayak İzi Tanımı

Bir ürünün veya hizmetin yaşam döngüsü süresince hammadde ve üretiminden, geri dönüşümü veya yaşam sonuna kadar olan sera gazı emisyonlarının ölçülmesiyle hesaplanır.

Ürün Karbon Ayak İzi (ÜKA) Çalışmasının Önemi

- Üretim süreçlerindeki çevresel etkileri anlamak ve azaltmak
- Tedarik zinciri şeffaflığı sağlamak
- Müşteri ve pazar taleplerine uyum sağlamak
- EPD ve çevresel etiketleme süreçlerine hazırlık
- AB Yeşil Mutabakatı ve ihracat odaklı sürdürülebilirlik beklentilerine yanıt vermek



Ürün Karbon Ayak İzi Kapsamı

ISO 14067 standardı, Uluslararası Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) Standartları (ISO 14040 ve ISO 14044) ile tutarlı bir şekilde bir ürünün karbon ayak izinin (ÜKA) hesaplanması ve raporlanması için ilkeleri, gerekleri ve kılavuzları kapsar.

2. TERİMLER / TANIMLAR

- Temel akış

Çevreden alınan ve insan eliyle herhangi bir değişikliğe uğramadan çalışılan sisteme giren malzeme ve enerji veya çalışılan sistemi terk eden ve insan eliyle herhangi bir değişikliğe uğramadan çevreye salınan malzeme ve enerji

- **Durdurma kriteri**

Bir birim sürecin veya ürün sisteminin çalışma dışı bırakılması için belirlenmiş olan, bunlarla ilişkili malzeme veya enerji akış miktarı veya çevresel önem seviyesi.

- **Referans akış**

Bir ürün sisteminin ana birim tarafından tanımlanan fonksiyonunu yerine getirmiş sayılması için üretmesi gereken çıktı miktarı.

- **Birim süreç**

Girdi ve çıktı verilerinin hesaplanması için hayat boyu envanter analizi yapılmasında göz önünde bulundurululan en küçük unsur.

- **Ürün sistemi**

Bir veya daha fazla tanımlı görevi yerine getiren ve bir ürünün hayat boyu değerlendirmesini modelleyen, temel akışlara ve ürün akışlarına sahip olan birim süreçlerinin tamamı.

- **Süreç enerjisi**

Bir birim süreç içerisinde, kendisinin üretilmesi ve iletilmesi için kullanılan enerji girdileri hariç, sürecin veya cihazların çalıştırılması için ihtiyaç duyulan enerji miktarı.

- **Hassasiyet analizi**

Bir çalışmanın çıktısına dair yöntemlere ve verilere göre yapılan seçimlerin etkilerinin tahmin edilmesi için ihtiyaç duyulan sistematik prosedürler.

- **İşlevsel Birim**

Referans birim olarak kullanım için bir ürün sisteminin nicel performansı

- **Beyan Edilen Birim**

Bir ürün karbon ayak izi çalışmasının veya yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışmasının miktarının belirlenmesinde referans birim olarak kullanılmak üzere bir ürünün miktarı

- **Tahsisat**

Bir sürecin veya bir ürün sisteminin girdi veya çıktı akışlarının, çalışılan ürün sistemi ile bir veya birden fazla diğer ürün sistemleri arasında paylaşılması

- **Sistem Sınırı**

Hangi birim süreçlerin bir ürün sisteminin parçası olduğunu belirten kriterler kümesi

- **Etki Kategorisi**

Hayat boyu envanter analiz sonuçlarının tasnif edilebildiği, ilgili çevresel konuları temsil eden sınıf

- **Bir Ürünün Karbon Ayak İzi (ÜKA)**

Bir ürün sistemindeki SG salımları ve SG uzaklaştırmalarının toplamı, iklim değişikliğinin tek etki kategorisi kullanılarak CO2 eşdeğerleri olarak ifade edilir ve yaşam döngüsü değerlendirmesine dayanır.

- **Ürün Karbon Ayak İzi Çalışması ve Raporu**

Bir ürünün karbon ayak izini hesaplamak için yapılan çalışmalar ve çalışmaların sonuçlarını içeren doküman.

- **Ürün Karbon Ayak İzi Performansının İzlenmesi**

Zaman içinde aynı kuruluşun belirli bir ürününün ÜKA'sını veya kısmi ÜKA'sını karşılaştırılması.

- **Hizmet Ömrü**

Kullanımdaki bir ürünün performans gereklerini karşıladığı veya aştığı süre.

- **Kritik Gözden Geçirme**

ÜKA çalışması ile bu belgenin ilkeleri ve gerekleri arasında tutarlılığı sağlamayı amaçlayan faaliyet

- **Birincil Veriler**

Doğrudan bir ölçümden veya doğrudan ölçümlere dayalı bir hesaplamadan elde edilen bir sürecin veya bir faaliyetin hesaplanmış değeri

- **Sahaya Özgü Veriler**

- Ürün sistemi içinde elde edilen birincil veriler
- Birincil veriler için gerekleri karşılamayan veriler
- Örneğin, literatür verileri, ulusal envanterden alınan salım faktörler içerebilir.

- **Belirsizlik**

Tayin edilen miktarla ilişkilendirilebilen ve değerlerin dağılımını gösteren hesaplama sonucuyla ilgili parametre.

- **Biyokütle**

Jeolojik oluşumların içindeki madde ve fosil hale dönüşmüş madde hariç, biyolojik kökenli madde (tahıl, ağaç, yosun vb)

- **Biyolojik Kökenli Karbon**

Biyokütleden elde edilen karbon

- **Fosil Karbon**

Fosilleşmiş malzemede bulunan karbon

- **Arazi Kullanımı**

İlgili sınır içindeki arazinin insanlar tarafından kullanımı veya yönetimi

- **Doğrudan Arazi Kullanım Değişikliği (dAKD)**

İlgili sınır içindeki arazinin insanlar tarafından kullanımındaki değişiklik

- **Dolaylı Arazi Kullanım Değişikliği (doAKD)**

Doğrudan arazi kullanım değişikliğinin bir sonucu olan, ancak ilgili sınırın dışında meydana gelen arazi kullanımındaki değişiklik

3. KISALTMALAR

AK - arazi kullanımı

AKD - arazi kullanım deęiřimi

dAKD - doğrudan arazi kullanımı değişimi

doAKD- dolaylı arazi kullanımı değişimi

IPCC - Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli

KIP- küresel ısınma potansiyeli

KSP- küresel sıcaklık değişim potansiyeli

SG- sera gazı

ÜKA- bir ürünün karbon ayakizi

ÜKA-ÜKK bir ürünün karbon ayakizi – ürün kategori kuralları

ÜKK- ürün kategori kuralları



4. İLKELER

Ürün karbon ayak izi çalışmalarının, ISO 14067 standardı kapsamında aşağıdaki ilkeler gözetilerek yapılması gerekmektedir.

İlke	Kısa Açıklama
Yaşam Döngüsü Yaklaşımı	Tüm yaşam evreleri dikkate alınır.
Çevresel Odak	Ürün işlevine göre değerlendirme yapılır.
Bilimsel Temele Dayanma	Karar verme bilimsel temellidir.
Tutarlılık ve Uygunluk	Veriler ve yöntemler uygundur.
Şeffaflık	Tüm bilgiler açıkça belirtilir.
Bütünlük	Tüm önemli emisyonlar dahil edilir.
Doğruluk	Sonuçlar güvenilir ve doğrulanabilir olmalı.
Uyum ve Karşılaştırılabilirlik	Uluslararası standartlara uyum sağlanır.
Tekrarlı Yaklaşım	Süreç boyunca güncellemeye açıktır.
Çift Sayımdan Kaçınma	Aynı emisyon yalnızca bir kez sayılır.

5. ÜRÜN KARBON AYAK İZİ (ÜKA) HESAPLANMASI

Ürün karbon ayak izi aşağıdaki adımlarla hesaplanır.

1. Amaç ve Kapsam Tanımı: Ürün karbon ayak izi çalışmasının amacı, hedef kitlesi ve sistem sınırları belirlenir.

2. Yaşam Döngüsü Envanteri (LCA - Envanter Analizi): Ürün yaşam döngüsündeki tüm girdiler (hammadde, enerji, lojistik vb.) ve çıktılar (emisyonlar, atıklar) toplanır.

3. Etki Değerlendirmesi (LCIA): Toplanan veriler sera gazı emisyonlarına dönüştürülerek CO₂ eşdeğeri üzerinden değerlendirme yapılır.

4. Yorumlama ve Raporlama: Sonuçlar analiz edilir, belirsizlikler değerlendirilir, iyileştirme alanları belirlenir ve rapor hazırlanır.

6. ÜRÜN SİSTEMLERİNİN GENEL KAVRAMLARI

Yaşam Döngüsü Süreci Tasarımı

6.1. Bir Ürün Karbon Ayak İzi Çalışmasının Amacı

Bir ÜKA çalışması yürütmenin genel amacı, bir ürünün tüm önemli SG salımlarını ve uzaklaştırmalarını ürünün yaşam döngüsü veya seçilen süreçler boyunca hesaplayarak, durdurma kriteri doğrultusunda CO₂e olarak ifade edilen küresel ısınmaya potansiyel katkısını hesaplamaktır.

Bir ÜKA çalışmasının amacını tanımlarken, aşağıdaki maddeler net bir şekilde belirtilmelidir.

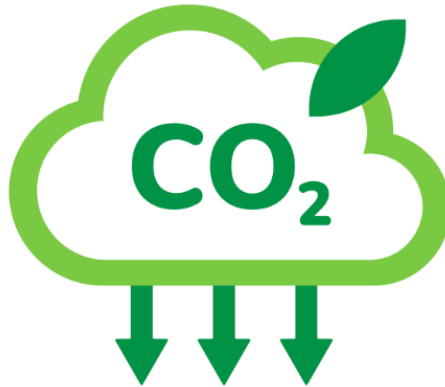
- Amaçlanan uygulama,
- ÜKA çalışmasının yapılmasının nedenleri,
- Hedeflenen kitle,
- Varsa, ÜKA veya kısmi ÜKA bilgilerinin ISO 14026 uyarınca amaçlanan bildirimi.



6.2. Bir Ürün Karbon Ayak İzi Çalışmasının Kapsamı

Bir ÜKA çalışmasının kapsamı, ÜKA çalışmasının amacı ile tutarlı olmalıdır. ÜKA çalışmasının kapsamını tanımlarken, bu belgenin ilgili alt maddelerinde verilen gerekler ve kılavuz dikkate alınarak aşağıdaki maddeler dikkate alınmalı ve açıkça açıklanmalıdır:

- a) çalışılan sistem ve işlevleri;
- b) işlevsel veya beyan edilmiş birim
- c) çalışılan sistemin coğrafi kapsamı dahil olmak üzere sistem sınırı
- d) veri ve veri kalitesi gerekleri
- e) veriler için zaman sınırı,
- f) özellikle kullanım aşaması ve kullanım ömrü sonu aşaması için varsayımlar
- g) tahsisat işlemleri
- h) belirli SG salımları ve uzaklaştırmaları
- i) belirli ürün kategorileriyle ortaya çıkan sorunları ele alma yöntemleri
- j) ÜKA çalışma raporu
- k) varsa, kritik gözden geçirme tipi
- l) ÜKA çalışmasının sınırlamaları



6.2.2 İşlevsel veya Beyan Edilmiş Birim

Bir ÜKA çalışması, incelenen sistemin işlevsel veya beyan edilmiş birimini açıkça belirtmelidir. İşlevsel veya beyan edilmiş birim, ÜKA çalışmasının amacı ve kapsamı ile tutarlı olmalıdır. İşlevsel veya beyan edilmiş bir birimin birincil amacı, girdi ve çıktılar ilişkili olduğu bir referans sağlamaktır. Bu nedenle, işlevsel veya beyan edilen birim açıkça tanımlanmalı ve ölçülebilir olmalıdır. Beyan edilen birim yalnızca kısmi bir ÜKA'da kullanılmalıdır.

İşlevsel veya beyan edilmiş birimi seçtikten sonra, ilgili referans akışı tanımlanmalıdır. Ürün sistemleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında, aynı işlevsel birim(ler) temelinde yapılmalıdır.



Örnek:

Bir ton çeliğin işlevsel birimi belirlenmemektedir çünkü bir ton çelik çeşitli işlevleri yerine getirebilen çeşitli ürünlere dönüştürülebilir. Bu durumda beyan edilen birimin kullanılması uygundur.

6.2.3 Sistem Sınırı

Sistem sınırı, ÜKA çalışmasına hangi birim süreçlerin dahil edildiğini belirlemek için kullanılan temel olmalıdır.

Sistem sınırının seçimi, ÜKA çalışmasının amacı ile tutarlı olacaktır. Kriterler, ör. sistem sınırının belirlenmesinde kullanılan durdurma kriterleri belirlenmeli ve açıklanmalıdır.

İncelenen sistemdeki yaşam döngüsü aşamalarının, süreçlerinin, girdilerinin veya çıktılarının hariç tutulmasına, yalnızca ÜKA çalışmasının genel sonuçlarını önemli ölçüde değiştirmemeleri durumunda izin verilir.

Cradle
(Beşik)



Grave
(Mezar)

Üretim aşaması			İnşaat Aşaması		Kullanım Aşaması							Yaşam Sonu Aşaması			
Hammadde	Taşıma	Üretim	Taşıma	Bina ve İnşaat İşleri	Kullanım	Bakım	Tamirat	Değiştirme	Yenileme	Üretimde Enerji Kullanımı	Üretimde Su Kullanımı	İnşaat Yıkım İşleri	Ulaşım	Atık İşleme	Atık İmhası
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
X	X	X	OP S	OP S	OP S	OP S	OP S	OP S	OP S	OP S	OP S	X	X	X	X

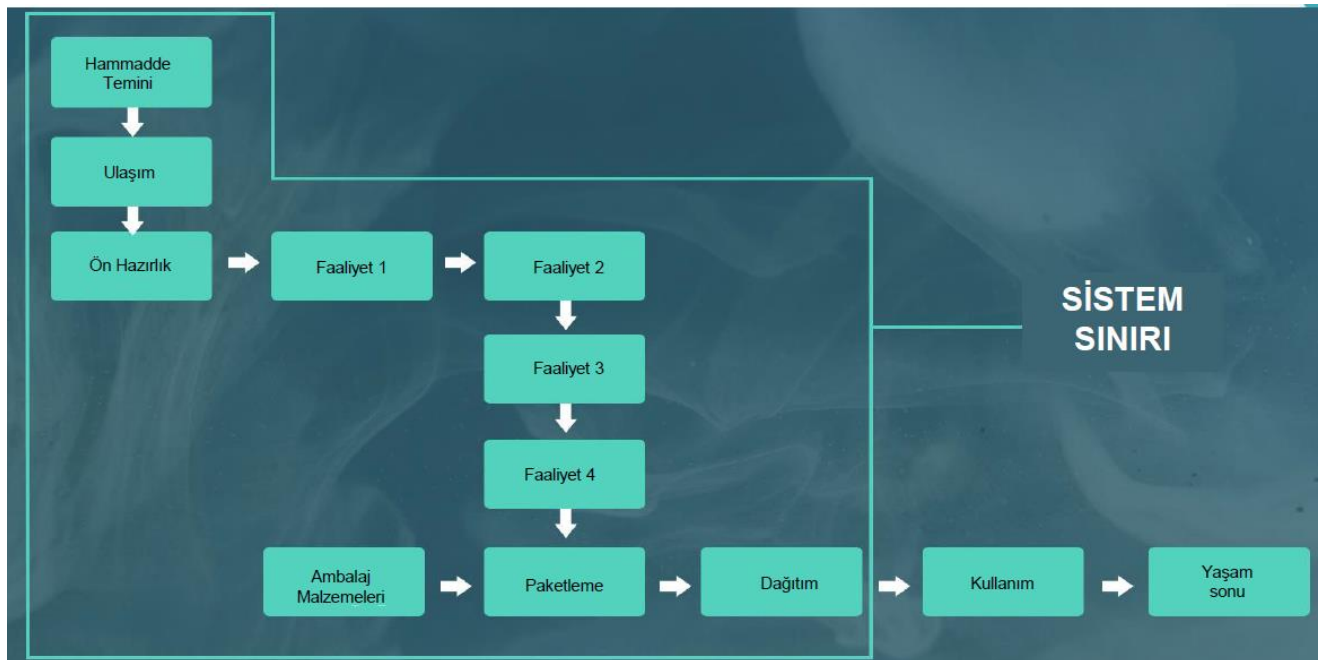
Sistem Sınırını Ayarlama

Hesaplama, ürün sisteminin parçası olan ve ürün karbon ayak izi hesaplamasına önemli bir katkı sağlama potansiyeline sahip olan birim süreçlerin tüm SG salımlarını ve uzaklaştırmalarını içermelidir.

Sistem sınırı oluşturulurken, aşağıdakiler gibi farklı hayat boyu aşamaları, birim süreçler ve akışlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Ham madde temini,
- Ana imalât/işleme sırasındaki girdiler ve çıktılar,
- Dağıtım/taşıma,
- Yakıtların, elektriğin ve ısıнын üretimi ve kullanımı,
- Ürünlerin kullanımı ve bakımı,
- Süreç atıklarının ve ürünlerin bertarafı,
- Kullanılmış ürünlerin geri kazanımı (yeniden kullanım, geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı dâhil), Yardımcı ürünlerin imalâtı,
- Ana ünitelerin imalâtı, bakımı ve üretimden çekilmesi,
- Aydınlatma ve ısıtma gibi ilâve işlemler.

Birçok durumda, başlangıçta tanımlanan sistem sınırının, daha sonra iyileştirilmesi gerekecektir.



Durdurma Kriteri

Genel olarak, analiz edilen sisteme atfedilebilen tüm süreçler ve akışlar dahil edilmelidir. Belirli bir birim sürecin karbon ayak izi için münferit malzeme veya enerji akışlarının önemsiz olduğu tespit edilirse, bunlar elverişli nedenlerle hariç tutulabilir ve hariç tutulan veriler olarak raporlanmalıdır. Az öneme sahip belirli süreçlerin dışarıda bırakılmasına izin veren tutarlı durdurma kriterleri, amaç ve kapsam tanımlama aşamasında tanımlanmalıdır.

Seçilen durdurma kriterlerinin çalışmanın sonucu üzerindeki etkisi de değerlendirilmeli ve ÜKA çalışma raporunda açıklanmalıdır.

Veriler ve Verilerin Kalitesi

ÜKA çalışmasını üstlenen kuruluşun mali veya işletme kontrolüne sahip olduğu bireysel süreçler için tesise özgü veriler toplanmalıdır. Veriler, toplandıkları süreçleri temsil etmelidir. Sahaya özgü veriler, en önemli olan ve mali veya işletme kontrolü altında olmayan birim süreçleri için de kullanılmalıdır.

En önemli süreçler durdurmadan sonra en büyüğünden en küçüğüne doğru, hep birlikte ÜKA'ya en az % 80 katkıda bulunan süreçlerdir.

İkincil veriler, çalışma raporundaki referanslarla gerekçelendirilmeli ve yazılı hale getirilmelidir.

Veri kalitesi, hem nicel hem de nitel yönlerle karakterize edilmelidir. Veri kalitesinin nitelendirilmesi aşağıdakileri ele almalıdır:



a) zamanla ilgili kapsam: verilerin yaşı ve verilerin toplanması gereken en kısa süre;

b) coğrafi kapsam: ÜKA çalışmasının amacına ulaşmak için birim süreçlere ilişkin verilerin toplanması gereken coğrafi alan;

c) teknoloji kapsamı: kendine özgü teknoloji veya teknoloji karışımı;

d) kesinlik: ifade edilen her bir veri değerinin değişkenliğinin ölçüsü

(örneğin, varyans);

- e) bütünlük: ölçülen veya tahmin edilen toplam akışın yüzdesi;
- f) temsil edilebilirlik: veri setinin gerçek ilgili nüfusu yansıtırma derecesinin nitel değerlendirmesi (yani coğrafi kapsam, zaman periyodu ve teknoloji kapsamı);
- g) tutarlılık: çalışma yönteminin duyarlılık analizinin çeşitli bileşenlerine eşit şekilde uygulanıp uygulanmadığının nitel değerlendirmesi;
- h) yeniden üretilebilirlik: yöntem ve veri değerleri hakkındaki bilginin, bağımsız bir uygulayıcıya ÜKA çalışmasında rapor edilen sonuçları yeniden üretmesine ne ölçüde izin vereceğinin nitel değerlendirmesi;
- i) veri kaynakları;
- j) bilginin belirsizliği

Bir ÜKA çalışması yürüten kuruluşlar, verileri yönetmek ve saklamak için bir sisteme sahip olmalıdır. Verilerinin tutarlılığını ve kalitesini ve yazılı hale getirilmiş bilgilerin kontrolünü sürekli olarak iyileştirmeye çalışmaları önerilir.

Veriler için Zaman Sınırı

Veri toplama için zaman diliminin seçiminde, yıl içi ve yıllar arası değişkenliğin dikkate alınması ve mümkünse, seçilen dönemdeki eğilimi temsil eden değerlerin kullanılması tavsiye edilir. Bir ürünün yaşam döngüsü içerisindeki belirli birim süreçlerle ilişkili SG salımları ve



uzaklaştırmalarının zaman içinde değiştiği durumlarda, veriler, ürünün yaşam döngüsü ile ilişkili ortalama SG salımlarını ve uzaklaştırmalarını belirlemek için uygun bir süre boyunca toplanmalıdır.

Sistem sınırları dahilindeki bir süreç belirli bir zaman dilimi ile bağlantılıysa (örneğin, meyve ve sebzeler gibi mevsimlik ürünler), SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının değerlendirilmesi, ürünün yaşam döngüsündeki belirli dönemi kapsamalıdır. Bu sürenin dışında meydana gelen herhangi bir faaliyet (veya faaliyetler), ürün sistemi dahilinde olması koşuluyla (örneğin, bir ağaç fidanlığı ile ilgili SG salımları) dahil edilmelidir. SG salımları ve uzaklaştırmalarına ilişkin bu veriler, işlevsel veya beyan edilen birimle ilgili olmalıdır.

Kullanım Ömrü Aşaması

Kullanım aşaması, ÜKA çalışmasının kapsamına dahil edildiğinde, ürünün kullanım aşamasından kaynaklanan SG salımları ve uzaklaştırmaları da dahil edilmelidir. Ürünün kullanıcısı ve ürünün kullanım profili ÜKA çalışmasında belirtilmelidir.

Kullanım aşaması, belirtilen kullanıcı bitmiş ürünü eline aldığı anda başlar ve ürün atılmaya, farklı bir işlev için yeniden kullanıma, geri dönüşüm veya enerji geri kazanımına hazır olduğunda sona erer.

Hizmet ömrü bilgisi doğrulanabilir olmalıdır. Amaçlanan kullanım koşullarına ve ürünün ilgili işlevlerine atıfta bulunmalıdır. Kullanım profili, seçilen pazardaki gerçek kullanım modelini temsil etmeye çalışmalıdır.

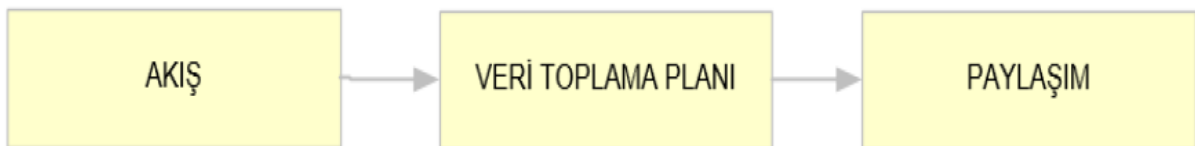
6.3. ÜKA için yaşam döngüsü envanter analizi

6.3.1 Genel

YDE, yaşam döngüsü boyunca bir ürünün girdi ve çıktılarının derlenmesini ve hesaplanmasını içeren YDD aşamasıdır. Amaç ve kapsam tanımlama aşamasından sonra, bir ÜKA çalışmasının YDE'si yürütülecektir. Bu, ISO 14044'ten uyarlanmış ve ilgili olduğunda geçerli olacak aşağıdaki adımlardan oluşmalıdır:

- veri toplama;
- verilerin doğrulanması;
- verileri birim süreci ve işlevsel veya beyan edilmiş birimle ilişkilendirmek;
- sistem sınırını iyileştirmek;
- taahsüt.

Bir envanter analizi yapılması tekrarlı bir süreçtir. Veri toplandıkça ve sistem hakkında çok fazla bilgi sahibi olundukça, çalışmanın amaçlarının gelecekte de karşılanması için veri toplama prosedürlerinde bir değişiklik gerektiren yeni veri gerekleri veya sınırlamalar tanımlanabilir. Bazen, çalışmanın amaç ve kapsamında değişiklik gerektiren hususlar tanımlanabilir.



6.3.2 Veri toplama

Yaşam döngüsü envanterine dahil edilecek nitel ve nicel veriler, incelenen sisteme dahil olan tüm birim süreçler için toplanmalıdır. İster ölçülen, ister hesaplanan veya ister tahmin edilen olsun toplanan veriler, bir birim sürecin girdi ve çıktılarını hesaplamak için kullanılır.

Önemli birim süreçleri, ÜKA çalışma raporunda yazılı hale getirilmelidir.



ÜKA çalışmasının sonuçları için önemli olabilecek veriler için, ilgili veri toplama süreci hakkındaki ayrıntılar, verilerin toplandığı zaman ve veri kalitesi hakkında daha fazla bilgiye atıfta bulunulmalıdır.

Bu tür veriler veri kalitesi gereklerini karşılamıyorsa, bu belirtilmelidir.

Veri toplama birkaç yeri ve yayınlanmış kaynakları kapsayabileceğinden, incelenen sistem için temsili ve tutarlı bir veri setinin kullanılması tavsiye edilir.

Sistem sınırı içerisindeki her bir birim süreç için veriler, aşağıdaki ana başlıklar altında sınıflandırılabilir:

- Enerji girdileri, ham madde girdileri, yardımcı girdiler, diğer fiziksel girdiler,
- Ürünler, yan ürünler ve atık,
- Havaya verilen emisyonlar, suya ve toprağa deşarjlar,
- Diğer çevresel boyutlar.
- Verilerin toplandığı zaman

Veri toplama, kaynak yoğun bir süreç olabilir. Veri toplamadaki uygulama zorlukları, kapsamda göz önünde bulundurulmalı ve çalışma raporunda belirtilmelidir.

6.3.3 Verilerin Geçerli Kılınması

Verilerin geçerli kılınması, veri kalitesi gereklerinin karşılandığını teyit etmek ve kanıt sağlamak için veri toplama işlemi sırasında gerçekleştirilmelidir.

Geçerli kılma, kütle dengelerinin, enerji dengelerinin ve/veya salım faktörlerinin karşılaştırmalı analizlerinin veya diğer uygun yöntemlerin oluşturulmasını içermelidir. Her bir birim süreç, kütle ve enerjinin korunumu yasalarına uyduğundan, kütle ve enerji dengeleri, bir birim sürecin tanımının geçerliliğine ilişkin yararlı bir kontrol sağlar.

6.3.4 Verilerin Birim Süreç ve İşlevsel veya Beyan Edilmiş Birimle İlişkilendirilmesi

Her birim süreç için uygun bir akış belirlenmelidir. Birim sürecin nicel girdi ve çıktı verileri bu akışa göre hesaplanmalıdır.

Akış şemasına ve birim süreçler arasındaki akışlara bağlı olarak, tüm birim süreçlerin akışları referans akışla ilgilidir. Hesaplama, sistem girdi ve çıktı verilerini işlevsel veya beyan edilen birimle ilişkilendirmelidir.



ÖRNEK: EPD Uyumlu Otomotiv Ürünü (1 Adet Fren Diski) Yaşam Döngüsü Tablosu

Yaşam Döngüsü Adım Açıklaması		Faaliyet Açıklaması	Girdiler	Çıktılar
A1	Hammadde Tedariği (Extraction and processing of raw materials)	Demir cevheri çıkarımı	Demir cevheri, kömür, katkı maddeleri, elektrik	Ham demir, SG emisyonları, madencilik atıkları
A2	Ulaşım (Transport to manufacturer)	Maden sahasından dökümhaneye taşıma	Kamyon, konteyner, yakıt	SG emisyonları, taşıma ambalajı
A3	Üretim (Manufacturing)	Döküm, işleme, yüzey kaplama, kalite kontrol, ambalajlama	Elektrik, kalıp, su, ambalaj malzemeleri	Fren disk, üretim atıkları, SG emisyonları
A4	Dağıtım (Transport to site)	Ürünün otomotiv üreticisine taşınması	Tır, dizel, lojistik operasyonları	SG emisyonları, taşıma kaynaklı atıklar
B1	Ürün Kullanımı (Use phase)	Fren diskinin araçta kullanımı	Araç içi frenleme, kullanım süresi	Aşınmış disk, fren tozu emisyonları
C1	Toplama (Deconstruction or demolition)	Araçtan söküm, parça ayrıştırma	Kullanılmış disk, söküm ekipmanı	Sökülmüş disk, metal hurdası
C2	Taşıma (Transport to end-of-life facilities)	Hurda taşıması (geri dönüşüm tesisine)	Kamyon, yakıt	Geri dönüşüm tesisine yönlendirilmiş atık
C3	Atık İşleme (Waste processing for reuse, recovery or recycling)	Ön işlem, Ergitme	Enerji, işçilik, makine	Eritilmiş metal, proses atığı
C4	Nihai Bertaraf (Disposal)	Geri dönüştürülemeyen artıkların bertarafı	Depolama, yakma, enerji	Bertaraf edilen cüruf, SG emisyonları
D	Sistem Dışı Geri Kazanım (Reuse, recovery and/or recycling potential)	İkincil hammadde olarak çelik kullanımı, enerji geri kazanımı	Geri dönüşüm tesisi, eritme fırını	İkincil çelik hammaddesi, enerji geri kazanımı

6.3.5 Sistem Sınırlarında İyileştirme

Çalışmaya dahil edilecek veya hariç tutulacak verilere ilişkin kararlar, önemi belirlemek için bir duyarlılık analizine dayanmalıdır. Duyarlılık analizi ve sonuçları yazılı hale getirilmelidir.

- a) Gösterilebilen önemi olmayan yaşam döngüsü aşamaları veya birim süreçlerin dışlanması
- b) ÜKA çalışmasının sonuçları açısından önemi olmayan girdi ve çıktıların hariç tutulması veya
- c) Önemli olduğu gösterilen yeni birim süreçlerin, girdilerin ve çıktıların dahil edilmesi ile sonuçlanabilir.



6.3.6 Tahsisat

6.3.6.1 Genel

Girdiler ve çıktılar, birim süreçlere açıkça belirtilmiş ve gerekçelendirilmiş tahsisat işlemine göre farklı ürünlere tahsis edilmelidir.

Bir birim işleminin tahsis edilen girdi ve çıktıların toplamı, tahsis öncesi birim işleminin girdi ve çıktılarına eşit olmalıdır.

6.3.6.2 Tahsisat İşlemi

Bir ürün sisteminin birden fazla çıktısı olabilir. ÜKA çalışması, diğer ürün sistemleri ile paylaşılan süreçlerin tanımlanmasını içermeli ve bunlarla aşağıda sunulan aşamalı işleme uygun olarak ilgilenmelidir.

Adım 1: Tahsisten Kaçınma:

Mümkünse süreçler ayrıştırılarak doğrudan her ürün için ayrı veriler toplanır.

Adım 2: Fiziksel Tahsis:

Bu mümkün değilse, ürünlerin ağırlığı, hacmi veya enerji ihtiyacı gibi fiziksel özelliklerine göre etkiler bölüştürülür.

Adım 3: Ekonomik Tahsis:

Fiziksel kıyaslama yapılamıyorsa, ürünlerin piyasa değerine göre bir dağılım yapılır.

ÖRNEK UYGULAMA: Bir kuruluşta 1 lt ve 1,5 lt' lik şişelere doldurulan gazlı içecekler için elektrik tüketimi örnekteki gibi tahsisatlandırılabilir.

Fiziksel tahsis

Dolum hattında toplam yıllık elektrik tüketimi= 320 kWh

Doldurulan toplam 1 l şişe sayısı= 20.000 (veya 20.000 l)

Doldurulan toplam 1,5 l şişe sayısı= 30.000 (veya 45.000 l)

Doldurulan şişe sayısına göre tahsis:

1 l şişe = 320 kWh'nin %40'ı = 128 kWh 1,5 l şişe = 320 kWh'nin %60'ı = 192 kWh

Doldurulan litre miktarına göre tahsis:

1l şişe = 320 kWh'nin %31'i = 99 kWh

1,5 l şişe = 320 kWh'nin %69'u = 221 kWh

Kuruluşlar üretim süreçlerini anlamalı ve neden bir tahsisi diğerine tercih ettiklerini açıkça belirtmelidir.

6.3.7 ÜKA performansı izlenmesi

Ürün karbon ayak izi çalışması sonucunda elde edilen sonuç/sonuçların performansının izlenmesi gerekmektedir. Örneğin zaman içerisinde kuruluş içerisinde yapılan çalışmalar

performansı iyileştirebilir. Bu tarz durumlarda aynı yaklaşım ile ürün karbon ayak izi güncel değerlere göre tekrar hesaplanmalı ve karşılaştırılmalıdır.

6.3.8 SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının zamanlamasının etkisinin değerlendirilmesi

Tüm SG salımları ve uzaklaştırmaları, ertelenen SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının etkisi hesaba katılmadan değerlendirme döneminin başında salınmış veya uzaklaştırılmış gibi hesaplanmalıdır.

Kullanım aşamasından ve/veya kullanım ömrü aşamasından kaynaklanan sera gazı salımlarının ve uzaklaştırmalarının, ürünün kullanıma sunulmasından 10 yıldan fazla bir süre (ilgili ÜKK'da aksi belirtilmediyse) sonra meydana gelmesi durumunda, SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının ürünün üretim yılına göre zamanlaması ürün yaşam döngüsü envanterinde belirtilmelidir. Ürün sisteminin SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının zamanlamasının etkisi (CO₂e olarak), hesaplanırsa, ÜKA çalışma raporunda ayrıca yazılı hale getirilmeli. Zamanlamanın etkisini hesaplamak için kullanılan yöntem, ÜKA çalışma raporunda belirtilmeli ve gerekçelendirilmelidir.



6.3.9 Belirli SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının değerlendirilmesi

6.3.9.1 Fosil ve biyolojik kökenli karbon

Fosil SG salımları ve uzaklaştırmaları, ÜKA'ya veya kısmi ÜKA'ya dahil edilecek ve net sonuç olarak ayrı ayrı yazılı hale getirilmelidir. Biyolojik kökenli SG salımları ve uzaklaştırmaları, her birinin ayrı ayrı ifade edilmesi tavsiye edilir.

6.3.9.2 Ürünlerde biyolojik kökenli karbon

Bir ürünün biyolojik kökenli karbon içeriği hesaplanırsa, ÜKA çalışma raporunda ayrı olarak yazılı hale getirilmeli, ancak ÜKA veya kısmi ÜKA sonucuna dahil edilmemelidir. Biyolojik kökenli karbon içeriği hakkındaki bilgiler beşikten kapıya çalışmalar yapılırken sağlanmalıdır çünkü bu bilgiler kalan değer zinciri için geçerli olabilir.

6.3.9.3 Elektrik

6.3.9.3.1 Genel

Elektrik kullanımıyla ilişkili SG salımları şunları içermelidir:

- Giriş salımları gibi elektrik tedarik sisteminin yaşam döngüsünden kaynaklanan SG salımları (örneğin, elektrik üretmek için yakıtın madenden çıkarılması ve taşınması veya yakıt olarak kullanmak için biyokütlenin yetiştirilmesi ve işlenmesi);
- İletim ve dağıtım sırasındaki kayıplar dahil, elektrik üretimi sırasındaki SG salımları;
- Çıkışı salımları (örneğin, nükleer elektrik jeneratörünün çalışmasından kaynaklanan atıkların işlenmesi veya kömür yakan elektrik tesislerinden kaynaklanan küllerin işlenmesi).

6.3.9.3.2 Dahili olarak üretilen elektrik

Elektrik dahili olarak üretildiğinde (örneğin, yerinde üretilen elektrik) ve çalışılan bir ürün için tüketildiğinde ve üçüncü bir tarafa hiçbir sözleşme aracı satılmadığında, o elektrik için yaşam döngüsü verileri o ürün için kullanılmalıdır.

6.3.9.3.3 Doğrudan bağlı bir tedarikçiden elektrik

Kuruluşun tüketilen elektrik için tedarikçisinden elde edilen bir SG salım faktörü, kuruluş ile salım faktörünün türetildiği üretim tesisi arasında özel bir iletim hattı varsa ve söz konusu tüketilen elektrik için üçüncü bir tarafa herhangi bir sözleşme aracı satılmadıysa kullanılabilir.

6.3.9.3.4 Şebekeden elektrik

Tedarikçiye özgü bir elektrik ürününden alınan yaşam döngüsü verileri, tedarikçi, elektrik ürününün aşağıdaki hususları bir sözleşme aracı vasıtasıyla garanti edebildiği durumlarda kullanılmalıdır:

- Jeneratörün özellikleri ile birlikte teslim edilen elektrik birimi ile ilgili bilgileri iletildiği;
- Benzersiz bir hak ile güvence altına alındığı,
- Raporlayan kuruluş tarafından veya onun adına takip edildiği ve itfa edildiği, kullanımdan kaldırıldığı veya iptal edildiği;
- Sözleşme aracının uygulandığı döneme mümkün olduğu kadar yakın ve karşılık gelen bir zaman dilimini içerdiği;
- Ülke içinde veya şebeke enterektekteyse tüketimin gerçekleştiği piyasa sınırları içinde üretildiği.

İncelenen sistemdeki süreçler, gelişmekte olan küçük ada devletlerinde (SIDS) yer alıyorsa, ÜKA veya kısmi ÜKA, şebekeler arası bağlantıdan bağımsız olarak, bu tür işlemler için sözleşmeye dayalı araçlar kullanılarak ek olarak hesaplanabilir.



6.3.9.5 Arazi kullanım değişikliği

Son on yıllık dönemlerde doğrudan arazi kullanım değişikliğinin (dAKD) bir sonucu olarak ortaya çıkan SG salımları ve uzaklaştırmaları Ulusal SG Envanterleri için IPCC Kılavuzları gibi uluslararası kabul görmüş yöntemlere göre değerlendirilmeli ve ÜKA'ya dahil edilmelidir. Net dAKD SG salımları ve uzaklaştırmaları, ÜKA çalışma raporunda ayrı ayrı yazılı hale getirilmelidir. Tesise özgü veriler uygulanıyorsa, bunlar ÜKA çalışma raporunda şeffaf bir

şekilde belgelendirilmelidir. Ulusal bir yaklaşım kullanılırsa, veriler doğrulanmış bir çalışmaya, hakemli bir çalışmaya veya benzer bilimsel kanıtlara dayanmalı ve ÜKA çalışma raporunda yazılı hale getirilmelidir.

NOT 1: 20 yıllık IPCC kademe 1 dönemi sıklıkla kullanılır.

6.3.9.6 Arazi kullanımı

Arazi yönetimindeki değişikliklerin sonucu olmayan toprak ve biyokütle karbon stoklarındaki değişiklikler yoluyla arazi kullanımının bir sonucu olarak ortaya çıkan SG salımları ve uzaklaştırmalarının değerlendirilmesi ve ÜKA'ya dahil edilmesi tavsiye edilir. Toprak ve biyokütle karbon stoklarındaki değişiklikler değerlendirilmezse, bu karar ÜKA çalışma raporunda gerekçelendirilmelidir. Dahil edildiğinde, bu salımlar ve uzaklaştırmalar, Ulusal SG Envanterleri için IPCC Kılavuzları gibi uluslararası kabul görmüş yöntemlere göre değerlendirilmeli ve ÜKA çalışma raporunda ayrı olarak yazılı hale getirilmelidir.



6.3.9.7 Hava taşıtı SG salımları

Uçak taşımacılığı SG salımları, ÜKA'ya dahil edilmeli ve ÜKA çalışma raporunda ayrıca yazılı hale getirilmelidir.

Bir havacılık çarpanı kullanıldığında, bu çarpanın etkisi ÜKA'ya dahil edilmemeli ve kaynakla birlikte ayrı olarak rapor edilmelidir.

6.4 ÜKA veya kısmi ÜKA İçin Etki Değerlendirmesi

Bir ÜKA çalışmasının YDED aşamasında, ürün sistemi tarafından yayılan ve uzaklaştırılan her bir SG'nin olası iklim değişikliği etkisi, salınan veya uzaklaştırılan SG kütesinin IPCC tarafından kg salım başına CO₂e (IPCC'ye göre karbon geri bildirimleriyle) cinsinden verilen 100 yıllık KIP ile çarpılmasıyla hesaplanmalıdır.

6.5 ÜKA'nın veya kısmi ÜKA'nın Yorumlanması

Bir ÜKA çalışmasının yaşam döngüsü yorumlanması aşaması aşağıdaki adımlardan oluşmalıdır:

- YDE ve YDED aşamalarına göre ÜKA ve kısmi ÜKA'nın hesaplanmasının sonuçlarına dayalı olarak önemli sorunların belirlenmesi;
- Bütünlük, tutarlılık ve duyarlılık analizini dikkate alan bir değerlendirme;
- Sonuçların, sınırlamaların ve tavsiyelerin formülasyonu.

YDE veya YDED aşamalarına göre ÜKA ve kısmi ÜKA'nın hesaplanmasının sonuçları, ÜKA çalışmasının amaç ve kapsamına göre yorumlanmalıdır.

Yorumlama:

- Yuvarlama kurallarının veya aralıklarının uygulanması da dahil olmak üzere bir belirsizlik değerlendirmesini dahil etmeli;
- ÜKA çalışma raporunda seçilen tahsisat işlemlerini ayrıntılı olarak tanımlamak ve yazılı hale getirmeli;
- ÜKA çalışmasının sınırlamalarını tanımlamalıdır.

Yorumlamanın şunları kapsamaması tavsiye edilir:

- Sonuçların hassasiyetini ve belirsizliğini anlamak için tahsisat işlemleri dahil olmak üzere önemli girdilerin, çıktıların ve yöntemsel seçimlerin duyarlılık analizi;
- Alternatif kullanım profillerinin nihai sonuç üzerindeki etkisinin bir değerlendirmesi;
- Farklı kullanım ömrü sonu senaryolarının nihai sonuç üzerindeki etkisinin bir değerlendirmesi;
- Nihai sonuca ilişkin tavsiyelerin sonuçlarının bir değerlendirmesi.

7. ÜRÜN KARBON AYAK İZİ ÇALIŞMA RAPORU

7.1 Genel

ÜKA çalışma raporunun amacı, ÜKA çalışmasını açıklamak ve bu belgenin hükümlerinin karşılandığını göstermektir.

ÜKA çalışma raporunda bildirilen sonuçlar, ayak izi bildirimlerinde kullanılabilir

ÜKA çalışmasının sonuçları ve değerlendirmesi, sapma olmaksızın ÜKA çalışma raporunda yazılı hale getirilmelidir.

Sonuçlar, veriler, yöntemler, varsayımlar ve yaşam döngüsü yorumlanması şeffaf olmalı ve okuyucunun ÜKA çalışmasının doğasında bulunan karmaşıklıkları ve değiş tokuşu anlamasına imkan verecek kadar ayrıntılı olarak sunulmalıdır.

7.2 ÜKA Çalışma Raporundaki SG Değerleri

ÜKA'nın veya kısmi ÜKA'nın hesaplanmasının sonuçları, işlevsel veya beyan edilen birim başına CO₂e kütlesi olarak ÜKA çalışma raporunda yazılı hale getirilmelidir.

Aşağıdaki SG değerleri, ÜKA çalışma raporunda ayrı yazılı hale getirilmelidir:

- a) her bir yaşam döngüsü aşamasının mutlak ve göreceli katkısı dahil olmak üzere, meydana geldikleri ana yaşam döngüsü aşamalarıyla bağlantılı SG salımları ve uzaklaştırmaları;
- b) net fosil SG salımları ve uzaklaştırmaları,
- c) biyolojik kökenli SG salımları ve uzaklaştırmaları,
- d) dAKD'den kaynaklanan SG salımları ve azaltılmaları,
- e) hava taşımacılığından kaynaklanan SG salımları

Aşağıdaki SG değerleri, hesaplanırsa, ÜKA çalışma raporunda ayrı olarak belgelendirilmelidir:

- doAKD'nin bir sonucu olarak ortaya çıkan SG salımları ve uzaklaştırmaları
- arazi kullanımının bir sonucu olarak ortaya çıkan SG salımları ve uzaklaştırmaları
- uygulanabilir olduğunda, ilgili tüketim şebekesi karışımını uygulayan duyarlılık analizinin sonuçları;
- ürünlerin biyolojik kökenli karbon içeriği;
- KIP 100 kullanılarak hesaplanan ÜKA.

7.3 ÜKA Çalışma Raporu İçin Gerekli Bilgiler

ÜKA hesaplaması ile ilgili aşağıdaki bilgiler, ÜKA çalışma raporuna dahil edilmelidir:

- a) işlevsel veya beyan edilmiş birim ve referans akış,
- b) aşağıdakileri içeren sistem sınırı:
 - temel akışlar olarak sistemin girdi ve çıktılarının türü ve
 - ÜKA çalışmasının sonuçları açısından önemi dikkate alınarak, birim süreçlerin işlenmesine ilişkin karar kriterleri,
- c) önemli birim süreçlerinin listesi,
- d) veri kaynakları dahil olmak üzere veri toplama bilgileri,
- e) dikkate alınan SG listesi,
- f) seçilen nitelendirme faktörleri,
- g) seçilen durdurma kriterleri ve durdurmalar,
- h) seçilen tahsisat işlemleri,
- i) SG salımlarının ve uzaklaştırmalarının zamanlaması varsa,
- j) Verilere ilişkin kararlar ve veri kalitesinin değerlendirilmesi,
- k) duyarlılık analizlerinin ve belirsizlik değerlendirmelerinin sonuçları,
- l) şebeke salım faktörü hesaplaması ve ilgili şebekeye özgü kısıtlamalara ilişkin bilgileri içermesi gereken elektriğin işlenmesi,
- m) sonuçlar ve sınırlamalar dahil olmak üzere yaşam döngüsü yorumlanmasının sonuçları,
- n) ÜKA çalışmasında kararlar bağlamında yapılan değer seçimlerinin açıklanması ve gerekçelendirilmesi,
- o) kapsam ve uygunsa değiştirilmiş kapsam, gerekçeler ve istisnalar,
- p) uygulanabilir olduğunda, seçilen kullanım profillerinin ve kullanım ömrü sonu senaryolarının bir açıklaması dahil olmak üzere yaşam döngüsü aşamalarının açıklaması,
- q) alternatif kullanım profillerinin ve kullanım ömrü sonu senaryolarının nihai sonuçlar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi,
- r) ÜKA'nın temsili olduğu süre,
- s) uygulanan ÜKK referansı veya çalışmada kullanılan diğer tamamlayıcı gerekler,
- t) uygulanabildiğinde performans izleme açıklaması

8.KRİTİK GÖZDEN GEÇİRME

ÜKA çalışmasını derlerken, bir kritik gözden geçirme, ÜKA'nın anlaşılmasını kolaylaştırır ve güvenilirliğini artırır. Varsa, ÜKA çalışmalarının kritik gözden geçirilmesi, ISO/TS 14071'e göre yapılmalıdır.

9. KULLANILAN VERİ TABANLARI

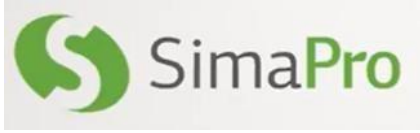
Küresel çapta ve otomotiv endüstrisinde en yaygın kullanılan veritabanı Ecoinvent'tir. Ecoinvent bölgesel ve sektörel kapsam açısından da oldukça geniş bir yelpaze sunmaktadır ve ISO14067 standardı ile uyumludur. Sektöre özgü veritabanları olarak GaBi, Agri-footprint, Plastics Europe, Defra, EPD öne çıkmaktadır.

Greenhouse Gas Protocol tarafından önerilen diğer veri tabanlarına <https://ghgprotocol.org/life-cycle-databases> linkinden ulaşılabilir.



10. ÖRNEK PROGRAMLAR

Sektöre özel en uygun veritabanı ve yazılım kombinasyonu kullanım amacına göre belirlenmelidir. Yazılım entegrasyonu ve ISO 14067 standardına uygunluk da aranmalıdır. En yaygın kullanılan veri tabanları genellikle SimaPro, openLCA, OneClick, Sphera yazılımlarıyla kullanılmaktadır.



KAYNAKÇA

TS EN ISO 14067 Ürün Karbon Ayak İzi Standardı (ISO 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification.)

International EPD System

<https://environdec.com/home>

<https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>

<https://ghgprotocol.org/life-cycle-databases>